



ANAIS

XXXIV CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA

2025

O Papel das Universidades no avanço dos ODS
Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
da ONU - Organização das Nações Unidas

Realização:

PRPG
Pró-reitoria de
Pós-graduação



Apoio:



Universidade Federal de Lavras

ANAIIS

XXXIV CONGRESSO DA PÓS-
GRADUAÇÃO DA UFLA 2025

Lavras - MG

2025

Ficha catalográfica elaborada pela Catalogação da Biblioteca Universitária da UFLA

Congresso da Pós-Graduação da UFLA 2025 (34. : 2025 : Lavras, MG)

[Anais do] XXXIV Congresso da Pós-Graduação da UFLA 2025 / editores Adriano Teodoro Bruzi...[et al.]. Lavras : 34. Ed. UFLA : PRPG, 2025.
1499 p. : il.

Organização da Pós-reitoria de Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras.

ISBN: 978-65-983102-3-3

1. Desenvolvimento Sustentável - Congresso. 2. Inovação tecnológica - Congresso. 3. Agenda 2030 - Congresso. 4. Difusão Tecnológica - Congresso. 5. Impactos Globais - Congresso. I. Bruzi, Adriano Teodoro... [et al.]. II. Título.

CDD – 338.927

Comitê Avaliador

Adão Felipe dos Santos	Universidade Federal de Lavras
Adelia Aziz Alexandre pozza	Universidade Federal de Lavras
Adriano França da Cunha	Universidade Federal de Lavras
Adriano Reis Prazeres Mascarenhas	Universidade Federal de Lavras
Alessandra Angélica de Pádua Bueno	Universidade Federal de Lavras
Alessandro Teodoro Bruzi	Universidade Federal de Lavras
Alexandre Alves de Carvalho	Universidade Federal de Lavras
Aline Pereira de Carvalho	Universidade Federal de Lavras
Aloysio Souza de Moura	Universidade Federal de Lavras
Amanda Carvalho Rosado Ferreira	Universidade Federal de Lavras
Ana Carolina Maioli Campos Barbosa	Universidade Federal de Lavras
Ana Claudia Costa Baratti	Universidade Federal de Lavras
Ana Cristina de Souza	Universidade Federal de Lavras
Ana Cristina Freitas de Oliveira Meira	Universidade Federal de Lavras
Ana Luiza de Oliveira Vilela	Universidade Federal de Lavras
Ana Luiza Garcia Campos	Universidade Federal de Lavras
Ana Paula Pereira Bressani	Universidade Federal de Lavras
André de Lima Salgado	Universidade Federal de Lavras
André Maciel Silva Sene	Universidade Federal de Lavras
Andréa de Oliveira Barra	Universidade Federal de Lavras
Angélica Sousa Guimarães	Universidade Federal de Lavras
Angélica Terezinha Barth Wouters	Universidade Federal de Lavras
Antonio Fernandes Nascimento Junior	Universidade Federal de Lavras
Athila Leandro de Oliveira	Universidade Federal de Lavras
Aurinelza Batista Teixeira Conde	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Bárbara Azevedo Pereira Torres	Universidade Federal de Lavras
Bárbara Lemes Outeiro Araújo	Universidade Federal de Lavras
Beatriz Ferreira Carvalho	Universidade Federal de Lavras
Bethânia Bittencourt Costa e Silva	Universidade Federal de Lavras
Betsy Carolina Muñoz de Páez	Universidade Federal de Lavras
Braian Garrito Veloso	Universidade Federal de Lavras
Bruno Del Bianco Borges	Universidade Federal de Lavras
Bruno Henrique Sardinha de Souza	Universidade Federal de Lavras
Bruno Montoani Silva	Universidade Federal de Lavras
Camila Maria de Melo	Universidade Federal de Lavras
Camila Silva Brey Gil	Universidade Federal de Lavras
Camila Soares Fonseca	Universidade Federal de Lavras
Carla Luiza da Silva Ávila	Universidade Federal de Lavras
Carlos Eduardo Castilla Alvarez	Universidade Federal de Lavras

Carlos Pereira da Silva	Universidade Federal de Lavras
Carolina Martins dos Santos Chagas	Universidade Federal de Lavras
Caroline Mendonça Nogueira Paiva	Universidade Federal de Lavras
Caroline Silva Dambroz	Universidade Federal de Lavras
Christiane Augusta Diniz Melo	Universidade Federal de Lavras
Christiane Malfitano	Universidade Federal de Lavras
Christiane Maria Barcellos Magalhães da Rocha	Universidade Federal de Lavras
Claudine Marcia Carvalho	Universidade Federal de Lavras
Cleber Paulo Andrada Anconi	Universidade Federal de Lavras
Daniel Alves Gilly de Miranda	Universidade Federal de Lavras
Danilo José Machado de Abreu	Universidade Federal de Lavras
Débora Ribeiro Orlando	Universidade Federal de Lavras
Diana Carla Fernandes Oliveira	Universidade Federal de Lavras
Diego Alvarenga Botrel	Universidade Federal de Lavras
Diego Tassinari	Universidade Federal de Lavras
Douglas Machado leite	Universidade Federal de Lavras
Edilson Marcelino da Silva	Universidade Federal de Lavras
Eduardo Alves	Universidade Federal de Lavras
Eduardo de Aguiar do Couto	Universidade Federal de Lavras
Enggel Beatriz Silva do Carmo	Universidade Federal de Lavras
Evandro Novaes	Universidade Federal de Lavras
Evelise Roman Corbalan Gois Freire	Universidade Federal de Lavras
Evelize Aparecida Amaral Shashiki	Universidade Federal de Lavras
Fabiana da Silva Felix	Universidade Federal de Lavras
Fabiano Lemes Ribeiro	Universidade Federal de Lavras
Fabiano Magalhães	Universidade Federal de Lavras
Fábio Loures Cruz	Universidade Federal de Lavras
Fatima Maria de Souza Moreira	Universidade Federal de Lavras
Felipe Haenel Gomes	Universidade Federal de Lavras
Felipe Schwerz	Universidade Federal de Lavras
Fernanda Moreira Gianasi	Universidade Federal de Lavras
Filipe da Silva de Oliveira	Universidade Federal de Lavras
Filippe Elias de Freitas Soares	Universidade Federal de Lavras
Francine de Paulo Martins Lima	Universidade Federal de Lavras
Gelza Carliane Marques Teixeira	Universidade Federal de Lavras
Geraldo Magela da Cruz Pereira	Universidade Federal de Lavras
Gilvano Ebling Brondani	Universidade Federal de Lavras
Giovana Esteves	Universidade Federal de Lavras
Giovanna Rodrigues Cabral	Universidade Federal de Lavras
Gislayne Farias Valente	Universidade Federal de Lavras
Gustavo Puggina Rogatto	Universidade Federal de Lavras
Heitor Augustus Xavier Costa	Universidade Federal de Lavras
Helder Antônio da Silva	Universidade Federal de Lavras
Helena Libardi	Universidade Federal de Lavras

Iara Hernandez Rodriguez Ansoni	Universidade Federal de Lavras
Ingrid Alves Santos	Universidade Federal de Lavras
Isabella de Campos Moraes	Universidade Federal de Lavras
Isáira Leite e Lopes	Universidade Federal de Lavras
Ivina Catarina de Oliveira Guimarães	Universidade Federal de Lavras
Jaciluz Dias Fonseca	Universidade Federal de Lavras
Jayne de Abreu Figueiredo	Universidade Federal de Lavras
Jennifer Caroline de Sousa	Universidade Federal de Lavras
Jéssica Sousa Guimarães	Universidade Federal de Lavras
João Moreira Neto	Universidade Federal de Lavras
João Paulo Lima de Oliveira	Universidade Federal de Lavras
Johnatan Alves de Oliveira	Universidade Federal de Lavras
Jonas Henrique Osório	Universidade Federal de Lavras
Jonas Leal Neto	Universidade Federal de Lavras
José de Arimatéia Dias Valadão	Universidade Federal de Lavras
José Maria Villela Pádua	Universidade Federal de Lavras
José Nélío de Sousa Sales	Universidade Federal de Juiz de Fora
José Reinaldo Moreira da Silva	Universidade Federal de Lavras
Joyce Pereira Alvarenga	Universidade Federal de Lavras
Juciane de Abreu Ribeiro Pereira	Universidade Federal de Lavras
Júlia Assunção de Castro Oliveira	Universidade Federal de Lavras
Junior Cesar Avanzi	Universidade Federal de Lavras
Karolina Nascimento	Universidade Federal de Lavras
Katiúcia Alves Amorim	Universidade Federal de Lavras
Kelly Marianne Guimarães Pereira	Universidade Federal de Lavras
Kênia Santos	Universidade Federal de Lavras
Laise Vieira Gonçalves Ribeiro	Universidade Federal de Lavras
Larissa Carolina de Moraes	Universidade Federal de Lavras
Leandro Campos Pinto	Universidade Federal de Lavras
Leonardo Pratavieira Deo	Universidade Federal de Lavras
Leônidas Carrijo Azevedo Melo	Universidade Federal de Lavras
Leticia de Aguilã Moreno	Universidade Federal de Lavras
Letícia Mendonça Lopes Ribeiro	Universidade Federal de Lavras
Lidja Dahiane Menezes Santos Borel	Universidade Federal de Lavras
Lívia Alves Alvarenga	Universidade Federal de Lavras
Lívia Elisabeth Vasconcellos de Siqueira Brandão Vaz	Universidade Federal de Lavras
Lívia Garcia Ferreira	Universidade Federal de Lavras
Lucas Guedes Vilas Boas	Universidade Federal de Lavras
Lucas Rezende Gomide	Universidade Federal de Lavras
Luciana de Paula Naves	Universidade Federal de Lavras
Luciana Soares da Silva	Universidade Federal de Lavras
Luciane Vilela Resende	Universidade Federal de Lavras
Luciene Resende Gonçalves	Universidade Federal de Alfenas
Luís Antônio Coimbra Borges	Universidade Federal de Lavras

Marcelo Braga Bueno Guerra	Universidade Federal de Lavras
Márcio André Stefanelli Lara	Universidade Federal de Lavras
Márcio Gilberto Zangeronimo	Universidade Federal de Lavras
Márcio Magalhaes da Silva	Universidade Federal de Lavras
Márcio Rogério de Oliveira Cano	Universidade Federal de Lavras
Marcos de Oliveira Garcias	Universidade Federal de Lavras
Marcos Ferrante	Universidade Federal de Lavras
Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi	Universidade Federal de Lavras
Maria das Graças Cardoso	Universidade Federal de Lavras
Maria Ligia de Souza Silva	Universidade Federal de Lavras
Mariana de Souza Ribeiro	Universidade Federal de Lavras
Mariana Macedo Souza	Universidade Federal de Lavras
Mariana Mirelle Pereira Natividade	Universidade Federal de Lavras
Marielle Maria de Oliveira Paula	Universidade Federal de Lavras
Marina Battistetti Festozo	Universidade Federal de Lavras
Marina de Arruda Camargo Danes	Universidade Federal de Lavras
Marinês Ferreira Pires Lira	Universidade Federal de Lavras
Mário Guimarães Júnior	Universidade Federal de Lavras
Mário Vanoli Scatolino	Universidade do Estado do Amapá
Marlúcia Souza Pádua	Universidade Federal de Lavras
Mary Suzan Varaschin	Universidade Federal de Lavras
Mateus Pimentel de Matos	Universidade Federal de Lavras
Matheus Campos Mattioli	Universidade Federal de Lavras
Matheus Cordazzo Dias	Universidade do Estado do Amapá
Matheus Julien Ferreira Bazzana	Universidade Federal de Lavras
Mayron César de Oliveira Moreira	Universidade Federal de Lavras
Meline Costa Sousa	Universidade Federal de Lavras
Melissa Guimarães Silveira Rezende	Universidade Federal de Lavras
Michael Douglas Roque Lima	Universidade Federal de Lavras
Michael Silveira Thebaldi	Universidade Federal de Lavras
Michele Duarte de Menezes	Universidade Federal de Lavras
Michele Valquíria dos Reis	Universidade Federal de Lavras
Milena Serenini	Universidade Federal de Lavras
Miller Pereira Palhão	Universidade Federal de Lavras
Mirian de Lourdes Oliveira	Universidade Federal de Lavras
Moisés Silvestre de Azevedo Martins	Universidade Federal de Lavras
Monica Carvalho Alves Cappelle	Universidade Federal de Lavras
Muhammad Noman	Universidade Federal de Lavras
Nadja Gomes Alves	Universidade Federal de Lavras
Nathália Luíza Ferreira	Universidade Federal de Lavras
Orivaldo Benedito da Silva	Universidade Federal de Lavras
Pâmela Mynsen Machado Martins	Universidade Federal de Lavras
Patricia Aparecida Ferreira	Universidade Federal de Lavras
Patricia Vasconcelos Almeida	Universidade Federal de Lavras

Paula Peixoto Assemany	Universidade Federal de Lavras
Paulo Fernando Trugilho	Universidade Federal de Lavras
Pedro Lucas Leite Parolini	Universidade Federal de Lavras
Pedro Maranhã Peche	Universidade Federal de Lavras
Priscila Carneiro Valim Rogatto	Universidade Federal de Lavras
Pró-Reitoria de Pós-Graduação	Universidade Federal de Lavras
Queilla Santos Viana	Universidade Federal de Lavras
Rafael Dudeque Zenni	Universidade Federal de Lavras
Rafael Farinassi Mendes	Universidade Federal de Lavras
Raquel Márcia Fontes Martins	Universidade Federal de Lavras
Regilson Maciel Borges	Universidade Federal de Lavras
Renata Andrade Reis	Universidade Federal de Lavras
Rita de Cássia Dornelas Sodré	Universidade Federal de Lavras
Rodrigo Antônio Castro-Souza	Universidade Federal de Lavras
Rodrigo Garcia Barbosa	Universidade Federal de Lavras
Rogério Magno do Vale Barroso	Universidade Federal de Lavras
Ronaldo Fia	Universidade Federal de Lavras
Rosana Maria Mendes	Universidade Federal de Lavras
Rubens Antonio Gurgel Vieira	Universidade Federal de Lavras
Sandro Fernandes da Silva	Universidade Federal de Lavras
Sérgio Henrique Godinho Silva	Universidade Federal de Lavras
Silvia Costa Ferreira	Universidade Federal de Lavras
Tales Jesus Fernandes	Universidade Federal de Lavras
Tamara Cubiaki Pires da Gama	Universidade Federal de Lavras
Tania Regina de Souza Romero	Universidade Federal de Lavras
Teotônio Soares de Carvalho	Universidade Federal de Lavras
Thais Lomonaco Teodoro da Silva	Universidade Federal de Lavras
Thiago de Paula Protásio	Universidade Federal de Lavras
Thiago Rodrigo de Paula Assis	Universidade Federal de Lavras
Tiago Jose Pires de Oliveira	Universidade Federal de Lavras
Vanessa Avelar Silva	Universidade Federal de Lavras
Victor Hugo Teixeira Buttrós	Universidade Federal de Lavras
Victor Satler Pylro	Universidade Federal de Lavras
Vinícius Quintão Carneiro	Universidade Federal de Lavras
Viviane Santos Pereira	Universidade Federal de Lavras
Wanderley José Mantovani Bittencourt	Universidade Federal de Lavras
Welison Andrade Pereira	Universidade Federal de Lavras
William Franco Carneiro	Universidade Federal de Lavras
Willian César Terra	Universidade Federal de Lavras
Yuri Lopes Zinn	Universidade Federal de Lavras

Produção Editorial

Adriano Teodoro Bruzi

Jose Ricardo Resende Goncalves

Lara Thais Aparecida de Souza

PRPG/UFLA

DGTI/UFLA

Secretaria Administrativa - PR

Prefácio

O Congresso da Pós-Graduação da UFLA é um evento organizado pela Pró-Reitora de Pós-Graduação (PRPG), com o apoio das coordenações e das secretarias dos 43 Programas de Pós-Graduação e das oito Unidades Acadêmicas. Este evento representa uma oportunidade singular para a socialização e divulgação da produção científica desenvolvida no âmbito da pós-graduação, para a ampliação das interações entre pesquisadores, e para a popularização dos resultados das pesquisas sistematizados por estudantes e professores.

Na 34ª edição do Congresso da Pós-Graduação, os discentes participantes submeteram trabalhos científicos, nas modalidades resumo simples, resumo expandido ou artigo completo. O processo de avaliação dos trabalhos foi realizado por comissões designadas pelos Coordenadores de Programas de Pós-Graduação, compostas por docentes e/ou pesquisadores de pós-doutorado pertencentes aos Programas. Após o processo de avaliação, foram selecionados 831 resumos, que integram esta publicação dos Anais da 34ª edição.

Nesta edição, a temática proposta no 16º Congresso Unificado foi “O Papel da Universidade para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU”, refletindo o compromisso da UFLA com a promoção de uma ciência alinhada às demandas contemporâneas da sociedade. A programação contou com mesa-redonda, palestras, workshops e oficinas temáticas, com a participação ativa de docentes e discentes, estimulando reflexões interdisciplinares sobre os desafios do desenvolvimento sustentável.

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu como parte da Agenda 2030, 17 objetivos ou metas para adoção em escala global, no sentido de sensibilizar a população mundial para as mudanças que têm ocorrido no planeta. Essas metas são conhecidas como ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) e têm sido amplamente divulgadas no mundo todo. Várias ações locais, regionais, nacionais e internacionais de diferentes magnitudes e alcances têm sido realizadas para que tais objetivos sejam atendidos visando a erradicação da pobreza, proteção e preservação do meio ambiente, paz, equidade e prosperidade para todos.

Cientes de que esse evento promoveu a divulgação da ciência, viabilizando contribuições para a inovação e para o desenvolvimento social, externamos nossos agradecimentos a todos os docentes e discentes da UFLA, aos bolsistas de Pós-Graduação, aos servidores e colaboradores da PRPG, as Coordenadorias de Secretaria Integrada das Unidades Acadêmicas, as Coordenações de Programas de Pós-graduação, e todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização do XXXIV Congresso da Pós-Graduação. Estendemos nossos agradecimentos às agências de fomento CAPES, CNPq e FAPEMIG, pelo apoio financeiro concedido aos bolsistas e aos projetos de pesquisa.

ADMINISTRAÇÃO	31
67 A revista Sem-Terrinha e a pedagogia do MST: Análise sobre infância, território e emancipação	32
86 Do local ao global: O papel da pesquisa universitária na internacionalização sustentável do café brasileiro.	60
101 O modelo de otimização pela média-variância proposto por Markowitz como estratégias de investimento baseada em otimização de carteira	61
106 Vieses cognitivos na tomada de decisões de investimentos: Uma revisão integrativa da literatura	67
122 Caminhos metodológicos da ciência cidadã na produção de conhecimento	68
210 Parceria universidade-comunidade: Os benefícios da comunicação pública da ciência para os bancos de alimentos	69
229 Hospitalidade organizacional e a agenda 2030: Universidade Federal de Lavras (UFLA) no acolhimento de estudantes estrangeiros	70
264 Determinantes do bem-estar financeiro no Brasil: Uma análise das variáveis sociodemográficas e da alfabetização financeira	72
287 Competitividade e sustentabilidade na agricultura familiar: O papel da visão baseada em recursos como estratégia	74
373 Inteligência Artificial e ecossistemas de inovação: Um olhar bibliométrico sobre a pesquisa	75
414 Diversidade religiosa, governança local e os ODS: Um estudo etnográfico em Lavras-MG	76
415 Extensão na pós-graduação: A atuação do Diálogos - Observatório da Diversidade Religiosa	77
417 Governança da diversidade religiosa no Brasil: Mapeamento e contribuições de organizações para a liberdade religiosa	78
516 Desigualdades por sexo e cor ou raça na pós-graduação da UFLA: Uma análise dos índices IPG e IPR	79
517 Investimento Estrangeiro e os ODS: Convergência institucional para a igualdade de gênero	80
531 Inovação tecnológica e sustentabilidade ambiental: Uma análise dos países do Acordo de Paris	81
561 A logística do VI SIEGEP e VIII SInEGEPE	82
565 O efeito do market share sobre o desempenho econômico-financeiro e a eficiência operacional das empresas listadas na B3 entre 2011 e 2024: Uma análise multinível	83
669 Valor percebido e adesão do consumidor em práticas integrativas e complementares (PIC): Uma meta-síntese qualitativa	84
712 Evolução do estudos sobre ESG uma revisão da literatura pela abordagem da teoria institucional	85
713 Práticas ESG e o desempenho econômico-financeiro das empresas listadas no índice de sustentabilidade da Brasil Bolsa e Balcão	86
718 Resiliência econômica e vulnerabilidade socioeconômica: Uma análise dinâmica dos municípios mineiros (2014–2020).	87
719 Empreendedorismo social: Um estudo bibliométrico sobre a produção científica internacional.	88
746 Semeando conhecimento, colhendo desenvolvimento: O papel das IES nos estados brasileiros	89
759 Resistência cultural e equidade de gênero em empresas internacionalizadas: Uma revisão integrativa da literatura	90
771 A personalização algorítmica no processo decisório dos consumidores	91
782 Perfil demográfico dos participantes do VI SIEGEP e VIII SInEGEPE	92
813 O efeito da música na percepção, aceitação e emoção de consumidores de cafés especiais: Um estudo envolvendo a experiência sensorial	93
814 Os esforços empreendidos pelo estado com o cuidado da saúde mental dos servidores sob a lente da ação empreendedora	94
828 Programa Zetta Lab: Uma iniciativa de capacitação prática e integração de estudantes da UFLA	95
883 Construindo trilhas de aprendizado: Formação de recursos humanos da Embrapii Zetta/UFLA	96
970 Inovação pedagógica no ensino superior em administração: Uma aprendizagem transformadora	97
ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	98
320 Eficiência do gasto público em educação no Brasil: Uma revisão sistemática	99
416 Fiscalização de contratos nas Superintendências Regionais de Ensino de Minas Gerais: Um estudo sobre os principais desafios	113
640 Inovações de base e redes sociotécnicas: A Honey Bee Network e as tecnologias sociais no Brasil	119
877 Integração Universidade-Empresa: A experiência da unidade EMBRAPII/ZETTA/UFLA	129
923 A aplicação da Lei nº 14.192/2021 nos Legislativos Municipais: Um levantamento exploratório	135
981 Trabalho infantil e resultados escolares: Análise dos microdados do ensino fundamental em Minas Gerais de 2019	141
AGROQUÍMICA	147

140	Adsorção de azul de metileno por nanopartículas de lignina kraft.	148
152	Uso da lignina na remoção do corante azul de metileno	149
225	Decodificando a inibição alostérica da MALT1: O papel oculto da plasticidade conformacional em estados metaestáveis via simulações de DM enviesadas e redes neurais	150
522	Lignina e suas nanopartículas: Potencial para proteção ultravioleta em têxteis.	151
612	Análise dos teores de glicerol em diferentes amostras de cachaças e aguardentes	152
618	Avaliação de nanopartículas de lignina kraft em pH ácido e neutro	153
648	Análise de fenólicos totais em folhas de <i>Psidium guajava</i> (goiabeira Paluma)	154
858	Biomassa de trigo tratada com base para remoção do corante azul de metileno	155
859	Síntese e caracterização de dihidropirimidinona: Composto com potencialidades farmacológicas para incorporar em ciclodextrinas para futuros testes in vitro e in vivo	156
869	Valorização sustentável da película prateada do café: Fontes de compostos bioativos e melanoidinas	157
941	Estratégia híbrida: Imobilização de butirilcolinesterase humana em nanopartículas magnéticas para neutralização de organofosforados	158
955	Síntese multicomponente de quinolina e derivados através da reação de Doebner e suas aplicações como fungicida.	159
968	Obtenção de carvão ativado a partir de bagaço de cana-de-açúcar, para adsorção de contaminante modelo	160
BIOTECNOLOGIA VEGETAL		161
189	Intensidade luminosa modula o crescimento e a partição de biomassa em plântulas cultivadas sob condições controladas	162
266	Efeito da qualidade luminosa no cultivo in vitro da <i>Mentha arvensis</i> L.	163
267	Influência do cultivo in vitro de <i>Mentha arvensis</i> L. sob diferentes qualidades espectrais de luz	164
525	Emulsões de óleo essencial de <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook no cultivo in vitro de <i>Bambusa vulgaris</i> Schrad. Ex JC Wendl	165
594	Análise da indução de calos e regeneração em genótipos de arroz sob diferentes concentrações de 2,4-D	166
600	Variabilidade fenotípica em linhagens de arroz de terras altas para qualidade de grãos	167
636	Uso de membranas porosas na tampa do frasco na repicagem de segmentos nodais de <i>Mentha arvensis</i>	168
BOTÂNICA APLICADA		169
95	Efeito da água de coco na micropropagação e nos parâmetros fisiológicos de <i>Selenicereus undatus</i>	170
108	Efeito do subproduto de água de coco no desenvolvimento anatômico de <i>Selenicereus undatus</i> (Haw.) D.R. Hunt cultivado in vitro	171
195	Anatomia foliar e caulinar de <i>Coffea arabica</i> L. sob efeito sombreamento por árvores de <i>Eucalyptus</i> sp.	172
279	Índices de crescimento de <i>Typha domingensis</i> Pers. cultivada em resíduo de mineração de ferro alagado	173
353	In vitro elongation stage of <i>Eucalyptus dunnii</i>	174
354	Systematic study of <i>Papaver argemone</i> and <i>Papaver belangeri</i> in flora of Iran	175
647	Anatomia foliar em <i>Solanum lycopersicum</i> L. (Solanaceae) sob interação entre fósforo e etileno	176
677	Taxonomic revision of two species of the genus <i>Papaver</i> L. (Papaveraceae) in the flora of Iran	177
738	Anatomia foliar de <i>Pyrostegia venusta</i> (Bignoniaceae) de flor amarela cultivada no Horto Botânico da UFLA	178
752	Anatomia foliar de <i>Pyrostegia venusta</i> (Ker-Gawl) Miers (Bignoniaceae) em diferentes ambientes da UFLA	179
786	Canteiros temáticos como ferramenta de educação botânica ambiental: levantamento de espécies ornamentais no UFLA em Flor – Festival de Primavera	180
842	Anatomia ecológica foliar de <i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth (Piperaceae) em diferentes ambientes de ocorrência	181
914	Arborização urbana e percepção botânica: uma experiência educativa no UFLA em Flor: Festival de Primavera	182
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO		183
131	Play na Consciência: Jogos Sérios como Ferramenta de Conscientização sobre a Violência contra a Mulher	184
146	Digital Banking Inclusion and the Rise of Rural Entrepreneurship in Sub-Saharan Africa	185
188	Otimização da montagem de elenco no futebol: Aprendizado de máquina para redução da imprevisibilidade em contratações	196
192	Desenvolvimento de um Sistema de IA Explicável para Apoio ao Diagnóstico Médico: Problemas Cerebrais.	197
387	Um modelo de processo MLOps para Cafeicultura	211
400	Agentes de grandes modelos de linguagem são bons cientistas de Dados?: Avaliando métodos baseados em agentes para Ciência de Dados em português	212

445	Smartphones como Plataforma de Inteligência Artificial de Borda para Assistência ao Condutor: Análise de Desempenho Computacional, Térmico e Energético	213
477	Aplicação de LLMs no Setor Jurídico Brasileiro: Desafios e Potencialidades com uso de RAG	214
558	Algorithms For Solving The Job Rotation Problem With Heterogeneous Workers	215
627	Avaliação de Abordagem de Classificação Hierárquica para Detecção de Discurso de Ódio na Língua Portuguesa	216
652	A Comparative Analysis of Knowledge Distillation Strategies for Interpretable Lightweight Intrusion Detection in IoT Networks	217
662	Sistema Inteligente para Correção de Exercícios com Halteres	230
675	Uma avaliação de heurísticas de despacho de pedidos de entrega de alimentos sob demanda em um simulador de tráfego realista	231
767	Sistema IoT LoRaWAN Open Source para Monitoramento e Gestão do Consumo de Água em Campus Universitário	237
850	Acessibilidade de Fórmulas Matemáticas em Artigos Científicos: Desafios e Perspectivas para Pessoas com Deficiência Visual no Ensino Superior	238
851	Mensuração da Acessibilidade Digital: Um Estudo com Ferramentas Adotadas por Governos em Diferentes Países	239
909	Engenharia de Software e Sustentabilidade: Um Estudo sobre Critérios e Avaliação de Sustentabilidade na Engenharia de Software	240
CIÊNCIA DO SOLO		241
75	A deposição de rejeitos como fator de modificação dos atributos físicos do solo	242
107	NemaEggs: Algoritmo de contagem de ovos de nematoides que utiliza imagens de baixo custo de obtenção	243
111	Capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos das ilhas do Ibo e Quirimbas na perspectiva de produção do café (<i>Coffea spp.</i>) típico do Ibo, Cabo Delgado-Moçambique	244
172	Efeito do mercúrio na absorção de macronutrientes e produção de biomassa de gramíneas	245
173	Acúmulo de nutrientes em gramíneas cultivadas em solos contaminados por mercúrio	246
205	Produção e caracterização de fertilizantes organominerais baseados em (nano)biochar de casca de café	247
235	Comportamento físico-mecânico de quatro Argissolos do campus da UFPA	248
250	Acúmulo de nitrogênio em clones de batata	249
254	Modelos preditivos para densidade máxima do solo e umidade ótima a partir de curvas de compactação de solos brasileiros	250
289	Caracterização multitemporal e espacial dos sedimentos da Lagoa de Ibirité (MG) por espectrometria de fluorescência de raios X portátil (pXRF)	251
429	Estratificação de pedoambientes para previsão de notas sensoriais em cafés de Minas Gerais	252
438	Comunidades da fauna edáfica invertebrada em ecossistemas naturais e cultivos de banana no domínio Caatinga, em Minas Gerais	253
459	Grupamentos de vigor vegetativo em cafezais do Cerrado Mineiro: integração de séries temporais de NDVI e atributos de campo para zoneamento de manejo	254
479	Biofertilização com bactérias solubilizadoras de fosfato em mudas de maracujazeiro-azedo	255
495	Associação entre hotspots das notas sensoriais de cafés floral e frutado e variáveis edafoclimáticas em Minas Gerais	256
541	Avaliação de elementos potencialmente poluentes em líquens com uso de fluorescência de raios X portátil	257
592	Determinação da composição elementar de frutos de cafeeiro usando fluorescência de raios-X portátil	258
604	Simbioses de rizóbios com leguminosas florestais predominam nos biomas de Minas Gerais	259
673	Tolerância de cultivares de feijão-caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) à salinidade sódica em um Cambissolo	260
742	Sensores Proximais e Aprendizado de Máquina na Definição da Amostragem para Predição da Textura do Solo	261
765	Curvas de compressão e modelo de capacidade de suporte de carga em Argissolo Vermelho-Amarelo sob mata nativa.	262
774	Biomassa e composição de minhocas em plantações de eucalipto e fragmentos de Mata Atlântica	263
802	Avaliação de manejos conservacionistas por meio do índice de qualidade do solo no Equador	264
820	Comparação geométrica entre as bases GADM e BrazilMaps na definição do limite municipal de Sapezal (MT) para aplicações em sensoriamento remoto	265
860	Fertilidade do solo na fase de enchimento de grãos em áreas sob diferentes sistemas cultivo sustentável de café no Semiárido Mineiro	266
866	Uso do sensor Terram para diagnóstico da variabilidade espacial da condutividade elétrica do solo em área de vinícola	267

867	Relação entre a estabilidade estrutural e a matéria orgânica do solo em sistemas de manejo agrícola em Sapezal, MT	268
870	Inclusão de plantas de cobertura no cultivo de milho para silagem e seus impactos na agregação do solo	269
878	Eficácia da biofortificação do alho nobre e sua contribuição para a ingestão diária de selênio	270
881	Desempenho agrônômico e resposta antioxidante do alho nobre biofortificado com selênio	271
882	Manejo com plantas de cobertura para mitigar a compactação do solo em sistema de plantio direto	272
885	Caracterização e gênese de solo representativo do médio Rio Grande, município de Bom Sucesso (MG)	273
924	Manejo de ofertas de forragem impactam a atividade de FMAs em solos de pastagem nativa no Pampa	274
CIÊNCIA DOS ALIMENTOS		275
300	Avaliação da atividade de água ao longo do tempo em méis monoflorais, polifloral, extrafloral e de melato	276
363	Quantificação de açúcares presente em méis	281
410	Avaliação do potencial de cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> isoladas de bebidas indígenas para produção de cervejas	287
424	Análise microscópica de méis armazenados ao longo de 180 dias	293
430	Efeitos do ultrassom na textura do lagarto e contrafilé bovino: uma abordagem comparativa	299
444	Avaliação da Qualidade Físico-Química e da Textura de Geleia elaborada com Limão-Rosa (<i>Citrus x limonia</i>)	305
460	Caracterização sensorial e aceitabilidade de cafés em diferentes categorias de qualidade	311
464	Bioacessibilidade e atividade antioxidante de compostos fenólicos de capuchinha (<i>Tropaeolum majus</i> L.) em digestão gastrointestinal simulada	317
471	Avaliação sensorial de cafés sob a influência de mídias sociais: caracterização e aceitabilidade	323
481	Determinação do teor de umidade em méis monoflorais, polifloral e de melato armazenados em condições variadas	329
483	Aplicação de revestimento comestível à base de gelatina incorporado com extrato aquoso de <i>Moringa oleífera</i> para a conservação da vida útil de almôndegas bovinas refrigeradas	334
492	Perfil de compostos voláteis de batata-doce cultivar 'BRS Amélia'	340
559	Variação do pH no extrato de café conilon durante o processo de torra padrão	346
578	Determinação de ésteres, aldeídos e açúcares em cachaças comercializadas na Zona da Mata Mineira	352
579	Efeito de solventes de extração e da origem geográfica nos teores de compostos fenólicos das diferentes frações do pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.)	358
589	Efeitos do ultrassom nos parâmetros de cor e rendimento de produtos curados cozidos elaborados com lombo suíno de diferente qualidade	364
613	Caracterização de compostos antinutricionis e atividade enzimática das frações da pupunha (<i>Bactris gasipaes</i>)	370
666	Broca do café (<i>Hypothenemus hampei</i>) e o perfil lipídico em cafés especiais	376
679	Viabilidade de <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> CCMA 0743 e <i>Pichia kluyveri</i> CCMA 0615 em extrato de taro fermentado e seco por atomização	383
695	Explorando a microbiota e o perfil químico de cafés Robustas Amazônicos fermentados pelo método de anaerobiose autoinduzida (SIAF)	384
720	Filmes Biodegradáveis de Amido para Conservação de Alimentos	390
728	Qualidade sensorial de café especial com diferentes níveis de grãos brocados	391
749	Desempenho de um espectrofluorímetro portátil para identificação de adulteração em azeite de oliva	397
758	Grupos microbianos presente no Sourdough de trigo	402
777	Efeito de diferentes condições de descongelamento na qualidade de cenouras impregnadas com xilo-oligossacarídeos	406
796	Avaliação Morfológica e Qualidade Físico-Química de Músculos Suínos de Diferentes Cortes Comerciais	412
811	Bactérias e leveduras presente no Sourdough de trigo em diferentes ambientes	418
836	Potencialidades do Soro de Leite do Queijo Minas Artesanal: Sugestões de produtos para Agregação de Valor na Propriedade Rural	421
889	Caracterização química da farinha de semente da Palmeira azul (<i>Bismarckia Nobilis</i>)	427
918	Efeito da adição de mucilagem de ora-pro-nóbis em emulsão óleo em água	433
921	Caracterização Microbiológica do Queijo Minas Artesanal Casca Florida Natural do Cerrado: identificação de morfotipos	439
977	Capacidade Adaptativa de <i>Escherichia coli</i> Enterohemorrágica ao óleo essencial de alho	444
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA		450
71	Uso do espectrômetro NIR portátil para classificação de tábuas de <i>Pinus</i> sp. destinada a produção de lápis	451

83	Análise da eficiência de carbonização hidrotérmica no aprimoramento das características energética do bio-óleo da biomassa de casca de arroz	466
159	Avaliação da variação espacial e temporal das contrações e da umidade da madeira durante a secagem de tábuas de Pinus por análise de imagens e espectroscopia no NIR	467
168	Lignina de bagaço de cana-de-açúcar como aditivo fotoprotetor na formulação de vernizes	468
213	Marcas causadas por tensões compressivas na parede de fibras de teca	469
223	Caracterização físico-química do biochar de caroço de açaí produzido em sistema fornos-fornalha: propriedades energéticas e potencial metalúrgico	470
251	Caracterização do óleo essencial das cascas de <i>Vismia cayennensis</i>	471
252	Influência da espécie e da temperatura de carbonização nas propriedades físico-químicas de biochar de resíduos lenhosos da Amazônia	472
262	Review: Potencial do uso da densitometria de raios-X para estimar estoques de carbono em árvores tropicais	473
268	Taxa de resfriamento do sistema de carbonização fornos-fornalha para produção de carvão vegetal a partir de resíduos do manejo florestal na Amazônia	474
276	Caracterização química de fibras de Jerivá (<i>Syagrus romanzoffiana</i>) tratadas com hidróxido de sódio para aplicação em compósitos cimentícios	475
281	Efeito da ordem do processamento mecânico e da termodensificação na qualidade da superfície da madeira juvenil de Teca	476
282	Mapeamento da rugosidade da madeira termodensificada, em diferentes profundidades	477
336	Explorando o potencial da espectroscopia NIR e da colorimetria na classificação de pellets de serragem e casca de Pinus	478
339	Combustão e pirólise de biomassa lenhosa: uma revisão bibliométrica	479
345	Painéis LVL e Resistência ao Cisalhamento: Aplicação de Adesivos Cardanol-Formaldeído Nanomodificados	480
350	Estimativa da viabilidade técnico-econômica da produção de etanol de segunda geração em Moçambique	481
368	Casca de <i>Eucalyptus</i> spp. como matéria-prima para a produção de Etanol 2G	482
374	Desvendando os segredos das árvores: a gamificação como estratégia de ensino em identificação de madeiras	483
377	Variação espacial da densidade em cavacos de madeira de <i>Eucalyptus</i> sp. por imagem hiperespectral	484
476	Hidrofobização da superfície de filmes de nanofibrilas de celulose a partir de resíduos de papel via pós-tratamento com brometo de cetiltrimetilamônio	485
502	Caracterização da rigidez e da recuperação elástica da madeira de <i>Eucalyptus</i> sp. sob carga pontual: uma abordagem experimental de baixo custo	486
503	Espectroscopia NIR na discriminação de espécies e detecção de cardanol em pellets de biomassa	487
511	Nanopartículas de lignina para bloqueio UV: avaliação de rotas de síntese	488
520	Encapsulamento de partículas lignocelulósicas com material de mudança de fase: Alternativas para aplicações em matrizes cimentícias	489
551	Avaliação da estabilidade dimensional de resíduos de madeira incorporados com material de mudança de fase	490
554	Análise bibliométrica da produção científica sobre dendrocronologia da espécie <i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	491
622	Estimativa de umidade e densidade de toras de <i>Eucalyptus</i> sp. em campo a partir de espectrômetros no NIR portáteis	492
717	Efeitos da Variação do Teor de Aglutinante e Minério de Ferro nas Propriedades de Briquetes Autorredutores	493
727	Caracterização química da casca de <i>Eucalyptus</i> sp. visando sua valorização para produção de biocombustíveis usando pré-tratamento hidrotérmico	494
780	Valorização de finos de carvão vegetal para produção de pellets e briquetes: potencial energético para usos industriais e domésticos	500
787	Sinal isotópico de $\delta^{13}\text{C}$ em <i>Cedrela fissilis</i> Vell. como indicador de condições ambientais em floresta tropical sazonalmente seca	501

CIÊNCIAS DA SAÚDE	502

53	Estudantes do Sexo Feminino apresentam Maiores Escores de Estresse Percebido	503
119	Análise da representatividade celular e da coleta adequada de lâminas citopatológicas da cidade de Varginha – MG	504
120	Consumo de alimentos ultraprocessados: relação com a saúde bucal de adolescentes (PeNSE 2019)	505
121	Dependência em vídeos curtos está associada à piores escores de bem-estar psicológico em estudantes de Ciências da Saúde	506

221	Relação do consumo alimentar, distúrbios de sono e atividade física entre adolescentes: análise de inquéritos de base populacional de países em desenvolvimento	507
371	Tratamento com ácidos húmicos melhora a glicemia e creatinina sérica em modelo murino de depleção estrogênica	508
394	Efeitos de extratos de linhaça e amoreira sobre a morfologia da parede da aorta torácica de ratas ovariectomizadas	509
584	Relação entre fisiologia oral e obesidade em adultos: Estudo preliminar transversal	510
631	Doença periodontal modula a microbiota intestinal e promove disfunção coronária em ratos naturalmente envelhecidos: melhora com β -glucana oral	511
901	Série temporal de casos registrados de tuberculose no Brasil, em população privada de liberdade e a pandemia da COVID-19, entre 2014 a 2024.	512
959	Avaliação do bem-estar e percepção da imagem corporal em mulheres praticantes de diferentes modalidades de exercício físico	514

CIÊNCIAS VETERINÁRIAS 515

60	Trans-cinamaldeído como alternativa natural para o controle reprodutivo de fêmeas ingurgitadas de <i>Rhipicephalus microplus</i>	516
180	Microscopia Raman para identificação de compostos bioativos de <i>Momordica charantia</i> com potencial imunoterapêutico	517
182	Abordagem terapêutica a campo em novilha com anemia grave por hemoparasitose: relato de caso	518
191	Avaliação do óleo essencial de <i>Mentha pulegium</i> na mortalidade de <i>Rhipicephalus microplus</i>	519
212	Farmacocinética, índices de predição de eficácia e simulações de Monte Carlo da enrofloxacinina para o tratamento da colibacilose em frangos	520
239	Aplicação do esquema MLST 21 e MLVA 16 para análise molecular de duas <i>Brucella abortus</i> isoladas no Brasil	521
283	Detecção molecular de <i>Salmonella</i> spp. em morcegos do Cerrado mineiro	522
319	Análise histológica do tegumento de <i>Rhipicephalus microplus</i> expostos aos extratos de <i>Metarhizium</i> spp. e à deltametrina	523
330	Avaliação molecular de <i>Yersinia enterocolitica</i> em morcegos do Cerrado mineiro	524
335	Caracterização epidemiológica, macroscópica e histológica de casos de salmonelose em bovinos em Minas Gerais (2014-2024)	525
348	Farmacocinética e farmacodinâmica da progesterona exógena e seus efeitos no trato reprodutor de éguas acíclicas – resultados parciais	526
404	Uso de probióticos durante a incubação de ovos: caracterização da microbiota da casca e efeitos preliminares sobre eclodibilidade	527
407	Utilização de antimicrobianos em propriedades produtoras de leite em Minas Gerais	528
462	Ação acaricida ‘in vitro’ da papaína em solventes orgânicos	529
519	Análise proteômica de sêmen criopreservado de <i>Prochilodus lineatus</i> : expressão de proteínas pela Melatonina	530
521	Análise proteômica de sêmen criopreservado de <i>Prochilodus lineatus</i> : proteínas exclusivas no congelamento padrão	531
548	Avaliação dos efeitos subletais do β -pineno em fêmeas semi-ingurgitadas de carrapatos <i>Rhipicephalus microplus</i> (Acari: Ixodidae)	532
574	Avaliação da ação do trans-anetol e do trans-cinamaldeído na mortalidade de <i>Rhipicephalus microplus</i>	533
621	Avaliação da toxicidade aguda e efeitos teratogênicos do extrato hidroetanólico de <i>Stachytarpheta sellowiana</i> em embriões de zebrafish	534
628	Efeito do β -pineno no desempenho reprodutivo de fêmeas ingurgitadas de <i>Rhipicephalus microplus</i>	535
629	Babesiose cerebral em bovinos submetidos a protocolo de indução de lactação	536
643	Neoplasias mamárias diagnosticadas em coelhas (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	537
692	Formação dos profissionais brasileiros, médicos veterinários e zootecnistas, sobre o atendimentos de casos de Hiperparatireoidismo Nutricional Secundário em equídeos	538
721	Correlação entre técnicas RIA e ECL na quantificação de progesterona em plasma bovino	539
791	Avaliação Biomecânica da Técnica de Osteotomia em Cunha Aberta Caudal da Tíbia para Nivelamento do Platô Tibial em Cães – Estudo Piloto	540
794	Sinfisiodesse púbica juvenil para tratamento de displasia coxofemoral em cão - relato de caso	541
826	Avaliação biomecânica das técnicas de TPLO e CBLO para ruptura do ligamento cruzado cranial – estudo ex-vivo em cães	542
832	Avaliação da qualidade do leite para produção do Queijo Minas Artesanal do Serro: integração entre universidade, assistência e produtores	543

835	Análise de microrganismos causadores de mastite em leite cru destinado à produção do Queijo Minas Artesanal na região do Serro (MG)	544
863	Efeito da suplementação de <i>Arthrospira platensis</i> sobre a qualidade do sêmen criopreservado de <i>Brycon orbignyanus</i>	545
895	Série temporal de casos de malária na região do Matopiba associada ao avanço da fronteira agrícola, 2003-2023	546
903	Interferência radiográfica causada por sobreposição de implante de sensor de monitor de glicose em cão	547
908	Efeito da prostaglandina F _{2α} na regressão do corpo lúteo em cabras da raça Saanen durante a contraestação reprodutiva	548
925	Caracterização epidemiológica e anatômica dos linfomas em pequenos animais: estudo retrospectivo de dez anos em Minas Gerais, Brasil.	549
928	Padrões hierárquicos da prevalência de cisticercose bovina em frigoríficos sob inspeção estadual de Minas Gerais	550
946	Condicionamento de maritacas (<i>psittacara leucophthalmus</i>) ao exame radiográfico sem contenção química	551
949	Avaliação ultrassonográfica de estase folicular em tigre-d'água (<i>Trachemys dorbigni</i>): relato de caso	552
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E EXTENSÃO		553
54	Impacto da exploração mineral na comunidade local: um estudo de caso no distrito de Inhassunge, Moçambique.	554
84	Da Pesca à Maricultura: O Caso dos Caiçaras de Caraguatatuba	555
306	Restauração de ecossistemas na era da crise ambiental: reflexões paradigmáticas e enfrentamento das desigualdades nos territórios	556
361	Jornada sustentável	557
440	O meio ambiente como sujeito de direito: Uma análise crítica dos instrumentos legais para a proteção dos rios na Colômbia – Estudo de caso da Sentença T-038 de 2019 – Rio Cauca	559
873	ODS e Extensão Universitária: integração de dados abertos e inteligência artificial	561
ECOLOGIA APLICADA		562
85	O Que Adultos e Juvenis de Krill Antártico Comem no Inverno?	563
109	Padrões sazonais de alimentação e ingestão de microplásticos por <i>Macrobrachium amazonicum</i> em um reservatório neotropical	564
117	Dinâmica populacional do camarão não nativo <i>Macrobrachium amazonicum</i> em um reservatório tropical	565
249	Avaliação de espécies arbóreas usadas no planejamento de arborização urbana e sua adequabilidade ambiental	566
343	Correlação entre componentes corporais de machos e fêmeas de <i>Valdivia serrata</i> (White, 1847) em igarapés amazônicos	567
443	Ecotoxicidade de um Herbicida à base de Diquate e Flumioxazina em <i>Eisenia andrei</i>	568
590	Variação espacial na dieta de <i>Astyanax lacustris</i> (Characidae) no Reservatório de Furnas (MG)	569
763	Aprimoramento da detecção da cobertura vegetal por meio de Random Forest e sensoriamento remoto na região centro-oriental do Peru	570
EDUCAÇÃO		571
59	Metodologias Visuais e Virtuais no Acesso a Saberes da Experiência: Potencialidades para a Pesquisa em Lazer Juvenil	572
65	Movimento Software livre e empresas privadas na educação	573
77	Implementação de tecnologias educacionais por docentes em uma cidade do interior do Sul de Minas Gerais	574
89	Ensino da leitura em uma perspectiva multissemiótica: uma proposta de análise da videoanimação Maalum	575
99	Tecnologias digitais na educação: a inserção do podcast como ferramenta de ensino e aprendizagem.	576
102	Entre dizeres e fazeres: uma análise dialógica dos discursos dos docentes sobre a formação continuada em uma escola estadual	577
103	O uso de filmes no Ensino de História brasileiro: o início, o fim e o meio.	578
115	O Sistema Mineiro de Avaliação e Equidade da Educação Pública (SIMAVE) e seus Desdobramentos no Contexto de duas Escolas do Sul do Estado de Minas Gerais	579
118	A gestão da escola: Para além das questões burocráticas e administrativas	580
124	A prática da leitura literária na Educação Infantil sob a abordagem Reggio Emilia	581
132	O desenvolvimento do conceito de número nos Anos Finais do Ensino Fundamental	582
136	Abraçando vidas - Histórias e estratégias para o acolhimento escolar	583
143	A história a contrapelo: Concepção de história em Walter Benjamin	584
166	As políticas educacionais de inclusão na prática da Educação Física Escolar e as perspectivas de valorização e/ou marginalização das diferenças	585

171	O desenvolvimento do pensamento computacional em situações desencadeadoras de aprendizagem	586
175	Formação Continuada e o Papel da Supervisão Pedagógica: Uma Análise sobre Compreensão e Aplicação de Metodologias Baseada em uma Aprendizagem Ativa.	592
177	A concepção de história em Walter Benjamin e Paulo Freire	593
190	A Construção Social e Cultural da Identidade de Gênero: Uma Análise da Representação de Gênero no Filme Adoráveis Mulheres	594
215	A gestão da educação sob a ótica do neoconservadorismo: O caso da GIDE em Minas Gerais	595
216	Os desdobramentos dos resultados do SAEB no contexto de uma escola no sul de Minas Gerais	598
226	Relações de poder e a constituição de subjetividades na instituição escolar	599
232	Práticas de leitura e escrita na cultura digital e os desafios contemporâneos da educação	600
240	A literatura à margem? O lugar do texto literário nos Jornais Lupa e em seus Cadernos Pedagógicos	601
241	Jogos e brincadeiras como dispositivos de experiência na Educação Física Escolar: Análise a partir de Walter Benjamin	602
265	Formação inicial de gestores escolares no Curso de Pedagogia	603
280	Reformas educacionais e a desprofissionalização docente: Instrumento de coleta de dados	604
295	(Multi)letramentos e práticas de leitura: A compreensão de textos multissemióticos	605
296	Explorando o desenvolvimento da compreensão leitora: Conceitos, estratégias e práticas docentes	606
298	Avaliações externas e suas implicações na Educação Especial: O caso do SIMAVE	607
308	A profissão docente na perspectiva do ressentimento do ascetismo neoliberal e da racionalidade técnica instrumental	608
334	O campo literário em perspectiva dialógica, sociológica e cultural: uma proposta metodológica para o ensino de literatura a partir de Bakhtin, Candido e Lózman.	609
341	Saberes docente sobre a alfabetização de crianças e seus reflexos em sala de aula	610
362	As Lutas/Artes marciais no curso de Educação Física em Instituições de Ensino Superior públicas mineiras	611
367	Educação financeira e sustentabilidade: Reflexões sobre a produção de energia elétrica e o orçamento familiar a partir de uma sequência de aulas	612
383	O papel do supervisor na implementação e consolidação do Currículo Referência de Minas Gerais	613
412	A prática de leitura literária no Ensino Fundamental II: Reflexões e possibilidades	614
420	A gestão escolar na implementação da lei que proíbe o uso de celular nas escolas	616
447	Desigualdade social e letramento digital: Desafios e oportunidades no contexto escolar	617
489	Mediação pedagógica: Bases teóricas e metodológicas	618
491	Percepções de professores acerca da mediação pedagógica para o trabalho com a leitura em sala de aula	619
512	Das rotas (desviantes) em aulas remotas de Educação Física com uma plataforma de videoconferência: Um estudo ator-rede	620
534	Políticas Públicas e Legislações na Educação Bilíngue de Surdos: Um estudo de caso em Lavras, MG	621
564	Alfabetização e multiletramentos na era digital: Um estudo sobre a integração da Inteligência Artificial generativa em práticas pedagógicas	622
573	Consciência fonológica no 1º Ano do Ensino Fundamental: Percepções docentes e avanços na escrita infantil	623
587	Estratégias metodológicas para o trabalho com videoanimações em sala de aula	624
591	Elaboração de materiais didáticos de Língua Portuguesa: O contexto pós-pandêmico e a necessidade de letramento digital	625
596	Pedagogia da Imagem e Ensino de História: Perspectivas para a utilização do Cinema na Educação Básica	626
603	O tratamento dado à leitura de textos digitais nos cadernos MAPA voltados ao Ensino Médio em Tempo Integral em Minas Gerais	627
624	Produtos educacionais e suas contribuições para a formação docente: a videoanimação como recurso para o desenvolvimento da leitura crítica em cursos de Publicidade e Propaganda	628
664	Aço nas almas: Uma reflexão sobre a formação inicial de professores para a Educação de Jovens e Adultos – EJA no Vale do Aço e no Vale do Rio Doce	630
665	Patrimônio cultural e educação: uma abordagem nos contextos sociocomunitário e escolar	631
683	Autoavaliação Institucional: fatores que associam o processo de orientação com o adoecimento mental de pós-graduandos (strictu sensu) de uma universidade federal de Minas Gerais	632
694	Necessidades Formativas de Professores de Língua Portuguesa	633
698	Análise das características de um bom caso: O Enigma da Beleza Fatal	634
699	Políticas Públicas e Legislações na Educação Bilíngue de Surdos: Um Estudo de Caso em Lavras, MG	635

702	Coordenação Pedagógica na Perspectiva da Educação Infantil em um Município do Sul de Minas: Formação de Formadores na Escola	636
707	A Educação Básica em Cuba pós-revolução de 1959	637
725	Financiamento educacional e seu entendimento em contexto municipal: Aspectos relacionados à Educação Especial	638
733	Quando o tempo desacelera e o espaço fala: O brincar como forma de existir	639
781	Implicações da ética e autonomia na educação: Uma abordagem freireana	640
803	Jogos digitais no ensino de Geografia: Experiências com o uso do Minecraft na educação básica	641
807	Percepções de professores acerca do coordenador pedagógico: Qual o lugar da formação docente?	642
819	Escola e Museus: O que os estudantes pensam a respeito destes espaços?	644
824	A dimensão afetiva e a docência: Investigando concepções de docentes em exercício	645
829	O tema da poluição sonora como objeto da investigação científica-cultura para promoção da cidadania	646
886	A disciplina de Libras na formação de pedagogos na perspectiva de egressos de um curso a distância	647
913	Desafios, articulações e evidências na preparação para a avaliação do SAEB (2025): Um estudo de caso em Escolas Estaduais da SRE- Passos	648
917	O uso da IA generativa no processo de ressemiotização de textos no ensino de Língua Portuguesa	649
934	Identificação de crianças com características indicativas do Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC): um olhar para a formação docente	650
936	A concepção de corpo na perspectiva dos docentes de Educação Física adeptos do currículo cultural	651
937	A Universidade como Agente de Inclusão: o ensino de Libras e os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU	652
974	Estado do conhecimento acerca de Propostas Pedagógicas para a Educação Física na Educação Infantil (2010-2020)	653
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E AMBIENTAL		654
261	O projeto ideológico da Ditadura Empresarial-Militar brasileira: educação para a legitimação de poder	655
312	Revisão bibliográfica da Educação CTS/CTSA no Brasil (2014-2024) – Relações entre a Problemática Ambiental e as Estruturas Sociais	661
399	Potencial do Aeroporto de Lavras para a Educação Ambiental na Escola Estadual Cristiano de Souza de Lavras, MG.	667
427	Escola de Enfermeiras da Cruz Vermelha de Lavras, MG, anos de 1938 a 1945.	673
545	A crônica “Os tais higienistas” de Lima Barreto: estabelecendo um diálogo entre arte, educação científica e ambiental	682
623	Tecnociência e Educação Científica: uma abordagem cinematográfica sobre a natureza da ciência contemporânea	688
626	Interdisciplinaridade no Currículo Referência de Minas Gerais para as Ciências da Natureza no Contexto da Base Nacional Comum Curricular e do Novo Ensino Médio (2017)	694
690	Epifanias das águas: Um olhar interdisciplinar sobre ciência, ambiente e pertencimento no poema de Manoel de Barros	700
747	Cantor Milton Nascimento: Primeira Infância e poéticas das suas músicas	708
789	O conceito de ‘condição absurda’ de Albert Camus a partir do filme ‘2001: Uma odisseia no espaço’	714
792	Vozes afogadas e canções de resistência: Uma análise da música ‘Sobradinho’ sob a luz da Educação Ambiental Crítica	720
798	A transformação da sensibilidade e tecnicidade na Macrotendência Crítica da Educação Ambiental	726
843	A ofensiva do agronegócio nas escolas e a naturalização da crise climática	731
845	O poema “Os Sabiás Divinam” de Manoel de Barros: Caminhos para a formação científica de professores a partir do encantamento	737
847	Saberes docentes no Ensino Superior: Reflexões a partir do Estágio Docência	743
848	O poema “Árvore” de Manoel de Barros e suas contribuições para a educação científica e ambiental na perspectiva crítica	749
852	Trabalho docente no Ensino Superior a partir do campo do estágio: Discussões teóricas e coletivas	755
868	Análise do poema “Do Rio que tudo arrasta” de Bertolt Brecht: Estudo e desenvolvimento de propostas de ensino interdisciplinares em Ciências	761
872	Análise do poema “O Operário em Construção”: A exploração do trabalho e a consciência de classe na poesia de Vinicius	767
880	A disciplina de Estágio Docência e sua possibilidade de pesquisa dentro do âmbito do Ensino Superior	773

891	O céu como um livro de histórias sem fim: aulas de astronomia cultural indígena on-line para crianças e seus efeitos formativos na universidade	779
899	Um olhar sobre o filme Terra em Transe (1967) de Glauber Rocha: A presença da memória brasileira na Formação de Professores de Ciências e Biologia	785
919	O poema “O Homem: as viagens” de Drummond como proposta pedagógica na formação de professores	791
929	A Natureza Pedagoga: estações do ano como tema ímpar para atingir os objetivos de aprendizagem na Educação Infantil	797
931	Análise do Poema “A Morte do Touro Mão de Pau” de Ariano Suassuna como proposta para educação socioambiental	802
932	Jogos pedagógicos e formação crítica: uma experiência de ensino de Ecologia em uma escola rural	808
954	Uma Abordagem CTSA a partir das Músicas “Pela Internet” e “Pela Internet 2” de Gilberto Gil	814
956	Arte, Ciência e Educação: A Cerâmica como Possibilidade Pedagógica na Formação Docente em Biologia	820
958	Poema Lira Itabirana de Carlos Drummond de Andrade: análise e diálogo entre arte, interdisciplinaridade e formação continuada de professores de ciências.	826
965	Ciência e Religião como magistérios (in)dependentes: trajetória acadêmica de grupos estudantis religiosos na Universidade Federal de Lavras	832
976	Inteligência Artificial no Processo Criativo da Arte, com base na Análise do Quadro Teatro da Ópera Espacial e o Processo da Desumanização	837
980	Entre Ciência e Saberes Tradicionais: Um Encontro de Cosmologias na Análise do Poema “Cântico VI” de João de Jesus Paes Loureiro.	843
EDUCAÇÃO FÍSICA		849
58	Mapeando Vivências de Lazer: Juventudes em uma escola pública do Sul de Minas Gerais	850
116	Da tradição à invenção pedagógica: a Folia de Reis sob os olhares freireano e deleuze-guattariano	851
137	Apoio institucional e desenvolvimento profissional: desafios para a liderança feminina no futsal	852
724	Reflexões sobre o fenômeno lúdico na formação docente: Um relato de experiência da disciplina “Interfaces entre Jogo, Brincadeira, Brinquedo e a Educação” no PPGE/UFLA	853
799	A inter-relação entre neurociências, saúde mental e exercício físico: Uma revisão sistemática	854
840	A abordagem da Educação Física Adaptada na Formação Inicial de Professores da UFLA	855
902	Influência dos diferentes tipos de exercícios físicos no percentual de gordura de idosos: Uma revisão literária	856
ENGENHARIA AGRÍCOLA		857
74	Dinâmica Ionosférica Sul-Americana: Mapas de Conteúdo Total de Elétrons (TEC) Suavizados	858
126	Avaliação da correlação entre sensor portátil e câmera multiespectral embarcada em RPA na determinação do vigor de cafeeiros	868
154	Otimização de uma mistura líquida de suco de manga e whey protein para a produção de pó de manga Tommy askint pelo processo de foam mat	869
228	Estereomicroscópio aplicado à análise de biospeckle laser em sementes	870
301	Desenvolvimento de um projeto de uma máquina para colheita de macaúba integrado a sistema piezoelétrico para geração de energia – circuito elétrico	871
302	Desenvolvimento de um projeto de uma máquina para colheita de macaúba integrado a sistema piezoelétrico para geração de energia – protótipo	872
313	Preditiva e Não Supervisionada da Qualidade Sensorial do Café Arábica: Uma Abordagem Baseada em Dados Sintéticos e Interpretabilidade de Modelos	873
327	Estimativa do NDRE com imagens multiespectrais de RPA na avaliação do café arábica em resposta ao estresse hídrico em ambiente de diferentes declividades	874
331	Avaliação de métodos de interpolação espacial para precipitação anual em Minas Gerais	875
346	Uso de Geocomputação para a Caracterização Clinográfica e Hipsométrica do Relevo no Distrito de Boane - Moçambique	876
426	Análise Temporal de Iluminação Noturna na região do Campo das Vertentes entre 2012 e 2014	877
434	Análise de Vulnerabilidade Climática no Campo das Vertentes Baseada em Indicadores de Sensibilidade ANOVA	879
451	Caracterização das Propriedades Dinâmicas de Concretos de Diferentes Resistências	880
454	Calibração de ensaios mecânicos em ramos de plantas via simulação computacional	881
466	Relação entre teor de água e emissão de dióxido de carbono em grãos de café durante o armazenamento	882
484	Modelagem da Distribuição Espacial do Café em Minas Gerais Usando o Algoritmo MaxEnt: Que Variáveis Preditores Usar?	883

498	Efeito do teor de água sobre a taxa de emissão de dióxido de carbono em grãos de café ao longo do armazenamento	884
510	Análise Preditiva do Desempenho de Modelos de Detecção de Objetos via Modelos de Ensemble Baseados em Árvores	885
540	Mapeamento de diferentes bases de dados geográficas da região de Conceição do Rio Verde, com geocomputação	886
553	Mapeamento da velocidade operacional e volume de aplicação de um pulverizador autopropelido na cultura do milho	887
555	Caracterização espaço-temporal do vento e sua relação com relevo e desastres climáticos	888
586	O desenvolvimento tecnológico da colheita de Macaúba: Uma revisão	889
595	Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas no cultivo e manejo de café: Revisão Bibliométrica	890
659	Sensoriamento remoto aplicado à identificação de áreas potenciais para expansão de áreas verdes urbanas em Belo Horizonte	891
660	Comparação geométrica de bases de dados geográficos para definição de polígono da fronteira de Varginha para aplicações no Sensoriamento Remoto	892
670	Análise preditiva da massa de morangos utilizando Aprendizado de Máquina e uma base de dados sintética fundamentada	893
726	Análise preditiva de características morfométricas e de maturação de frutos de Coffea arabica utilizando uma base de dados sintética fundamentada e modelos de Machine Learning	913
779	Análise da variação estrutural do dossel do cafeeiro pós-colheita com LiDAR aerotransportado	914
783	Análise modal experimental preliminar de cachos de Macaúba (Acrocomia aculeata) para otimização da colheita mecanizada por vibração	915
800	Explorando a Correlação entre Imagens 3D Obtidas por uma Câmera de Profundidade Acoplada a uma RPA e a Predição da Massa Corporal em Vacas Leiteiras	916
827	Comparação de modelos preditivos para estimar o volume de frutos de café	917
943	Aplicações da Agricultura de Precisão na produção de Oleaginosas no Brasil: Uma Revisão bibliométrica	918
ENGENHARIA AMBIENTAL		919
114	Microalgas aplicadas ao saneamento ambiental: lagoas de alta taxa no tratamento de esgoto	920
141	Uso alternativo do lodo de Estação de Tratamento de Água em obras geotécnicas: Uma revisão	921
206	Panorama de aplicações de resíduos de quartzito na construção civil: uma revisão bibliográfica.	922
315	Composição de biomassa cultivada em lagoa de alta taxa operada em dois estágios durante tratamento de efluentes	924
389	Efeito dos resíduos de quartzito nas propriedades físicas de revestimentos cerâmicos.	925
401	Avaliação do status do conforto térmico humano no Sul de Moçambique	927
402	Tendências das temperaturas mínimas e máximas na região Sul de Moçambique	928
456	Co-digestão de biomassa algal com efluente de indústria alimentícia para produção de biogás	929
467	Tratamento de efluentes de canil no caminho dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	930
530	Otimização Multiperíodo da Produção de SAF a partir do óleo de Macaúba: Análise Técnico-econômica.	931
538	Macaúba e Bioeconomia: Análise do Custo de Produção e do Preço Mínimo de Venda para Biocombustíveis	932
649	Avaliação do potencial de biocarvões obtidos de biomassa de café modificados com cloreto de magnésio (MgCl ₂) para a adsorção do herbicida fenoxiacético 4-CPA	933
668	Avaliação do ciclo de vida da macaúba para produção de biocombustível de aviação: emissões de gases de efeito estufa	934
703	“Avaliação do ciclo de vida de plásticos descartados e seu impacto no ambiente marinho”	935
788	Saneamento Urbano Inclusivo: uma Análise da Cadeia de Valor em Contextos Urbanos do Brasil e Moçambique	936
825	Geração e Uso de Biogás a Partir do Esterco Bovino como Estratégia para a Sustentabilidade em Moçambique: O Caso do Distrito de Mogovolas	937
834	Rastreamento de Bactérias Resistentes à Antibióticos em Esgoto de um Campus Universitário	938
844	Biocarvão de resíduos de café como adsorvente para remoção de corantes em meio aquoso	939
916	Avaliação do potencial de biocarvões obtidos de biomassa de café modificados com cloreto de magnésio (MgCl ₂) para a adsorção do herbicida fenoxiacético 4-CPA	940
961	Utilização de lama de cal para estabilização química de solo residual para aplicação em obras geotécnicas – uma análise	941
ENGENHARIA DE ALIMENTOS		942

253	Avaliação do efeito do pH em emulsões Pickering O/A na encapsulação do óleo de pequi utilizando proteína de ervilha complexada ou não com carboximetilcelulose	943
275	Produção de β -glicosidase por <i>Aspergillus caespitosus</i> em diferentes condições de cultivo	944
526	Influência da Rotulagem de Pegada de Carbono de Alimentos na Intenção de Compra dos Consumidores Brasileiros	945
527	Análise reológica de alimentos condensados de origem vegetal ou láctea	946
566	Análises físico-químicas de alimentos condensados lácteos e não-lácteos	947
681	Análise multivariada de histogramas de níveis de cinza como abordagem não destrutiva para diferenciar formulações de suco de yacon microencapsuladas	948
ENGENHARIA DE BIOMATERIAIS		949
96	Avaliação da Gramatura de Filmes Celulósicos antes e após a Compactação por Rolos	950
196	Modificação da superfície de suspensões e filmes de nanofibrilas de celulose a partir de polpa de eucalipto branqueada com octil(trietoxi)silano	951
198	Avaliação da eficiência de métodos de encapsulamento de PCM em tecido de juta com diferentes polímeros	952
201	Ângulo de contato de adesivos tânicos da casca de <i>Anacardium occidentale</i> com adição de nanolignina	953
272	Avaliação das propriedades mecânicas (flexão) em painéis sandwich com núcleo de resíduos de tubo de papel Kraft e lâminas de madeira <i>Pinus oocarpa</i>	954
285	Sustentabilidade na Construção Civil: Alternativas ao Cimento em Materiais de Alto Desempenho	955
307	Caracterização de densidade a granel de diferentes materiais lignocelulósicos visando a produção de compósito.	956
323	Caracterização Físico-Química de Adesivos à Base de Uréia Formaldeído, Poliuretano Convencional e Poliuretano de Mamona para Aplicações em Madeira	957
324	Métodos de extração do azeite de abacate (<i>Persea americana</i>)	958
329	Potencial do azeite de abacate para bionegócios e biofábricas	959
344	Desempenho térmico de painéis sanduíche produzidos com resíduos industriais e adesivos sustentáveis	960
357	Desempenho Físico-Mecânico e Análise Microestrutural de Fibrocimento Sustentável Reforçado com Nanofibrilas de <i>Erythrina poeppigiana</i> e Resíduos Industriais (Dregs) Encapsulados com EVA	961
388	Sensor de Fibra Fabry-Perot de Nanocompósito de Acetato de Celulose-Ouro para Detecção Dupla Plasmônica Aprimorada de Umidade e Compostos Orgânicos Voláteis do Hálito.	972
411	Identificação e prospecção de óleos essenciais para a aplicação em aromaterapia: estudo de caso e tratamento “lipedema”.	973
497	Modificação de microfibrila de celulose com látex de borracha natural no recobrimento de papel kraftliner	974
507	Avaliação numérica multiescala de compósitos cimentícios com PCM para melhoria do desempenho térmico de edifícios	975
524	Produção de Nanofios de Poli(álcool vinílico) (PVA) e Polianilina (PANI) aplicado em Sensores	976
569	Caracterização físico-química do copolímero EVA líquido	977
588	Ensaio de Flexão em Viga de Madeira Biapoiada com Carga Pontual e Variação de Seção	978
705	Avaliação da incorporação de cinzas da vagem de amendoim em compósitos de matriz de gesso	979
714	Análise da resistência de compósitos de gesso com adição de bucha vegetal	980
760	O Bioconcreto na Construção Civil: A utilização da <i>Bacillus subtilis</i> para a autorregeneração do concreto.	981
761	A Técnica Solution Blow Spinning: A utilização de nanofibras na concepção de embalagem alimentícia.	982
837	Fabricação de nanofibras a partir de ácido polilático (PLA), polianilina (PANI) e dióxido de titânio (TiO ₂) para obtenção de sensores químicos	983
855	Avaliação da incorporação da fibra proveniente da casca do eucalipto na produção de tijolos ecológicos de solo-cimento	984
ENGENHARIA DE SISTEMAS E AUTOMAÇÃO		985
105	Compressive Sensing, uma revisão aprofundada das aplicações e utilidades da técnica	986
247	Controle de Conversores para Geração Distribuída com Estratégia Preditiva	995
255	Análise Estatística da Dependência entre Pesos Multi-critério e o Desempenho de Microrredes Agrícolas de Baixa Tensão em Plataforma HIL	1009
441	Otimização do Algoritmo de Curvas Principais K-segmentos com Grey Wolf Optimizer	1024
905	Análise Preditiva e Caracterização de Padrões de Consumo de Energia Elétrica Utilizando Redes Neurais e Clustering Não-Supervisionado	1038
ENGENHARIA FLORESTAL		1057

81	Estabelecimento in vitro de <i>Eucalyptus benthamii</i> e do híbrido <i>Eucalyptus torelliana</i> × <i>Eucalyptus citriodora</i>	1058
130	Avaliação da sobrevivência de mudas clonais de <i>Tectona grandis</i> na fase de aclimatização	1059
176	Avaliação do Ciclo de Vida Social (ACV-S) da Produção Florestal em Minas Gerais	1060
186	Influência da época de dispersão na qualidade fisiológica de sementes de <i>Solanum lycocarpum</i>	1061
230	Análise Temporal da Área Certificada pelo Forest Stewardship Council (FSC) na América Latina 2014-2024	1062
248	Avaliação do tempo de cultivo na multiplicação in vitro de <i>Sinningia rupicola</i> (Mart.) Wiehler	1063
259	Tratamento pré-germinativo com Ácido Giberélico em sementes de <i>Hymenaea courbaril</i> L., sob diferentes tempos de embebição	1064
260	Avaliação do uso de GA ₃ na germinação e vigor de sementes de <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	1065
278	Propagação vegetativa de matrizes de <i>Eucalyptus cloeziana</i> F. Muell	1066
321	Efeito da secagem e uso de antibiótico na inoculação in vitro de eixos embrionários de <i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC) TD.	1067
340	Percepção de Proprietários de Terras Sobre a Conservação de Áreas Naturais no Sudeste Brasileiro: O caso da Serra da Pedra Branca	1068
421	Atividade da fauna silvestre diante à oferta de alimentos provenientes do turismo em áreas naturais	1069
431	Inventário de emissões e ACV-S na produção de carvão vegetal em Minas Gerais: hotspots, ODS e governança climática	1070
448	Uso de ácido giberélico (GA ₃) na germinação de sementes de lobeira (<i>solanum lycocarpum</i>)	1071
461	Encapsulamento de sementes para semeadura direta na restauração ecológica	1072
480	Miniestaquia em progênies de <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	1073
518	Aclimatização de microplântulas de <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake cultivados in vitro sob diferentes espectros luminosos	1074
567	Altura de progênies de <i>Zeyheria tuberculosa</i> em sistema consorciado	1075
576	Avaliação de restauração de ecossistemas florestais de Mata Atlântica	1076
602	Impactos sociais da produção de Carvão Vegetal de pequenos produtores em Minas Gerais: Uma análise a partir da Avaliação do Ciclo de Vida Social	1077
620	Avaliação do ciclo e do custo de vida de uma floresta plantada no Estado de Minas Gerais	1078
644	Condicionamento fisiológico em sementes de <i>Bixa orellana</i> L. e seus efeitos na germinação	1079
691	Inteligência computacional para estimativa de altura de <i>Cordia trichotoma</i> em plantios de Reserva Legal	1080
740	Caracterização colorimétrica de espécies florestais exploradas na Amazônia Ocidental	1081
809	Estaquia de progênies de <i>Corymbia torelliana</i> (F.Muell.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	1082
849	Análise temporal das queimadas em Unidades de Conservação Federais do Bioma Mata Atlântica	1083
894	Fitossociologia em área de restauração de Mata Atlântica com 20 anos de idade	1084
939	Resíduos de cigarro podem ser utilizados na produção de mudas de <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T. Blake	1085
950	Caracterização estrutural de um povoamento de eucalipto com LiDAR aerotransportado: modelagem para estimativa de altura	1086
953	Estimativa de biomassa acima do solo em um remanescente de Mata Atlântica utilizando dados GEDI e Sentinel	1087
ENGENHARIA QUÍMICA E DE MATERIAIS		1088
110	Cálculo preditivo de densidade de ésteres de biodiesel	1089
217	Efeito do sulfato de cobre no cultivo de <i>Bacillus velezensis</i> : determinação da mínima concentração de inibição	1090
270	Avaliação das condições de secagem da batata-doce na hidrólise enzimática	1091
318	Sistema supervisor de baixo custo para biorreator airlift para produção de bioinsumos	1092
593	Efeito da dessilicalização e da inserção de Lantânio na zeólita H-ZSM-5	1093
611	Efeito do tratamento por plasma frio na deposição de nanopartículas de prata em superfícies de titânio para uso biomédico	1094
876	Desafios na manufatura aditiva de composições cerâmicas: a influência da reologia na processabilidade e desempenho mecânico	1095
ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA		1096
61	A obra <i>Ars Magna</i> de Girolamo Cardano e suas contribuições para o Ensino da Matemática	1097
128	Vivências Cotidianas no Ensino de Matemática: Um Olhar Inclusivo para Jovens e Adultos com Deficiência na EJA	1098
193	O “fazer” como caminho para a inclusão: a abordagem Mão na Massa como instrumento de inclusão educacional em ciências e matemática	1099

244	Tecnologias digitais de informação e comunicação(TDIC) e a formação docente: uma breve revisão bibliográfica exploratória	1100
598	Etnomatemática e cultura afro-brasileira: As tranças africanas como recurso nas aulas de Matemática da Educação Básica	1101
656	Itinerários formativos do Novo Ensino Médio: Sentidos atribuídos por docentes em suas narrativas de práticas	1102
710	Funções Orgânicas: Um estudo sobre os conhecimentos prévios de estudantes do 3º ano do Ensino Médio	1103
732	Práticas de numeramento para estudantes Surdas e Surdos no processo de ensino e aprendizagem das operações básicas	1104
776	Contribuições da Neurociência e da Alfabetização Científica para práticas pedagógicas	1105
778	Ciência e literatura: Explorando suas intersecções no ensino de Biologia	1106
805	O desenvolvimento do Pensamento Teórico acerca do conceito de Função em situações desencadeadoras de aprendizagem	1107
808	Caracterização dos tempos e espaços destinados à formação continuada em uma escola estadual do Sul de Minas Gerais	1108
822	Avaliação da manifestação de Habilidades Cognitivas por alunos do 7º ano a partir do uso da metodologia de ensino Estudo de Caso no ensino e aprendizagem da Matemática	1109
823	Os pontos que conectam a Matemática ao Crochê: Entrelaçando uma relação pedagógica na perspectiva da Etnomatemática	1110
839	A compreensão dos resultados do SIMAVE-Matemática por professores de escolas mineiras e sua apropriação para a promoção da aprendizagem	1111
853	A produção de significações nas aulas de Matemática em uma turma do 4º ano do Ensino Fundamental	1112
854	Ensino de horas com Surdas e Surdos estudantes: Aprendizagens e reflexões de uma professora ouvinte	1113
856	Investigação das percepções de estudantes em relação à aprendizagem após aplicação do jogo Trilhas da Probabilidade	1114
898	O desenvolvimento do Pensamento Teórico sobre Números Racionais em situações desencadeadoras de aprendizagem	1115
930	Atividade de Modelagem Matemática na reconstrução/reconfiguração de ambientes em uma escola	1116
952	Contribuições de uma sequência didática para a Educação Financeira por estudantes do ensino médio	1117
ENTOMOLOGIA		1118
97	Treinar para matar: O papel da experiência com presas na performance de <i>Doru luteipes</i> (Dermaptera: Forficulidae)	1119
299	Densidade populacional de coespecíficos e emissão de volátil fúngico modulam a colonização por <i>Planococcus citri</i> em plantas de café	1120
355	A nanoemulsão do óleo essencial de <i>Cymbopogon citratus</i> L. aumenta sua bioatividade contra <i>Chrysodeixis includens</i> (Lepidoptera: Noctuidae)?	1121
378	Explorando o medo como estratégia de controle de percevejos	1122
490	Poluição por chumbo altera a comunicação química entre plantas de couve e insetos herbívoros	1123
536	Virulência de juvenis infectantes de <i>Heterorhabditis amazonensis</i> NEPET 11 sobre <i>Myzus persicae</i> (Hemiptera: Aphididae)	1124
678	De repelentes promissores a atrativos inesperados: desafios no desenvolvimento de um sistema push-pull para manejo de <i>Brevicoryne brassicae</i>	1125
730	Redescrição de duas espécies de <i>Kultianella</i> Perrault, 1994 (Carabidae: Scaritinae: Clivinini) da Amazônia brasileira	1126
754	Fauna de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) como bioindicador de qualidade ambiental em área de Cerrado	1127
793	Curadoria e identificação de <i>Anoplius</i> Dufour, 1834 (Pompilidae: Hymenoptera) da Coleção Entomológica da Universidade Federal de Lavras	1128
862	Efeito deterrente de pós-inertes naturais sobre a oviposição de <i>Sitophilus zeamais</i> (Coleoptera: Curculionidae)	1129
888	Influência da composição da paisagem na incidência e predação do bicho-mineiro do cafeeiro	1130
ESTATÍSTICA E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA		1131
73	Análise da volatilidade das ações PETR4 e VALE3 em períodos de crise: uma aplicação do modelo APARCH	1132
100	Interpretação do parâmetro de inclinação nos modelos não lineares Logístico, Gompertz e von Bertalanffy	1133
144	Utilização de séries temporais na classificação dos estágios fenológicos de plântulas de canola	1134
167	Testes computacionalmente intensivos para igualdade de matrizes de correlação: uma proposição metodológica	1135
273	Modelos de Regularização no ajuste do peso vivo de alpacas	1136

369	Análise de desempenho de modelos de Regressão de Cox e de Aprendizado de Máquina um estudo de sobrevida em dados de câncer de mama	1137
379	Modelos de fração de cura aplicados à sobrevivência de pacientes com câncer de pulmão	1138
409	Análise do Crescimento Alométrico em Cordeiros Bergamácia por Modelagem Não Linear	1139
446	Utilização de modelos não-lineares na descrição do peso médio de frutos de umbuzeiro	1140
487	Predição de acidentes de trânsito graves no Brasil	1141
488	Aplicação de técnicas multivariadas na segmentação do mercado de cafés especiais no Brasil	1142
509	Inferência bayesiana no ajuste do modelo logístico para avaliação da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate	1143
532	Modelagem de Distribuições de Sobrevida no Câncer de Pâncreas: Uma Análise de Fatores Prognósticos e Desempenho de Ajuste Paramétrico.	1144
535	Análise de Sobrevivência de Pacientes com Câncer de Útero Metastático: Fatores Prognósticos e Modelagem Paramétrica	1145
570	Modelo Logístico para descrever a curva de crescimento de cordeiros Ile de France de parto simples e duplo	1146
607	Modelos não lineares para descrever o crescimento de frangos da raça Mia no Vietnã	1147
641	Uma aplicação dos modelos lineares generalizados mistos (MLGM) na análise do crescimento do palato e dos ossos dentários das crianças ao longo do tempo	1148
687	Avaliação do Desempenho e Robustez de um Teste Qm para Comparações Múltiplas de Coeficientes de Correlação Independentes	1149
708	Econofísica e Machine Learning: Uma Revisão da Literatura para Análise de Mercados Financeiros	1150
755	Aplicação da Metodologia Taguchi para Otimização de Processos: Um Estudo de Caso Simulado no Preparo de Café	1151
756	Modelagem linear da evolução do nitrato em diferentes doses de composto orgânico proveniente de resíduos da produção animal	1152
874	Análise de série temporal e previsão para dados de meningite no estado de Minas Gerais entre 2007 a 2024	1153
FILOSOFIA		1154
236	Da concepção da Imaginação e do Sublime: Suas implicações na filosofia estética e subjetiva em Kant	1155
637	Da dúvida à verdade: A Refutação do Ceticismo em Agostinho de Hipona em Contra os acadêmicos	1156
667	Crise do Cuidado dentro da Reprodução Social: Um conceito em Nancy Fraser	1157
772	Educação e Estética da Existência: Foucault e a produção de subjetividades potentes	1171
815	A ordem e a desordem: O conflito teológico-filosófico no diálogo Sobre a ordem de Agostinho de Hipona	1172
904	A ciência e a arte nos Trópicos da Virtude: Rousseau e a corrupção dos trajes	1173
938	A existência de Deus e a superação do mal pelo livre arbítrio na filosofia de Santo Agostinho.	1174
FÍSICA		1175
93	Caracterização de Nanomateriais do tipo Hidróxidos Duplos Lamelares (HDL)	1176
145	Cidades Fractais	1177
220	Máquina térmica quântica acionada pelo efeito magnetoelástico de um dímero de Heisenberg de Spin 1/2	1178
309	Nanofibras de Álcool Polivinílico com Pontos Quânticos de Carbono obtidas por fiação a sopro	1179
413	Química de Buracos Negros	1180
577	Vidros fosfatos funcionalizados com pontos quânticos: Desafios no crescimento e aplicações em tecnologias ópticas e fotônica.	1181
653	Utilização do Interferômetro de Fabry-Pérot como Melhoria de Resolução de um Sensor Óptico de Índice de Refração	1182
672	Fibra óptica como plataforma para sensoriamento de deslocamento axial via estrutura impressa em 3D e padrões de speckle	1183
748	Sensor de índice de refração baseado em interferência multimodal	1184
751	Formação de contatos semicondutor-metal em seleneto de platina bidimensional via conversão de PtSe ₂ em Pt ₂ Se ₂ para aplicações em evolução de hidrogênio (HER)	1185
413	Química de Buracos Negros	1186
865	Folhas artificiais de Celulose Bacteriana: Uma abordagem bioinspirada para Concentradores Solares Luminescentes	1187
879	Equação de Dirac anisotrópica para materiais (2+1)D	1189
896	Caracterização Estrutural e Óptica de Vidros de Fosfato Dopados com Er ³⁺ , Eu ³⁺ e Nd ³⁺	1190
FISIOLOGIA VEGETAL		1191

482	Plantas de feijão inoculadas com fungos endofíticos sob estresse hídrico	1192
557	Fontes de Cálcio no crescimento e metabolismo radicular de plantas de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	1195
609	A aplicação foliar de Iodo pode mitigar o déficit hídrico em plantas de soja?	1196
729	O efeito da aplicação do priming na velocidade de germinação de sementes de <i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith e <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	1197
942	Efeito da deficiência hídrica e da percepção de etileno na fisiologia do tomateiro (<i>Solanum lycopersicum</i> cv. Micro-tom)	1198
FITOPATOLOGIA		1199
349	Management of Bacterial Halo Blight Disease by using copper silicate as resistance inducer	1200
419	Efficiency of Chelidonium majus oil extract for the control of powdery mildew (<i>Erysiphe betae</i>) on sugar beet and its impact on root yield and sugar content	1201
682	Effect of Electromagnetic Field on Plant Pathogenic Fungi <i>Alternaria solani</i> , <i>Fusarium solani</i> and <i>Magnaporthe oryzae</i> under Laboratory Conditions	1202
FITOTECNIA		1203
69	Usos de biológicos no controle da <i>Cercospora</i> em mudas de cafeeiro	1204
90	Danos na membrana lipídica de alface exposta aos nanotubos de carbono de paredes múltiplas	1205
91	Seleção de genótipos da batata-doce para a produção de etanol	1206
156	Peróxido de hidrogênio na desinfestação e germinação in vitro de sementes de <i>Nepenthes</i> sp.	1207
179	Crescimento de <i>Vanilla planifolia</i> em biorreatores Biotilt™ sob diferentes volumes de meio de cultura	1208
207	Efeitos da aplicação foliar de selênio e iodo sobre coloração e antocianinas em amora-preta	1209
211	Aplicação foliar de selênio e iodo na redução da antracnose em ramos de amoreira-preta	1210
222	Dissimilaridade Genética em Progenies de Tomateiro, Saladete Indeterminado, Visando Resistência e Qualidade de Frutos	1211
238	Avaliação indireta do teor de clorofila em genótipos de mandioquinha-salsa por meio de clorofilômetro portátil	1212
274	Efeitos da vernalização positiva e negativa de alho semente em genótipos de alho	1213
305	Efeitos da Vernalização Positiva e Negativa no Desempenho Produtivo de Cultivares de Alho Nobre	1214
370	Influência de Selênio e Iodo no teor de clorofila de folhas de amoreira-preta	1215
372	Teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidante no suco integral de diferentes cultivares de maracujazeiro	1217
384	Sensoriamento Remoto aplicado ao monitoramento da acidez tartárica em uvas Sauvignon Blanc cultivadas em ciclo de inverno	1218
385	Comparação de sistemas de condução no manejo de videiras para produção de vinhos finos em clima subtropical	1219
391	Correlação de pH com Índice de Vegetação na cultivar Sauvignon Blanc	1220
396	Influência do espaçamento de plantio na produtividade, qualidade e parâmetros biométricos da cana-de-açúcar na região do Campo das Vertentes	1221
405	Acúmulo de biomassa de batata-doce cultivada in vitro sob sistema de ventilação natural	1222
406	Síntese de proteína em batata-doce in vitro sob diferentes intensidades luminosas	1223
408	Dinâmica temporal dos índices de vegetação em vinhedos com imagens de satélite de alta resolução e correlações com sólidos solúveis totais.	1224
423	Produção de hastes florais de <i>Zinnia elegans</i> em telas de sombreamento	1225
453	Levantamento da composição e dominância de plantas espontâneas em pomar de amoreira-preta no Sul de Minas Gerais	1226
455	Características físico-químicas e teor de vitamina C em cultivares de marmeleiro (<i>Cydonia oblonga</i> Mill.)	1227
458	Catalase, H ₂ O ₂ e viabilidade de sementes de <i>Coffea canephora</i> sob secagem e crioarmazenamento	1228
470	O uso de moléculas sinalizadoras como condicionamento fisiológico para aumentar a tolerância a estresses abióticos	1229
486	Classificação de sementes de grão-de-bico baseada em imagens com abordagens de visão computacional e aprendizado de máquina	1230
494	Padronização de metodologia para teste de tetrazólio em sementes de macaúba	1231
506	Caracterização Morfológica, Física e Fisiológica de Semente de <i>Stevia rebaudiana</i> bertonii de diferentes acessos.	1232
533	Qualidade de sementes de trigo produzidas no Ceará e em Minas Gerais	1233
537	Determinação do conteúdo hídrico foliar em espécies de <i>Vanilla</i> cultivadas	1234
539	Armazenamento de sementes de <i>Coffea arabica</i> L. após Liofilização	1235
543	Efeito da Liofilização de sementes de <i>Coffea arabica</i> L. pré-secadas em sílica gel	1236

546	Sistema de ventilação natural (SVN) na produção de biomassa em <i>Origanum vulgare</i> L. in vitro	1237
547	Análise Comparativa de Sensores Multiespectrais para a Estimativa da Clorofila do Cafeeiro (<i>Coffea arabica</i>)	1238
580	Análise da eficiência fotossintética em duas variedades de rosas de corte com base na fluorescência da clorofila a	1239
582	Caracterização da cor da polpa de raízes de uma população segregante de batata-doce	1240
615	Emergência de plântulas de milho em função do uso de revestimento com formulações poliméricas	1241
619	Produtividade e eficiência do consórcio arroz-feijão em diferentes épocas de cultivo em Angola	1242
625	Seleção de cultivares de café arábica potencialmente tolerantes à deficiência hídrica	1243
630	Relação entre incidência e severidade de brusone da espiga com a produtividade em trigo na região Sul de Minas Gerais	1244
632	Uso de selênio via banho ultrassônico na mitigação do estresse térmico durante a germinação de sementes de canola	1245
633	Caracterização física de resíduos agrícolas e agroindustriais para aplicações tecnológicas sustentáveis	1246
646	Condutância estomática do milho sob diferentes estratégias de adubação nitrogenada e inoculação com <i>Azospirillum</i> brasileiro	1247
655	Aplicação do Random Forest na classificação da qualidade fisiológica de sementes de niger	1248
657	Variação da coloração de casca e polpa de diferentes variedades cítricas	1249
658	Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Café em Soluções Osmoprotetoras e Armazenamento a Frio	1250
674	Criopreservação de sementes de <i>Coffea congensis</i>	1251
684	Efeito da aplicação de fertilizante à base de algas calcárias nas características físicas e químicas de frutos de cultivares de maracujazeiro	1252
685	Impacto do formato do talhão na capacidade de campo operacional do DJI Agras T100	1253
686	Alteração em frutos cítricos com e sem infestação por ácaro: Parâmetros físico-químicos	1254
688	Identificação de genótipos promissores de <i>Citrus aurantium</i> L. com potencial para produção de doces	1255
706	Potencial heterótico em híbridos F1 de <i>Coffea arabica</i> L.	1256
716	Identificação e contagem de pendões de milho baseada em imagens obtidas por UAV	1257
722	Resposta de híbrido de canola Clearfield® à aplicação de herbicidas inibidores da ALS	1258
739	Produtividade de progênies de cafeeiros, oriundas do cruzamento de Icatú com Catimor em Patrocínio - MG	1259
753	Seletividade de herbicidas aos cultivares de feijão-comum IAC 1850, TAA Mahré e BRSMG Marte	1260
790	Experiência da AgriVision Tech com Agricultura de Precisão no Sul de Minas Gerais	1261
795	Comportamento produtivo e fisiológico trigo por meio de produtos Bioestimulantes	1262
812	Impacto da época de semeadura na estimativa da maturação de vagens de amendoim usando Índices de Vegetação	1263
816	Definição de Potencial Produtivo com base na Variabilidade Espacial e Temporal por meio de Sensoriamento Remoto	1264
817	Quantificação de pigmentos fotossintéticos em plantas de <i>Ocimum basilicum</i> var. <i>purpurascens</i> cultivadas sob Malhas Fotoconversoras	1265
821	Impacto da altitude sobre a porcentagem de peneira alta em cultivares de café arábica	1266
833	Produtividade da soja em sucessão a diferentes espécies de <i>Urochloas</i> em sistema de Integração Lavoura-Pecuária	1267
887	Efeito de diferentes intensidades luminosas no desenvolvimento in vitro de <i>Melissa officinalis</i> L.	1268
900	Influência do arranjo espacial na fisiologia do cafeeiro	1269
922	Identificação e conservação ex situ de bromélias no Horto Botânico da UFLA	1270
935	Concentração foliar de nutrientes e produtividade da soja em função da aplicação de calcário e gesso em plantio direto	1271
940	Avaliação comparativa de métodos baseados em UAV para estimativa da altura de plantas de milho em condições tropicais	1272
951	Características físicas e físico-químicas de pitaia de polpa branca durante a maturação	1273
957	Influência de malhas coloridas na produção de pigmentos fotossintéticos de <i>Mentha spicata</i>	1274
960	Avaliação de teor de água de lotes de sementes de soja pelo método estufa em diferentes tempos	1275
963	O cultivo de algodão agroecológico no Nordeste	1276
964	Influência da posição de amostragem na avaliação da saúde do solo em lavouras cafeeiras conduzidas com diferentes manejos de plantas espontâneas	1277
979	Indução de estresse salino in vitro de <i>Selenicereus</i> spp	1278
GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS		1279
80	Similaridade fenotípica de parte aérea em população segregante de batata-doce	1280

170	Seleção assistida por marcadores moleculares em híbridos de tomate Italiano indeterminado, visando resistência ao TSWV	1281
208	Desempenho produtivo de clones de batata submetidos ao estresse por calor	1282
257	Efeito da cobertura de dossel e número de plantas na produtividade de grãos em soja	1283
258	Caracterização da resistência de população F4 de soja à raça 4+ de <i>Heterodera glycines</i>	1284
284	Seleção de linhagens de soja adaptadas à região do Sul de Minas Gerais	1285
337	Avaliação da pureza varietal em clones de batata	1286
392	Estratégias para a quantificação de área foliar em plantas de batata	1287
472	Seleção assistida para resistência ao PVX em clones de batata	1288
500	Perfil de coexpressão de genes associados ao distúrbio fisiológico do eucalipto	1289
501	Caracterização do Sistema Radicular e sua relação com a Parte Aérea em progênies de soja	1290
508	Certificação de cruzamento entre cultivares <i>Coffea arabica</i> por Marcadores Moleculares	1291
528	Ganhos esperados com diferentes critérios de Seleção de linhagens de feijão vermelho	1293
544	Potencial de linhagens de feijão carioca do ensaio de VCU em Minas Gerais quanto ao aspecto comercial de grãos	1294
552	Ganho preditos com a Seleção de progênies de feijão de Grãos Especiais	1295
583	Variabilidade Fenotípica entre linhagens elite do Programa de Melhoramento Genético de Arroz de Terras Altas da UFPA	1296
614	Qualidade física e industrial de grãos em populações segregantes de arroz de terras altas oriundas de Programa de Seleção Recorrente	1297
617	Correlação entre caracteres e Variabilidade Genética em progênies de arroz de terras altas	1298
635	Ganho de Seleção em progênies de feijão-comum do Grupo Comercial Vermelho visando produtividade e Qualidade Comercial de grãos	1299
638	Parâmetros genéticos em linhagens elite de arroz de terras altas: um estudo em Angola, África	1300
663	Seleção de linhagens de soja por meio de índice FAI-BLUP considerando caracteres agrônômicos	1301
680	Efeito Condicionadores de solo no crescimento, fisiologia e anatomia de plântulas de arroz cultivadas in vitro	1302
697	Habilidade preditiva de modelos de seleção genômica multi-ambiente em soja (<i>Glycine max</i> , L. Merr) usando marcadores genéticos e covariáveis ambientais	1303
723	Desempenho agrônômico de progênies de feijão carioca provenientes de seleção recorrente à resistência a antracnose	1304
785	Efeito de bordadura na avaliação agrônômica de cultivares de trigo sob diferentes densidades de semeadura	1305
947	Análise multivariada do impacto do regulador de crescimento TIBA na soja	1306
972	Aveia e sua potencialidade produtiva para o Campo das Vertentes	1307
GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS - PROFISSIONAL		1308
875	Desempenho tecnológico da madeira de híbridos de <i>Eucalyptus pellita</i>	1309
LETRAS		1310
51	O processo de aprendizagem de língua inglesa na formação de professores	1311
78	A construção social da identidade da mulher com visibilidade pública que opta pela não maternidade	1312
79	A representação discursiva da não parentalidade segundo a análise de discurso de linha francesa	1313
129	Entre a onça e o arquivo: memória, colonialidade e resistência em O som do rugido da onça	1314
139	O dialogismo e a não maternidade: uma análise discursiva sob a perspectiva de Bakhtin	1315
150	A (des)construção estética de Jardim Zoológico: uma poética de sintomas e tensões	1316
161	As experiências emocionais na construção da pesquisadora: analisando os meus diários reflexivo	1317
162	Discursos constituintes e violência heroica: religião, ódio e legitimação social.	1319
164	A Oratura como forma de (re)existência à sociedade neoliberal	1320
178	Fenômenos fonético- fonológicos em textos escritos de alunos da EJA	1323
183	A construção identitária do professor iniciante à luz da linguística sistêmico-funcional	1324
185	Cultura Incel e o discurso de ódio em fóruns do Reddit	1325
197	Horizontes de leitura, horizontes de si: a leitura literária como caminho para o desenvolvimento de competências socioemocionais	1326
237	O conceito de escrevivência de Conceição Evaristo: uma práxis para a educação antirracista	1327
271	Concepções sobre Norma Linguística e Gramática de Uso Contemporânea nas questões fechadas do ENEM (2018 a 2024): Uma análise sob a perspectiva da Sociolinguística Educacional.	1328

342	O uso político da religião e o uso religioso da política no PL 580/2007	1329
386	A Projeção da Voz Latina: Bad Bunny e a (Re)construção Cultural de Porto Rico	1330
397	Memória cultural e a Terra Média: o papel do imaginário tokieneano na construção de cenários de RPG	1331
418	Representações literárias da violência em Angola e no Brasil	1332
493	A utilização do CHATGPT para revisão de resumos acadêmicos	1333
550	Desafios da igualdade de gênero no contexto digital	1334
568	Análise multimodal de Campanha Publicitária de Utilidade Pública: contrastes entre leitura por Inteligência Artificial e pela Gramática do Design Visual	1335
773	A aquisição da escrita ortográfica por um adolescente surdo portador de implante coclear: um estudo de caso a partir da teoria de integração de múltiplos padrões	1336
841	Inteligência Artificial na formação de professores de Letras: Uma análise preliminar do uso do Gemini sob a perspectiva da Teoria da Atividade	1337
907	“Eu gostaria de convidá-lo pra ser meu vice em 26”: Uma análise Semió-Linguística sobre o “convite” de Bolsonaro a Alexandre de Moraes	1338
962	CHATGPT como recurso de ensino de Língua Inglesa: análise das potencialidades, limitações e interações linguísticas com a máquina	1340
973	A aliança entre o teatro e a prática docente na formação da identidade do professor	1341
MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT		1342
352	O Teorema de Euler para poliedros e algumas aplicações	1343
457	História da Matemática e jogos digitais como estratégia no ensino de números reais	1344
MICROBIOLOGIA AGRÍCOLA		1345
125	Efeitos da *Kluyveromyces lactis* sobre patógenos de origem alimentar na etapa de maturação	1346
148	Crescimento de tomateiros inoculados com fungos endofíticos e infectados com Xanthomonas vesicatoria	1347
149	Potencial de fungos endofíticos na indução de antioxidantes em tomateiros infectados por Xanthomonas vesicatoria	1348
155	Evaluation of the survival of L. monocytogenes in ripened cheese by plating methods and MALDI-TOF	1349
181	Uneven Landscapes: How Funding Shapes the Study of Saline Environments	1350
246	Perfil de Ácidos Graxos de Exophiala spinifera utilizando glicerol bruto como fonte de carbono	1351
256	Relato de Caso: Esporotricose Zoonótica Intradomiciliar Causada pelo Fungo Sporothrix brasiliensis em Lavras, Minas Gerais	1352
311	Diversidade microbiana do solo sob plantação de banana prata: Avaliação de fungos filamentosos e contribuição para a ODS 15	1353
422	“IA na agricultura sustentável: avaliação da saúde dos solos sob cafeeiros em Minas Gerais”	1355
450	Cepas epifíticas de bactérias do ácido láctico aumentam a estabilidade aeróbia da silagem de planta inteira de milho	1356
475	Co-cultura de bactérias do ácido láctico aumenta a estabilidade aeróbia de silagem de planta inteira de milho	1357
645	Avaliação do óleo essencial de manjerona (Origanum majorana L.) no controle de Staphylococcus aureus isolado de peixe	1358
650	Restauração de solos degradados: efeitos da adubação orgânica e inoculação microbiana sobre Mimosa acutistipula	1359
693	Caracterização microbiológica de masatos produzidos a partir de milho, arroz e trigo	1360
871	Produção de Hidrogênio Verde a partir da lignina em Sistemas Bioeletroquímicos Microbianos	1361
893	Avaliação das atividades proteolítica e Killer em leveduras isoladas da casca de Queijo Minas Artesanal	1362
915	Leveduras tolerantes a diferentes condições de estresse presentes na compostagem de serragem enriquecida com farelos	1363
933	Influência de bactérias promotoras de crescimento na síntese de carotenoides na cultura do café	1364
MULTICÊNTRICO EM QUÍMICA DE MINAS GERAIS		1365
911	Otimização da extração de compostos voláteis provenientes da fermentação de leveduras não-Saccharomyces (LNS) por HS-SPME/GC-MS utilizando planejamento fatorial completo	1366
926	Inclusão de ácido benzóico em β-ciclodextrina em diferentes solventes (água, etanol e dimetil sulfoxido): um estudo de múltiplos equilíbrios utilizando GFN2-xTB	1367
NUTRIÇÃO E SAÚDE		1368
92	Adultos cadastrados em um Banco de Alimentos: Relação entre (In) Segurança Alimentar e Risco Cardiovascular	1369
199	Associação entre Insegurança Alimentar e dados sociodemográficos de adultos atendidos em unidades de saúde em Lavras, MG: Uma análise preliminar	1370

200	Alimentação, Carência de Ferro e Insegurança Alimentar: Reflexos da Vulnerabilidade Social na Saúde Nutricional infantil	1371
203	Película do café como Ingrediente Funcional: Efeitos nos parâmetros de crescimento e glicemia no modelo Zebrafish (<i>Danio rerio</i>)	1372
263	Utilização de questionários qualitativos e quantitativos em pesquisa de Educação Alimentar e Nutricional: Revisão Integrativa	1374
314	Alimentação Responsiva materna e fatores associados durante a Introdução Alimentar	1376
433	Alimentação e Nutrição na Gestão Municipal de Saúde: Análise da Subfunção 306 em um município do Sul de Minas (2016-2023)	1377
442	Composição Corporal de mulheres a médio e longo prazo após a Cirurgia Bariátrica	1378
485	Fatores Determinantes relacionados ao domicílio, mãe e criança associados ao Nutricional Infantil nos primeiros anos de vida: Evidências de um estudo comunitário	1379
504	Caracterização de universitários quanto ao consumo de chocolate e ao uso de redes sociais	1380
513	Sono e Estado Nutricional de idosos: Um estudo de seguimento após a pandemia de COVID-19	1381
572	Influência do Perfil Cronotipo sobre a prática de Atividade Física, Consumo Alimentar e Composição Corporal em adultos	1382
709	Correlação entre Ângulo de Fase e parâmetros antropométricos em pacientes com Cirrose	1383
731	Associação entre Risco Nutricional e indicadores prognósticos em pacientes gravemente enfermos	1384
734	Relação entre Comportamento Alimentar e Imagem Corporal em Ginastas Rítmicas do Nordeste do Brasil	1385
PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICAS E CONDIMENTARES		1386
82	Interações micorrízicas em plantas medicinais	1387
94	Muscodor sp. no manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i>	1388
133	Interação dos compostos majoritários de <i>Nectandra nitidula</i> , <i>Ocimum basilicum</i> e <i>Salvia rosmarinus</i> na enzima Acetilcolinesterase de <i>Tetratychus urticae</i>	1389
194	<i>Paraconiothyrium</i> sp. no controle do Crestamento Bacteriano em feijão	1390
218	Potencialidades Terapêuticas da <i>Datura stramonium</i> L. (Solanaceae)	1391
291	Acúmulo de Biomassa vegetal de <i>Origanum majorana</i> L. cultivadas in vitro suplementadas com diferentes doses de Nanopartículas de Prata	1392
310	Giberelina: Uma abordagem para aumentar a tolerância ao Estresse Hídrico e o armazenamento de sementes de <i>Coffea arabica</i>	1393
347	Potencial Anti-Inflamatório e Antioxidante da insulina-vegetal (<i>Cissus verticillata</i>) no modelo Zebrafish	1394
365	Potencial Terapêutico dos extratos de <i>Sonchus oleraceus</i> L.: Uma Revisão Sistemática	1395
381	Produção de Metabólitos Secundários em <i>Mentha piperita</i> L. micropropagada em diferentes espectros	1396
382	Acúmulo de Fenóis Totais em <i>Mentha pulegium</i> L. cultivada em duas épocas	1397
514	Estimativa Matemática da Área Foliar de <i>Nectandra nitidula</i> Nees et Mart. (Lauraceae)	1398
523	Aplicação de Visão Computacional para Análise Histológica da Pigmentação Cutânea	1399
562	Potenciais terapêuticos e riscos toxicológicos de <i>Brugmansia suaveolens</i> (willd.) Sweet – Solanaceae	1400
597	Avaliação do Teor de Curcumina por CLAE-FR em cinco marcas de Suplementos de Curcuma longa	1401
741	Estabilidade da atividade antimicrobiana de gel contendo óleos essenciais	1402
743	Doseamento de Flavonoides Totais em <i>Mentha spicata</i> L. sob diferentes sistemas de ventilação natural in vitro	1403
745	Acúmulo de compostos fenólicos totais em <i>Mentha spicata</i> L. in vitro sob diferentes irradiâncias	1404
768	<i>Cnidoscolus urens</i> (<i>Jatropha urens</i>) como fonte de bioinsumos para a agricultura sustentável	1405
769	“Drug Repurposing” e Nanotecnologia em Bioinsumos Agroindustriais	1406
810	Influência de diferentes malhas de sombreamento na produção de pigmentos fotossintéticos em <i>Origanum majorana</i> L.	1407
846	Potencialidades Medicinais de <i>Melaleuca alternifolia</i> Cheel	1408
857	Educação Ambiental com Plantas Medicinais: Espaços Vivos, Extensão Universitária e formação de multiplicadores	1409
906	Aspectos Etnobotânicos de <i>Sesamum senecioides</i> (Klotzsch) Byng & Christenh	1410
969	Serralha (<i>Sonchus oleraceus</i>) como alternativa natural promissora no manejo do vitiligo	1411
RECURSOS HÍDRICOS		1412
62	Avaliação Estatística de precipitações máximas diárias em diferentes períodos climáticos: Aplicação de Distribuições de Probabilidade e Testes de Ajuste	1413

63	Modelagem de chuvas intensas com base em séries de precipitação máxima diária anual: Avaliação das distribuições de Gumbel e GEV	1414
66	Análise Comparativa de dados em grade de precipitação	1415
88	Obtenção do Fator de Atrito de tubulação de cobre por meio de duas equações	1416
123	Análise da eficiência de reservatório para aproveitamento de Águas Pluviais em Lavras, MG, em cenários de Mudanças Climáticas	1417
134	Representatividade Temporal de séries de precipitação diária na Mata Atlântica: Comparação entre janelas curtas e estendidas por meio de Análise Estatística	1418
157	Análise Hidrológica da Bacia do Ribeirão Vermelho com base em Hidrograma de Projeto para evento extremo de precipitação	1419
174	Influência do modelo da Crepina na Eficiência de Retrolavagem de um Filtro de Areia comercial	1420
187	Caracterização e Previsão de Eventos Extremos de Seca e suas causas climáticas na Bacia do Rio Revué, Moçambique	1421
204	Determinação do Comprimento Equivalente em conexões hidráulicas de cobre	1422
209	Estimativa de Coeficiente de Perda de Carga Localizada em conexões hidráulicas de cobre	1423
219	Preenchimento de Falhas em séries Hidrometeorológicas na Bacia do Rio Umbeluzi, Moçambique, utilizando WGEN/SWAT	1424
224	Efeito da água tratada Magneticamente no diâmetro da cabeça da alface cv. Camila ao longo do ciclo sob diferentes tensões	1425
242	Predição de Condutividade Hidráulica Saturada na América do Sul via Machine Learning: A primazia do Relevo e a importância da Filtragem Robusta	1426
243	O Duplo Impacto da variável Solo na Predição de Condutividade Hidráulica Saturada: Ganho de Acurácia e desafios de Espacialização na América do Sul	1427
269	Avaliação de quatro Base de Dados de Sensoriamento Remoto e Reanálise de longo prazo para estudos de Secas Meteorológicas em Moçambique	1428
286	Planejamento de Irrigação Total de uma cultura de feijão em Lavras, MG	1429
292	Validação da precipitação por reanálise ERA5 e ERA5-Land para a Bacia Hidrográfica do Rio Grande, MG	1430
293	Efeito do Tratamento da Água, Lâminas de Irrigação e Tipo de Substrato no Consumo Hídrico do tomate-cereja	1431
297	Análise Morfométrica Comparativa de sub-bacias em regiões Hidrologicamente Homogêneas da Bacia do Rio Grande	1432
304	Avaliação de Módulo GPS via Arduino para monitoramento da posição do Pivô Central	1433
316	Projeções Futuras do Escoamento Subterrâneo em bacias hidrográficas de cabeceira sob diferentes condições climáticas	1434
328	Risco Potencial de Contaminação de Águas Subterrâneas por Agrotóxicos aplicados na lavoura de milho no Distrito de Panda, Moçambique	1435
332	Capacidade de Água Disponível para a cultura da soja sob diferentes estratégias de manejo da Compactação do Solo	1436
351	Caracterização Hidrológica da Bacia do Rio Demini, município de Barcelos, Amazonas	1437
364	Análise de precipitações de bacias em 5 diferentes Estados e utilização de Distribuições para obtenção de resultados	1438
375	Diferentes abordagens computacionais para o dimensionamento de sistemas prediais de água fria	1439
393	Padrões Espaciais de Evapotranspiração em uma Floresta Neotropical do Sudeste de Brasil	1440
398	Desempenho de métodos de estimativa de evapotranspiração para Lavras, MG	1441
403	Estudo da influência da estimativa inicial com o refinamento da malha em um escoamento laminar em regime permanente	1442
428	Modelagem Probabilística de Eventos Extremos de Precipitação para Cinco Cidades do Estado de São Paulo	1443
439	Avaliação do índice SPI na bacia hidrográfica do Rio Paraopeba-MG considerando os efeitos das mudanças climáticas	1444
473	Análise temporal da precipitação máxima e das equações de chuvas intensas para cinco localidades em São Paulo (1961-2020)	1445
478	Estratégias de manejo de irrigação por sulcos na Nicarágua	1446
496	Análise estatística para dados observados e estimados de postos pluviométricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba	1447
505	Análise espacial e geométrica em modelo digital de elevação para a caracterização do relevo em Chókwe com uso de sensoriamento remoto e R	1449
575	Avaliação do Potencial de Contaminação de Águas Subterrâneas por Pesticidas na Cultura da Soja	1450

696	Desempenho Hidráulico de Canhões Autopropelidos: Relação entre Vazão, Pressão e Raio de Alcance	1451
715	Validação da reanálise climática ERA5-Land para três estações automáticas localizadas na região climática Cwa de Minas Gerais entre as latitudes -20,7° e -21,6°	1452
750	Avaliação da qualidade de água e caracterização físico-hidroológica da baixa hidrografia do Rio Umbeluzi usando geotecnologias	1453
770	Avaliação de Métodos de Preenchimento de Dados Hidrológicos na Bacia do Rio Piracicaba - MG	1454
797	Uso do EPANET 2.2 para a realização de simulações da distribuição de fertilizantes em sistemas de irrigação localizada	1455
831	Avaliação de dados pluviométricos observados e estimados pelo BR-DWGD em escala diária e mensal na bacia do rio Ji-Paraná	1456
RESIDÊNCIA EM MEDICINA VETERINÁRIA		1458
449	Cirrose e hemocromatose em equino: relato de caso	1459
556	Carcinoma hepatocelular de células claras em um cão cardiopata: relato de caso	1460
818	Correção Cirúrgica de Luxação Traumática de Cotovelo em Dois Cães e Um Gato - Relato de Três Casos	1461
TECNOLOGIAS E INOVAÇÕES AMBIENTAIS		1462
147	Uso de petroplintita e solo gibbsítico para imobilização de arsênio em rejeito de mineração	1463
571	Proposta de método para cálculo da compensação ambiental econômica das áreas reabilitadas com restrição de uso por contaminação das águas subterrâneas em Minas Gerais	1464
634	Lodo de estação de tratamento de esgoto na agricultura sustentável: uma revisão sobre biocarvão, substratos e aplicação no solo	1465
654	Análise da eficiência dos reatores UASB em estação de tratamento de esgoto da Universidade Federal de Lavras	1466
764	Monitoramento da restauração ecológica na mata atlântica com geotecnologias integradas e de baixo custo	1467
864	GeoFLOTA: uma plataforma interativa para gestão e transparência de dados geoespaciais na Floresta Estadual do Amapá – FLOTA	1468
ZOOTECNIA		1469
64	Diversidade fenotípica de garanhões mangalarga marchador percentes ao ranking nacional de marcha batida	1470
112	Efeitos da suplementação de aditivos fitogênicos sob a qualidade dos ovos armazenados por 21 dias de poedeiras semipesadas	1471
151	Cepas epifíticas de <i>Lentilactobacillus farraginis</i> e <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> isolados ou em combinação na ensilagem da planta inteira de milho	1472
160	Avaliação de cepas selvagens e comerciais de bactérias do ácido láctico em silagem de grãos de milho reidratado	1473
163	Cepa selvagem de bactéria do ácido láctico reduz deterioração aeróbia da silagem de milho em silos superfície	1474
165	Inoculação com cepas de bactérias do ácido láctico epifíticas melhora a qualidade da silagem de grão de milho reidratado após exposição ao ar	1475
184	Fitase e seu Impacto na Energia Metabolizável para Frangos de Corte	1476
231	Uso de <i>Cynodon dactylon</i> L. Pers. Na produção de forragem em sistemas de sequeiro e irrigado na Nigéria	1477
288	Comparação da capacidade tampão de <i>Lithothamnium calcareum</i> com bicarbonato de sódio.	1483
395	Efeito de dietas com silagem de capim corte direto ou pré-secado no consumo e desempenho de touros Nelore em terminação	1484
437	Resposta hematológica e de hipersensibilidade de cães jovens a fontes proteicas animais e vegetais	1485
610	Queda na produção de leite de vacas Holandesas induzida por vacinação reprodutiva em função do nível de produção, dias em lactação e paridade	1486
661	Caracterização da microbiota cultivável do muco externo de <i>Astronotus Ocellatus</i> e avaliação do perfil de susceptibilidade antimicrobiana dos isolados	1487
701	Palatabilidade de carne mecanicamente separada de codorna japonesa (<i>Coturnix coturnix japonica</i>) em cães: crua-aquecida	1489
784	Efeitos da acidificação e do tempo de congelamento de amostras de urina de vacas leiteiras na concentração de ureia e creatinina	1490
830	Ruminação e desempenho produtivo de vacas leiteiras monitoradas por sensores em fazendas comerciais	1495
838	Práticas e percepções sobre o uso de ferramentas de formulação proteica em dietas de vacas em lactação no Brasil	1496
967	Caracterização do processamento de grãos e do uso de fontes de fibra em confinamentos de bovinos de corte no Brasil	1497



ADMINISTRAÇÃO



A Revista Sem-Terrinha e a Pedagogia do MST: análise sobre Infância, Território e Emancipação

Resumo

No contexto brasileiro, marcado por profundos conflitos agrários, o MST é um movimento social fundamental na luta das famílias camponesas pelo acesso à terra e por condições de vida dignas, incluindo o direito à educação. Como parte desse esforço, o MST desenvolve diversas iniciativas, entre elas a *Revista Sem-Terrinha*, voltada para as crianças do Movimento. Este estudo teórico-empírico tem como objetivo analisar as edições da *Revista Sem-Terrinha*, utilizando a análise de conteúdo como metodologia e fundamentando-se na teoria crítica da educação, especialmente na concepção de educação emancipadora. Os resultados indicam que a Revista exerce papel significativo como ferramenta de formação política e conscientização social no contexto do MST. A publicação incentiva o desenvolvimento da autonomia e consciência social, destacando a importância da união e do protagonismo coletivo na busca por direitos e dignidade. Além disso, promove reflexões sobre justiça social, preservação ambiental e enfrentamento das desigualdades, reforçando os princípios da Reforma Agrária Popular. Este estudo contribui para o aprofundamento do conhecimento sobre a atuação pedagógica do MST, com ênfase no papel da *Revista Sem-Terrinha*. A análise ressaltou aspectos como a representatividade e a diversidade promovidas pela publicação, bem como seu compromisso com a construção de uma educação socialmente engajada.

Palavras-chave: educação emancipadora, movimentos sociais, pedagogia, Paulo Freire, reforma agrária.

1. Introdução

A história do acesso à terra no Brasil é marcada por conflitos e desigualdades (Delgado, 2010). Apesar dos avanços da Constituição Federal de 1988, como a definição da função social da propriedade e o reconhecimento de terras indígenas e quilombolas (Brasil, 1988), a reforma agrária nunca foi plenamente implementada. Como resultado, essas questões seguem sendo objeto de intensos conflitos políticos.

O Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terras (MST) emergiu nos anos 1980 e hoje é considerado um dos maiores movimentos camponeses do mundo, destacando-se por sua luta pelo acesso à terra e por melhores condições de vida para as famílias camponesas (Borsatto; Carmo, 2013; Karriem, 2009; Delgado, 2010; Vergara-Camus, 2009).

O MST vai além da luta pela terra, promovendo uma educação comprometida com a construção de uma sociedade mais justa (Branco, 2022). É fundamental destacar que sua atuação abrange também a defesa de direitos, como o acesso à educação, saúde e dignidade para as futuras gerações (Moraes, 2010). Em outras palavras, há uma preocupação em promover uma educação que reflita os cenários de luta do Movimento e a trajetória das famílias envolvidas

(Branco, 2022). Afinal, em um movimento que busca repensar a sociedade, a infância também é concebida e valorizada como parte essencial desse processo de transformação.

Quando se fala em projeto de educação do MST, “estamos referindo à combinação entre a luta pelo acesso à escolarização e ao processo de construção de uma pedagogia consoante aos desafios da realidade específica do campo” (Barros, 2013, p. 131). Isto é, há uma constante reflexão sobre uma escola “que assuma o vínculo com a luta e a organização [...] do Movimento” (Barros, 2013, p. 131).

De acordo com as diretrizes do Setor de Educação do MST, nas escolas situadas nos assentamentos e nas Escolas Itinerantes que atendem os acampamentos, há uma ênfase na abordagem de conteúdos formativos que sejam socialmente relevantes e comprometidos com a formação integral do ser humano (Barros, 2013). Nessas instituições, busca-se criar “um ambiente educativo, que vincule a escola aos processos econômicos, políticos e culturais; a vivência de práticas pedagógicas preocupadas com a valorização especial da dimensão pedagógica da história e o cultivo da memória coletiva” (Barros, 2013, p. 133).

O MST adota diferentes abordagens em relação à educação, abrangendo desde a formação política das crianças (Branco, 2022) até a consolidação da educação agroecológica, em que a escola desempenha um papel central na defesa do conhecimento e do território (Meek; Fernandes; Coca, 2024). Além disso, o Movimento desafia as lógicas tradicionais da educação pública no Brasil, promovendo uma abordagem que integra educação ambiental e práticas comunitárias (Nogueira; Sorrentino, 2024).

No contexto do MST, as crianças são reconhecidas como sujeitos sociais dotados de uma identidade específica, que não apenas participam ativamente na luta social, mas também desempenham um papel significativo dentro do Movimento (Barros, 2013; Branco, 2022; Meek; Fernandes; Coca, 2024). A identidade “Sem-Terrinha” se constrói a partir da participação ativa na luta pela terra e pela educação, e nas diversas ações promovidas pelo MST (Barros, 2013).

A educação, nesse contexto, é entendida como um direito fundamental e uma prioridade central para o MST (Barros, 2013). O Movimento trabalha para assegurar o acesso à educação para as crianças, mesmo nas condições adversas de acampamentos, onde a precariedade é frequentemente uma realidade (Barros, 2013; Branco, 2022).

As crianças Sem-Terra são vistas como agentes ativos e não apenas como sujeitos em formação, expressando suas opiniões, produzindo conteúdos e influenciando diretamente as ações do Movimento (Meek; Fernandes; Coca, 2024). No entanto, elas também enfrentam

desafios significativos, como a pobreza, a violência e a falta de acesso a serviços básicos, como saúde e educação.

O MST, portanto, busca não apenas oferecer acesso à educação, como também promover a formação política das crianças, transmitindo os valores e ideais do Movimento. A leitura e a produção de conteúdos formativos desempenham um papel crucial nesse processo, incentivando as crianças a se envolverem ativamente na luta social e a fortalecerem sua identidade dentro do Movimento (Barros, 2013; Branco, 2022).

Nesse esforço, como organização autônoma (Vergara-Camus, 2009, 2014), o MST implementa várias iniciativas, entre as quais se encontra a *Revista Sem-Terrinha*, que conta com edições anuais destinadas às crianças do Movimento. Com uma abordagem lúdica e acessível, a Revista tem a intenção de promover a formação política e educacional infantil, abordando temas como agroecologia, direitos, igualdade de gênero, justiça social e preservação ambiental.

Dessa forma, este estudo teórico-empírico tem como objetivo analisar a *Revista Sem-Terrinha*, buscando aprofundar a compreensão da dimensão pedagógica do MST, sobretudo analisando o papel da Revista como ferramenta educativa dentro do Movimento. Para isso, adotou-se a análise de conteúdo (Clarke, 2017; Braun; Clarke, 2006) como metodologia, ancorada na teoria crítica da educação, com destaque para o conceito de educação emancipadora (Freire, 2011, 2019; hooks, 2017).

Justificamos a importância deste estudo pela escassez de pesquisas que analisam a Revista Sem-Terrinha sob a perspectiva da teoria crítica da educação no campo dos estudos organizacionais, evidenciando seu caráter inédito. Embora existam estudos sobre as crianças do MST, abordando participação social, direitos infantis e desafios educacionais (Gouvêa; Carvalho; Silva, 2021; Vieira; Côco, 2024; Hartmann; Sousa; Castro, 2020), são raros os trabalhos focados especificamente na Revista, como é o caso de Branco (2020), que investiga a formação política infantil por meio da publicação. Assim, esta pesquisa contribui para ampliar o conhecimento sobre a dimensão pedagógica da Revista Sem-Terrinha, sob a ótica da educação emancipadora no campo dos estudos organizacionais.

Os resultados indicam que a *Revista Sem-Terrinha* atua como ferramenta de formação política e de conscientização social no MST, refletindo a diversidade cultural e as lutas do Movimento. Por meio de ilustrações inclusivas e conteúdos acessíveis, ela promove o pensamento crítico, a autonomia infantil e a participação ativa na comunidade. Sua concepção pedagógica se alinha à educação emancipadora, tratando a educação como meio de transformação social. Além de incentivar a união e o protagonismo coletivo, aborda temas como justiça social, sustentabilidade e desigualdades, reforçando os princípios da Reforma Agrária

Popular. O estudo destaca a representatividade e o compromisso da publicação com uma educação crítica e transformadora.

2. Referencial Teórico

A articulação entre pesquisas que abordam os movimentos sociais e os estudos organizacionais nem sempre foi plenamente explorada na área da Administração. Isso ocorre, em grande parte, devido à influência da corrente acadêmica dominante, que orienta os trabalhos a partir de uma lógica empresarial e hegemônica, pautada no modelo organizacional norte-americano. Esse modelo naturaliza as relações de dominação e legitima a primazia do mercado (Misoczky; Flores; Böhm, 2008; Misoczky, 2010).

Essa influência faz com que os estudos sobre movimentos sociais sejam frequentemente conduzidos com uma perspectiva instrumental, voltada à reprodução da lógica desse mesmo modelo. No entanto, os movimentos sociais, enquanto entidades organizadas, desenvolvem internamente processos próprios de organização, articulação e deliberação (Misoczky; Flores; Silva, 2008). Além disso, geram conhecimento, produzem recursos e constroem estruturas, consolidando-se por meio de práticas de organização social.

Diante disso, a aproximação entre o campo dos estudos organizacionais e os movimentos sociais não deve ser negligenciada, mas ressignificada, a fim de evidenciar os processos de resistência que se desenvolvem no interior desses movimentos (Misoczky; Flores; Silva, 2008). Estudos que busquem explorar essa aproximação contribuem para “contestar a hegemonia da organização como sinônimo de empresa – parte essencial da dominação das relações capitalistas globais, que se manifesta cotidianamente em diferentes espaços e naturaliza uma única forma de organização social como inevitável [...]” (Misoczky, Flores; Silva, 2008, p. 12).

Com isso, não pretendemos analisar ou comparar o MST como uma organização à luz dos modelos gerenciais propostos pelas teorias hegemônicas da Administração. Pelo contrário, compreendemos que o Movimento desenvolve suas próprias iniciativas organizativas, e é justamente isso que buscamos discutir. Ao examinar a *Revista Sem-Terrinha* como uma de suas iniciativas de mobilização de saberes, inerente à sua estrutura organizativa, temos a oportunidade de demonstrar “suas possibilidades teóricas comprometidas com sua práxis” (Misoczky; Flores; Silva, 2008, p. 12).

Em outros termos, mais do que analisar hierarquias, relações de poder e estrutura organizativa – aspectos frequentemente atrelados à perspectiva hegemônica da Administração gerencial –, buscamos enfatizar a forma como a atuação do Movimento se relaciona com suas

iniciativas de luta, especialmente aquelas voltadas à educação. Assim, destacamos a *Revista Sem-Terrinha* como parte de um projeto pedagógico comprometido com a formação cidadã, humanitária e crítica das gerações integrantes do MST.

O MST, enquanto movimento social que resiste às forças do neoliberalismo e do colonialismo, propõe, na contramão do sistema, o acesso a uma vida digna por meio da luta coletiva pela terra, moradia, educação, saúde, natureza e bem-estar. Nesse sentido, dentro de uma perspectiva mais crítica do processo de ensino-aprendizagem, a teorização de Freire (2024, 2019, 2011) sobre a educação, especialmente educação emancipadora, é pertinente para dialogar com o nosso *corpus* de pesquisa.

Dentro da perspectiva teórica emancipadora, a educação é um processo transformador e libertador, profundamente ligado à conscientização, que consiste no desenvolvimento da capacidade crítica de compreender e agir sobre o mundo. Assim, a educação é uma prática de liberdade, em oposição a uma prática de dominação, na qual o saber se reduz a habilidades técnicas (Freire, 2011, 2019).

O modelo tradicional de ensino é chamado de “educação bancária”, no qual a pessoa docente é a detentora do conhecimento, enquanto a pessoa estudante é uma receptora passiva desse conhecimento. Nesse modelo, o conhecimento é “depositado” nas pessoas estudantes, perpetuando uma relação de opressão e inação crítica (Freire, 2019).

Em contraposição, é proposta a “educação problematizadora”, também chamada de “educação emancipadora” ou “educação como prática de liberdade”, na qual pessoas docentes e estudantes aprendem juntas, em um diálogo contínuo (Freire, 2011). Essa abordagem valoriza as experiências das pessoas educandas e conecta o aprendizado ao contexto social, cultural e histórico em que estão inseridas. O objetivo é levar os indivíduos à consciência crítica de sua realidade, promovendo sua capacidade de transformar as condições de opressão e desigualdade (hooks, 2017).

Bell hooks (2017), em seu estudo sobre a teoria de Paulo Freire, destaca a diferença crucial entre a educação como prática de liberdade e a educação que perpetua a dominação. Essa diferença reside na capacidade do processo educativo de potencializar a pessoa em aprendizagem como sujeito ativo de sua própria realidade. Em contraste, “práticas pedagógicas afundadas nas estruturas de dominação” (hooks, 2017, p. 31), quando desprovidas de reflexão crítica, tendem a reforçar posições sociais que sustentam um sistema hegemônico excludente, hostil e objetificador.

De maneira geral, é possível argumentar que a educação no Brasil apresenta, inclusive historicamente, características majoritariamente bancárias, no sentido descrito por Freire

(2019). Embora existam iniciativas e movimentos para transformar essa realidade, muitas práticas educacionais ainda refletem um ensino engessado, pouco adaptado às diversas realidades socioeconômicas e culturais do país (Barbosa, 2017).

Entretanto, ainda que a educação formal no Brasil, em geral, enfrente dificuldades, os contextos rurais revelam um abismo ainda maior em termos de acesso, qualidade e adaptação às realidades locais. Os desafios enfrentados pela educação no contexto rural no Brasil são profundamente históricos e estruturais, evidenciando a negligência sistemática em relação às populações do campo (Barbosa, 2017; Borges; Marcelites; Finatto, 2020; Stival, 2022).

Apesar dessas adversidades, vários movimentos sociais, inclusive o MST, têm desempenhado um papel fundamental na luta por uma educação pública, contextualizada e de qualidade para a população rural. “Os movimentos sociais do campo buscam construir um projeto educativo que reconheça as especificidades da vida e do trabalho no campo” (Borges; Marcelites; Finatto, 2020, p. 284).

As escolas do campo vinculadas ao MST propõem uma pedagogia que valoriza os saberes locais e o protagonismo das comunidades; integram temas como agroecologia, cidadania e justiça social; e funcionam como espaços de resistência e formação política.

Enfim, as propostas pedagógicas ligadas à luta coletiva pela terra concebem a educação “como um projeto histórico-cultural e político que visa construir a consciência crítica necessária para forjar um ator histórico, com uma práxis educativo-pedagógica voltada para a emancipação humana” (Barbosa, 2017, p. 119, livre tradução).

2.1 Elementos fundamentais da abordagem educativa emancipadora

Ao analisar a educação formal no Brasil hoje, é necessário fazer uma crítica profunda à herança colonial da escola brasileira e ao seu papel na imposição de uma cultura dominante (Leite; Ramalho; Carvalho, 2019). Faz-se necessário reconhecer que, historicamente, a educação no Brasil foi utilizada como uma ferramenta de homogeneização cultural, apagando ou subordinando saberes e culturas não europeus (Leite; Ramalho; Carvalho, 2019; Freire, 2024).

A escola, nesse contexto, se tornou um instrumento de perpetuação da colonialidade do saber, que historicamente privilegiou o conhecimento eurocêntrico, apresentado como neutro e universal (Leite; Ramalho; Carvalho, 2019). Esse processo de imposição cultural resultou na exclusão e no fracasso escolar de grupos sociais que não se encaixavam nesse padrão, como negros, indígenas e pessoas de classes sociais mais baixas (Freire, 2024). A meritocracia, nesse

sistema, serve como um mecanismo para encobrir as desigualdades e justificar o fracasso escolar desses grupos, atribuindo-o à falta de esforço individual e não às estruturas de opressão e exclusão (Leite; Ramalho; Carvalho, 2019).

Dessa forma, “não podemos chegar aos operários, urbanos ou camponeses, estes, de modo geral imersos num contexto colonial [...] para, à maneira da concepção ‘bancária’, empregar-lhes ‘conhecimento’” (Freire, 2024, p. 117). É com essa crítica que Freire denuncia a “educação bancária”, que não é capaz de promover a libertação e a autonomia das pessoas em processo de aprendizado. Essa educação, segundo Freire, serve aos interesses dos opressores, perpetuando a dominação e a desigualdade social.

A busca por uma educação decolonial, como apontado por Leite, Ramalho e Carvalho (2019), passa pelo reconhecimento e valorização dos saberes e culturas marginalizados, pela ruptura com a narrativa eurocêntrica e pela construção de práticas pedagógicas que promovam a justiça social e a emancipação dos sujeitos.

Influenciada por esse questionamento crítico, a abordagem emancipadora da educação busca promover, como o próprio nome diz, a emancipação do indivíduo e da coletividade por meio da educação. Os elementos fundamentais dessa abordagem incluem o protagonismo, a dialogicidade, a prática reflexiva, a contextualização e a transformação social.

O protagonismo refere-se à capacidade e à prática dos sujeitos de serem agentes ativos e conscientes de sua própria história, educação e transformação social. Para isso, a educação deve ser um processo libertador, no qual os indivíduos historicamente oprimidos são incentivados a se tornarem protagonistas do processo educativo e da luta por sua emancipação (Freire, 2024).

A dialogicidade baseia-se no compartilhamento de saberes, configurando um processo educativo necessariamente dialógico. Esse diálogo ocorre entre quem ensina e quem aprende, assim como entre ambos e o mundo – envolvendo a comunidade, o lugar da experiência, a história e a política. O diálogo fundamenta-se na “palavra” que, segundo Freire (2024), é o elemento essencial desse encontro. Nesse contexto, “a palavra, porque lugar do encontro e do reconhecimento das consciências, também o é do reencontro e do reconhecimento de si mesmo” (Freire, 2024, p. 26), evidenciando o potencial do diálogo para promover não apenas a interação entre sujeitos, mas também a ação e a reflexão.

O processo de ação e reflexão, decorrente da dialogicidade, convida as pessoas envolvidas no processo educativo a pensarem sobre as suas experiências e a compreender o contexto em que estão inseridas, para que possam agir de maneira transformadora na sociedade.

Por isso, o diálogo é uma exigência existencial. E, se ele é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas pelos permutantes (Freire, 2024, p. 109).

Esse processo, fundamentado no protagonismo e na promoção da dialogicidade, culmina na práxis, entendida como a transformação social por meio de um ciclo contínuo de ação e reflexão. A práxis representa a integração dinâmica e dialética entre ação e reflexão no enfrentamento das contradições da realidade: “existir, humanamente, é pronunciar o mundo e modificá-lo” (Freire, 2024, p. 108). Distante de uma prática mecânica ou de uma teoria desconectada da realidade, a práxis combina ambas de forma indissociável, tornando-se indispensável para a emancipação humana.

2.2 A educação no campo e no MST

O debate sobre conflitos agrários tem alcançado bastante repercussão no mundo, especialmente na América Latina (Barbosa, 2017). Os movimentos sociais camponeses têm discutido e apresentado alternativas que levam em conta que “uma verdadeira transformação social requer a construção coletiva de um projeto político emancipatório de caráter histórico, construído a partir de lições aprendidas através da resistência e da luta” (Barbosa, 2017, p. 119, livre tradução).

Um dos pilares dessa transformação é a educação (Barbosa, 2017). As propostas pedagógicas de vários movimentos sociais latinoamericanos ligados à luta pela terra concebe a educação “como um projeto histórico-cultural e político que visa construir a consciência crítica necessária para forjar um ator histórico, com uma práxis educativo-pedagógica voltada para a emancipação humana” (Barbosa, 2017, p. 119, livre tradução).

No Brasil, o processo de “exclusão e expulsão dos camponeses do campo, intensificado pela modernização da agricultura” teve como consequência a constituição, na década de 1990, do movimento Por Uma Educação do Campo (Borges; Marcelites; Finatto, 2020, p. 285; Rosset *et al.*, 2019), que “impulsionou a organização e a luta [...] por escolas públicas nos assentamentos como parte do projeto de Reforma Agrária” (Leite; Novak; Faustino, 2021, p. 4). Nesse ponto, vale ressaltar que “o termo Educação do Campo (EdC) tem um duplo sentido crítico, ‘educação do campo’ e ‘educação para o campo’” (Barbosa, 2017, p. 119, livre tradução; Caldart, 2008).

Surge então um movimento de resistência à educação padronizada e bancária (Freire, 2019): uma luta por uma educação que levasse em conta os interesses das famílias camponesas

em um processo educativo que estivesse imerso em sua identidade e cultura (Borges; Marcelites; Finatto, 2020; Barbosa, 2017; Freire, 2019).

Embora a conquista da terra fosse inicialmente prioritária, uma compreensão gradual emergiu, indicando que esse objetivo, por si só, não era suficiente. A percepção de que a busca pela educação deveria ser integrada à luta pela terra sublinha a complexidade e a abrangência dos objetivos do MST, destacando a importância do acesso à educação como um elemento fundamental no processo de autonomia das pessoas camponesas (Leite; Novak; Faustino, 2021).

É em razão disso que atualmente a educação no âmbito do MST está fundada em princípios pedagógicos que buscam promover a compreensão crítica da realidade social, econômica e política, além orientar o ensino a partir da realidade das pessoas que estão em processo de aprendizagem.

O processo educacional do Movimento envolve toda a comunidade em uma constante construção sobre o que é a educação e como ela se insere no desenvolvimento do modo de vida coletivo. “O corpo diretivo da escola é composto por uma série de comitês nos quais os alunos têm tanta representação quanto professores e pais” (Vergara-Camus, 2009, p. 185, livre tradução).

Há quatro elementos fundamentais na concepção pedagógica MST (Stival, 2022; Borges; Marcelites; Finatto, 2020; Ribeiro, 2008; Barbosa, 2017):

- **Pedagogia da Alternância:** período na escola, período na comunidade - integração teoria e prática se estende à toda a comunidade;
- **Participação comunitária:** processo educacional vinculado à participação ativa da comunidade, na qual as decisões educacionais são tomadas coletivamente e a educação é vista como um meio para fortalecer o coletivo;
- **ênfase na agroecologia:** a educação inclui componentes relacionados à agroecologia e ao ensino de práticas agrícolas que são ecologicamente sustentáveis e socialmente justas;
- **Educação contextualizada:** processo educacional múltiplo, organizado de acordo com cada região, considerando seus costumes e suas cosmovisões.

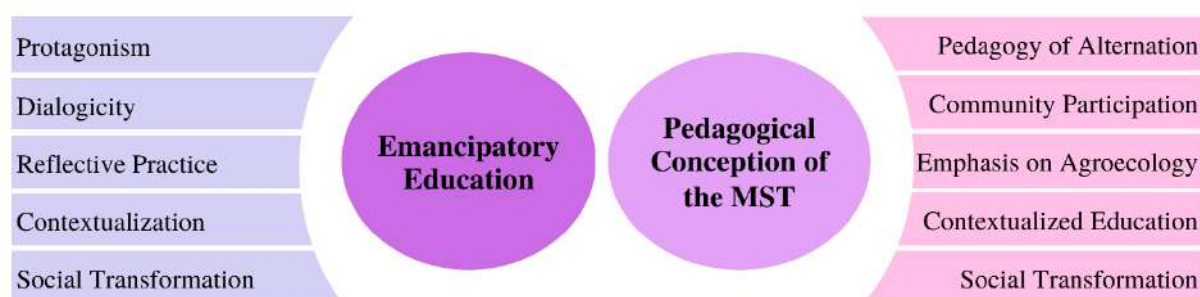
Os elementos mencionados acima desempenham um papel fundamental no contexto do MST, uma vez que o Movimento busca “construir um projeto educativo que reconheça as especificidades da vida e do trabalho no campo” (Borges; Marcelites; Finatto, 2020, p. 284). Além disso, “esse projeto educativo implica reconhecer as contradições do espaço agrário brasileiro, os interesses em disputa e as alternativas que podem ser elaboradas para a

valorização e a permanência dos sujeitos que vivem no campo” (Borges; Marcelites; Finatto, 2020, p. 285).

O ponto chave para compreender a concepção pedagógica no âmbito do MST é visualizar o *continuum* entre educação, trabalho e vida em comunidade. Isto é, rebater a ideia de que educação é escola (Barbosa, 2017). Educação, nessa concepção, é o processo de formação humana de maneira integral, levando em conta a realidade em que a pessoa está inserida, seus saberes e suas potencialidades.

Resumindo as concepções apresentadas neste referencial teórico, é possível perceber que os elementos fundamentais da educação emancipadora e os elementos centrais na concepção pedagógica do MST estão, em vários aspectos, alinhados, conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1: Concepções pedagógicas do MST e teoria da educação emancipadora.



Fonte: Elaboração própria.

Observamos, portanto, que ambas as concepções estão fortemente alinhadas, na medida em que priorizam a educação crítica, participativa e transformadora, com foco na práxis, no protagonismo das pessoas em processo de aprendizagem e na relevância social e cultural do processo educativo. Inclusive, a ênfase à agroecologia no MST se conecta à práxis destacada na concepção teórica da educação emancipadora. Resta, portanto, analisar em que medida a *Revista Sem-Terrinha* incorpora e traduz esses princípios em sua abordagem pedagógica.

3. Metodologia

Este é um estudo teórico-empírico que tem como *corpus* a *Revista Sem-Terrinha* do MST, elaborada coletivamente pelos Setores de Educação, de Comunicação, Produção e pelo Coletivo de Relações Internacionais (CRI) do MST.

A *Revista Sem-Terrinha* é uma publicação voltada para crianças que participam do Movimento, que vivem em assentamentos e acampamentos de reforma agrária no Brasil. Sua

criação se deu na intenção de promover a formação política e educacional das crianças, utilizando uma linguagem lúdica, criativa e acessível.

O conteúdo da Revista inclui histórias, atividades pedagógicas, textos informativos sobre direitos, agroecologia e temas relacionados à luta pela terra e à vida no campo. Ela também aborda questões como igualdade de gênero, solidariedade, justiça social e preservação da Natureza, conectando as crianças com os valores propostos pelo MST.

Além disso, a Revista busca fortalecer a identidade das crianças como “Sem-Terrinha”, termo utilizado para se referir às crianças do Movimento, reconhecendo suas formas de organização e destacando seu pertencimento à luta coletiva pelo acesso à terra (Moraes, 2010). A Revista é um instrumento pedagógico que dialoga com as escolas do campo, incentivando o protagonismo infantil e a construção de uma consciência crítica desde a infância. As crianças, sendo testemunhas das lutas de seus familiares, acabam por construir sua própria identidade a partir dessa experiência.

Neste artigo, foram analisadas as edições da Revista que estão disponíveis no site oficial do MST, somando 8 revistas, conforme informações do quadro 1.

Quadro 1: Edições da *Revista Sem-Terrinha* analisadas neste estudo.

Revista	Título	Ano de publicação
Revista 1	MST: 40 anos	2023
Revista 2	Um parque chamado mundo	2022
Revista 3	Viva Paulo Freire! Um educador do povo!	2021
Revista 4	Plantar árvores e produzir alimentos saudáveis	2020
Revista 5	Crianças de todo o mundo uni-vas	2019
Revista 6	Vamos conversar sobre nossa comida?	2019
Revista 7	Sem título	2016
Revista 8	O perigo dos venenos	2011

Fonte: Elaboração própria.

Utilizamos neste estudo a análise de conteúdo proposta por Clarke (2017), Braun e Clarke (2006). (Clarke, 2017; Braun; Clarke, 2006, Clarke; Braun, 2013). A análise temática pela perspectiva das autoras foi adotada por sua flexibilidade e por valorizar o papel ativo do pesquisador na construção dos temas, permitindo interpretações guiadas por referenciais críticos, como a teoria da educação emancipadora. Diferente da análise de conteúdo clássica, amplamente difundida nos estudos organizacionais, que tende a enfatizar critérios quantitativos como a frequência de categorias, a abordagem de Braun e Clarke (2006) possibilita a identificação de temas que, mesmo pouco recorrentes, são relevantes do ponto de vista da proposta do estudo.

A análise seguiu seis etapas propostas pelas autoras: (1) familiarização com os dados, (2) codificação inicial, (3) busca por temas, (4) revisão dos temas, (5) definição e nomeação dos temas e (6) produção do relatório analítico (Braun; Clarke, 2006).

4. Análise e discussão

A *Revista Sem-Terrinha* está no site do MST, no menu “Publicações”. Neste espaço estão disponíveis as edições da *Revista Sem-Terrinha* e também sugestões de leituras para as crianças e para as pessoas educadoras (Barros, 2013).

A ideia de uma publicação para as crianças surgiu no contexto do MST em um momento de ampliação da organização e da necessidade de reforçar a educação política e a conscientização das crianças das famílias camponesas que faziam parte do Movimento. A primeira edição da *Revista Sem-Terrinha* saiu em 2009, sendo oficializada como parte de um esforço para dar visibilidade à luta pela terra e também criar um espaço de informação que as crianças pudessem chamar de seu (Barros, 2013).

O processo de criação da Revista começou com a percepção de que as crianças não estavam sendo atendidas de forma eficaz em termos de educação política dentro do Movimento (Barros, 2013). Para isso, o MST propôs um novo formato de pedagogia, que fosse mais atraente e acessível para esse público: uma revista que fosse ao mesmo tempo educativa e divertida (Barros, 2013, MST, 2025).

Nas seções seguintes buscamos apresentar três aspectos centrais na Revista analisada: primeiro quanto ao seu conteúdo, depois quanto aos temas abordados e, por fim, uma análise sobre as ilustrações apresentadas pelas 8 edições da Revista.

4.1 Conteúdo

A questão da inclusão de gênero na escrita tem se tornado mais comum e amplamente discutida nos últimos anos, impulsionada por movimentos sociais que buscam igualdade e representatividade de gênero, sobretudo algumas vertentes do feminismo e o movimento LGBTQ+. Essa preocupação reflete um esforço para reconhecer e respeitar identidades diversas, promovendo uma comunicação mais inclusiva e sensível às questões sociais, como a inclusão das mulheres e das pessoas não-binárias.

Sobre a inclusão de gênero na linguagem nas edições analisadas neste estudo, observamos que as revistas adotam a comunicação nos dois gêneros como, por exemplo, em: “animadas e animados”, “educadoras e educadores” e “todas e todos”. Contudo, isso não é uma

constante em todas as edições, já que a maioria das edições utilizam predominantemente o masculino genérico para se referir a grupos de pessoas.

Quanto à adequabilidade em relação ao público-alvo, observamos alguns elementos nas revistas que podem ser considerados como indícios de uma preocupação em tornar a comunicação mais acessível ao público infantil, conforme descrito a seguir:

a) Linguagem simples e didática: é utilizada uma linguagem clara, objetiva e com vocabulário adequado à faixa etária, facilitando a compreensão dos temas abordados pelas crianças;

b) Uso de recursos visuais: as revistas são ricas em ilustrações, fotos, mapas e gráficos, o que torna a leitura mais atrativa e dinâmica para as crianças, além de auxiliar na compreensão dos temas;

c) Elementos lúdicos: as revistas utilizam elementos lúdicos como jogos, brincadeiras, adivinhas, caça-palavras e histórias em quadrinhos, o que torna o aprendizado mais divertido e estimula a participação das crianças.

d) ênfase na oralidade: são apresentadas letras de músicas, poemas e palavras de ordem¹, valorizando a cultura popular e a oralidade como formas de expressão e comunicação, sempre reforçando os valores do Movimento para as crianças.

e) Interação com as pessoas leitoras: as revistas utilizam diversas estratégias para interagir com as crianças leitoras, buscando seu engajamento e estimulando sua participação. Essa interação ocorre por meio de 6 elementos, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Estratégias de interação com as pessoas leitoras.

Estratégia	Como aparece	Exemplos	Resultado
Perguntas	Há um frequente direcionamento de perguntas às crianças leitoras, convidando-as a refletir sobre os temas abordados e relacioná-los com sua própria realidade.	“E na sua escola, assentamento ou acampamento!? Com certeza você conhece alguém que tem bem fresquinha a memória de luta na sua comunidade?”; “Você já participou de algum momento desses onde você vive?”; “Como tem sido o plantio de árvores no seu território?”; “Seu assentamento, acampamento participou dessas atividades?” etc.	Estímulo do senso crítico, curiosidade e protagonismo das crianças leitoras, incentivando-as a buscar mais informações e compreender que podem se envolver ativamente nas atividades promovidas. Em outras palavras, faz com que elas pensem nos assuntos discutidos a partir de sua própria realidade.
Tarefas e Desafios	Há propostas de atividades práticas para as crianças leitoras realizarem, como pesquisas, entrevistas, desenhos e redação de textos.	“Que tal bater um papo com essa pessoa para saber mais?”; “Vamos deixar uma tarefinha de casa?”; “Vamos pesquisar juntos?”; “Você, Sem Terrinha, também faz parte do MST e pode escrever com mais detalhes uma parte dessa história” etc.	Essas tarefas incentivam a participação ativa das crianças leitoras, transformando-as de meras receptoras de informações em agentes de transformação de sua própria realidade.
Convites	Há convites para o engajamento em ações	“Junte suas amigas e amigos e solte sua criatividade. Pode ser um poema, uma	Esses convites reforçam o caráter mobilizador das

¹ As **palavras de ordem** em um movimento social são frases curtas e impactantes que expressam as principais demandas, valores, objetivos ou ideais desse movimento. Elas funcionam como ferramentas de mobilização, unificação e comunicação, sendo frequentemente usadas em manifestações, cartazes, faixas, discursos e redes sociais.

	concretas, como a participação em campanhas, mobilizações e mutirões.	crônica, um conto e até uma carta. O importante é colocar no papel para que mais pessoas possam conhecer o que você tem a dizer!"; "Pergunte na sua escola, pros educadores, pra sua família como participar, junte a criançada e mãos à obra!" etc.	revistas, podendo inspirar a ação e o envolvimento das crianças leitoras.
Elementos Lúdicos	As revistas utilizam recursos como jogos, brincadeiras, adivinhas, histórias em quadrinhos e poemas para tornar a leitura mais atrativa e interativa.	Seção "Caça-Palavras"; "Jogo dos Sete Erros"; História em quadrinhos "O muro invisível" etc.	Esses elementos lúdicos têm o potencial de despertar o interesse das crianças leitoras, facilitar a compreensão dos temas e estimular a criatividade.
Uso da Segunda Pessoa	As revistas se dirigem às crianças leitoras utilizando a segunda pessoa ("você", "vocês"), criando uma proximidade e um diálogo direto com o público.	"O que você tem a dizer!"; "Onde você vive" etc.	Essa estratégia personaliza a comunicação, o que pode tornar a leitura mais envolvente e próxima à realidade da pessoa leitora.
Espaço para Participação	As revistas incentivam o envio de cartas, desenhos, fotos e relatos de experiências, abrindo espaço para que as crianças leitoras compartilhem suas ideias e vivências.	"Todo mundo vai poder participar e aqui fazemos um convite especial para as crianças Sem Terrinha se inscreverem!"; "Escrevam pra gente contando o que anda acontecendo" etc.	Essa abertura à participação das crianças é um potencial fortalecedor do sentimento de pertencimento e transforma a revista em um espaço de construção coletiva.

Fonte: Elaboração própria.

A *Revista Sem-Terrinha*, por intermédio dessas estratégias, busca estabelecer uma comunicação dialógica com as crianças leitoras, incentivando a reflexão, participação e ação nas ações promovidas pelo MST. Além disso, proporciona o sentimento de identidade, pertencimento e emancipação por meio da ação em suas próprias realidades.

4.2 Temas abordados

As oito edições da Revista analisadas neste estudo abordam uma variedade de temas relacionados à luta pela terra, justiça social e educação popular. No entanto, alguns assuntos recebem maior destaque e são recorrentes em várias edições. Os assuntos mais abordados nas oito edições podem ser compreendidos em 4 temas:

Figura 2: Assuntos mais abordados.



Fonte: Elaboração própria.

Dentro do tema “história e as lutas do MST”, as edições da Revista celebram a trajetória do Movimento, lembrando suas origens, os desafios enfrentados e as conquistas alcançadas ao longo dos 40 anos de existência. O objetivo é apresentar ao público infantil a importância da luta pela terra e da reforma agrária, contextualizando a história do MST e despertando o sentimento de pertencimento e orgulho por fazerem parte do Movimento. A revista 1, por exemplo, percorre a história do MST desde sua fundação em 1984, destacando momentos importantes como a criação da bandeira e do hino do Movimento, a realização de grandes encontros nacionais e a conquista de assentamentos.

No tema “importância da Reforma Agrária Popular”, a Revista discute sobre a necessidade de uma reforma agrária que vá além da simples distribuição de terras. O conceito de Reforma Agrária Popular defendido pelo MST engloba o acesso à educação, saúde, cultura e a produção de alimentos saudáveis. A revista 1, por exemplo, propõe que as crianças pesquisem sobre o conceito de Reforma Agrária e os motivos pelos quais ela ainda não foi plenamente realizada no Brasil.

A “defesa da agroecologia como modelo de produção agrícola sustentável” é também um tema muito recorrente nas edições analisadas. As revistas apresentam a agroecologia como uma alternativa ao agronegócio, destacando seus benefícios para a saúde humana e o meio ambiente. A agroecologia é apresentada como um modelo de produção que respeita a Natureza, valoriza os conhecimentos tradicionais e promove a produção de alimentos saudáveis sem o uso de agrotóxicos. A revista 8, por exemplo, apresenta a história em quadrinhos de Flora e Vital, duas crianças Sem Terrinha que descobrem a agroecologia durante uma visita aos tios.

Já quanto à “solidariedade internacionalista e a luta por um mundo mais justo”, as revistas exploram as lutas de outros povos ao redor do mundo, ressaltando a importância da solidariedade internacionalista na busca por justiça social. O MST se coloca como parte de um movimento global que luta contra a opressão e a exploração, conectando as lutas locais com as lutas globais. A revista 5, por exemplo, é dedicada ao tema do internacionalismo, trazendo histórias de crianças de diferentes países que lutam por seus direitos, como o direito à terra, à educação e à liberdade.

Outros temas abordados pelas edições da *Revista Sem-Terrinha* incluem temáticas centrais no debate atual, como apresentado na figura 2.

Figura 3: Outros assuntos presentes.



Fonte: Elaboração própria.

A revista 1 aborda a questão LGBTQ+, como pode ser visto no seguinte trecho:

Somos um homem ou uma mulher que levou toda sua família para a luta, uma avó que guardava a memória de uma comunidade inteira, um jovem que tem muita ousadia. Uma criança que tinha o direito de ser e de lutar para ser quem ela quisesse, tendo o direito também de gostar, de se vestir, e de estudar aquilo no qual ela se sentisse melhor. Porque todo mundo foi percebendo que tudo isso também faz parte da resistência e da luta, e só assim ficaríamos mais fortes! Foi assim que as cores do arco-íris também passaram a fazer parte dos símbolos do MST, junto com o vermelho da nossa bandeira! (revista 1, p. 20).

O trecho anterior aborda brevemente a questão da identidade de gênero, expressão de gênero e sexualidade nos excertos “o direito de ser e de lutar para ser quem ela quisesse” e “direito também de gostar, de se vestir, e de estudar aquilo no qual ela se sentisse melhor”.

Para ilustrar esse texto, a revista apresenta o desenho da bandeira LGBTQ+ como base em uma composição com duas pessoas segurando as bandeiras do Movimento e do Brasil em uma cesta de alimentos e ferramentas agrícolas.

Figura 4: Bandeira LGBTQ+ na revista 01.



Fonte: revista 1, 2023, p. 20.

Quanto aos direitos das mulheres, observando o conjunto de revistas, há um destaque para o tema na edição de 2023 (revista 1) que, ao narrar a história do MST, destaca a participação das mulheres desde a fundação do Movimento. A revista menciona “jovens, mulheres, homens, crianças e idosos” como construtores do Movimento. A revista de 2011 (revista 8) também coloca em evidência a atuação das mulheres na agroecologia, como “tia Clara” e “Dona Irene”, que compartilham seus conhecimentos e experiências com as crianças.

Apesar do pouco protagonismo de mulheres e/ou da pouca discussão sobre os direitos das mulheres camponesas no texto escrito, as ilustrações de todas as edições retratam mulheres diversas participando ativamente das atividades do MST, como plantio, colheita, estudo e manifestações. Essa representação visual contribui para a construção de um esforço de valorização da igualdade de gênero.

Outro tema abordado é o Bem Comum, conceito que vem sendo amplamente discutido atualmente. Silvia Federici, por exemplo, tem desempenhado um papel de destaque nessa questão dentro dos estudos feministas. “Hoje, diante de um novo processo de acumulação primitiva, as mulheres são a principal força social que impede o caminho de uma completa comercialização da natureza” (Federici, 2019, p. 313).

As revistas abordam a questão do Bem Comum em relação à defesa da Natureza, antes chamada de recurso natural, como a terra, a água e as florestas. A edição Sem Terrinha de 2023 (revista 1) apresenta o conceito de forma simples e didática. A edição destaca que a terra, a água e as florestas são essenciais para a vida e que a sua preservação é fundamental para garantir um futuro sustentável. A revista incentiva a reflexão sobre as ações individuais e coletivas para a proteção do Bem Comum. As crianças são instigadas a pensar em como podem contribuir para a preservação ambiental, como plantar árvores, cuidar da água e evitar o desperdício.

Outras edições também mencionam a importância da preservação ambiental, como a de 2016 (revista 7), que fala sobre a agroecologia como um modelo de agricultura sustentável que respeita a natureza e as pessoas. As duas edições de 2019 (revistas 5 e 6) também reforçam a importância da solidariedade internacionalista na luta por um mundo mais justo e igualitário, onde todas as pessoas tenham acesso aos bens comuns e a uma vida digna.

No conjunto dos temas mais presentes nas revistas, aparece também a questão dos conflitos bélicos e da luta pela terra no planeta. As revistas abordam o primeiro tema, principalmente em relação à luta pela terra, de maneira adaptada ao público infantil. A conexão entre esses dois tópicos emerge através de duas abordagens: denúncia da violência e da injustiça e Solidariedade Internacionalista.

A primeira delas, denúncia da violência e da injustiça, aparece, por exemplo, na apresentação da história de Alan Kurdi, o menino sírio que morreu afogado ao tentar fugir da guerra com sua família, ilustrando a tragédia humanitária provocada pelos conflitos bélicos ou na menção à Ditadura Militar no Brasil (1964-1985), período marcado pela repressão, tortura e desaparecimento de pessoas que lutavam por seus direitos, incluindo o direito à terra.

A segunda abordagem é a Solidariedade Internacionalista, já abordada anteriormente neste estudo. A Revista apresenta histórias de crianças de outros países, como a Palestina, Haiti e Venezuela, que enfrentam situações de conflito e injustiça, buscando sensibilizar o público para a necessidade de união e apoio mútuo.

As revistas evitam abordar os conflitos bélicos de forma explícita e violenta, utilizando uma linguagem adequada ao público infantil, com foco na esperança de um futuro melhor e na importância da solidariedade.

A conexão entre conflitos bélicos e luta pela terra é apresentada como uma realidade presente em diversas partes do mundo, mostrando que a luta por justiça social e a busca pela paz são desafios que transcendem as fronteiras nacionais.

Além da solidariedade internacionalista, abordada nos assuntos mais frequentes, há também grande espaço dedicado à solidariedade dentro do Movimento. Ela é abordada como um valor intrínseco ao MST. Esse conceito se manifesta em diferentes níveis, desde a organização comunitária nos assentamentos e acampamentos até a conexão com outras lutas sociais ao redor do mundo. Segundo a revista 1, a solidariedade interna é crucial, pois representa a importância da participação de todos os membros do MST, independente de idade ou gênero, nas decisões e atividades do Movimento, fomentando a construção de um projeto de vida em comunidade.

Além disso, a edição pontua como parte da solidariedade interna a cooperação e o apoio mútuo, sobretudo na implementação da agroecologia, já que a troca de conhecimentos e a ajuda mútua são elementos chave para o sucesso desse modelo de produção sustentável.

As ilustrações das revistas, que retratam pessoas de diferentes origens trabalhando juntas, os mapas e bandeiras de outros países, e a ênfase na união e na luta coletiva, reforçam a mensagem de que a solidariedade é um elemento fundamental na identidade e na atuação do MST.

As revistas do MST, apesar de focarem em temas como a luta pela terra, a agroecologia e a educação, abordam também a questão do que aqui chamaremos de afro-brasilidade. Identificamos este tema no seguinte trecho da revista 3:

Hoje vamos viajar para bem longe. Para o lugar de onde vieram os trabalhadores e as trabalhadoras que foram escravizados nas plantações de café e cana-de-açúcar durante o período colonial brasileiro. Para o lugar de onde veio o batuque, os orixás, a capoeira, e tantas das comidas gostosas que comemos hoje nos nossos estados. Peguem as mochilas e a garrafinha de água, que vamos juntos e juntas viajar para a nossa Mãe África (revista 3, 2021, p. 22).

O trecho ressalta alguns elementos da cultura africana trazida pelas pessoas escravizadas: “o batuque, os orixás, a capoeira, e tantas das comidas gostosas”. Essa abordagem destaca a valorização da herança africana no Brasil, enfatizando sua importância na formação da identidade cultural do país. Ao relacionar a luta do MST à ancestralidade africana, as revistas não apenas celebram a riqueza cultural afro-brasileira, mas também reforçam o vínculo histórico entre as opressões vividas pelos povos escravizados e as desigualdades persistentes no campo.

Um assunto frequentemente abordado pelas edições analisadas é o direito à educação. As revistas demonstram a importância desse direito, especialmente para as crianças Sem-Terrinha. A educação é vista como um instrumento crucial para a transformação social e para a conquista da Reforma Agrária Popular.

Nesse assunto, a revista 1 menciona a conquista de 2.000 escolas dentro das áreas de assentamento e acampamentos, além das Escolas de Agroecologia e da Escola Nacional Florestan Fernandes. Esse destaque busca ressaltar o compromisso do MST em garantir o acesso à educação para as comunidades Sem-Terra. Essa edição da Revista também define a Reforma Agrária Popular como um projeto que vai além da terra, incluindo a educação, a saúde, a produção de alimentos saudáveis e a valorização da cultura camponesa. Ainda na revista 1, há o incentivo à participação das crianças nas decisões e nas atividades organizadas nos acampamentos e assentamentos. Isso demonstra o valor que o MST atribui à participação ativa das crianças na construção do Movimento.

Na edição especial de 100 anos de nascimento de Paulo Freire (revista 3), a educação é apresentada como um processo essencial para a construção da justiça. A edição destaca a figura de Paulo Freire e sua filosofia da Educação Popular. Nessa discussão, a educação é vista como um meio de conscientizar as pessoas sobre sua realidade e capacitá-las a lutar por um mundo melhor. Ainda na revista 3, é abordada a importância da alfabetização, tanto na visão de Paulo Freire quanto na de Amílcar Cabral². Para esses autores, a alfabetização é vista como um passo fundamental para a libertação dos povos da opressão e da pobreza.

² Amílcar Cabral: ativista ligado ao movimento pan-africanista contra o colonialismo português. Liderou os movimentos de libertação de Guiné Bissau e Cabo Verde. Inspirou Paulo Freire nos estudos sobre libertação a partir da sua atuação na libertação de países africanos.

A revista 7, por sua vez, menciona que a educação deve ser praticada nas escolas, nos assentamentos e acampamentos, e que as crianças Sem Terrinha têm a missão de defender esse projeto.

Outro assunto abordado pela Revista se refere à importância histórica das lutas pela terra no Brasil, citando especificamente Canudos e Contestado como exemplos de movimentos populares que lutaram por seus direitos e por uma vida digna no campo. A revista 1, que tem uma abordagem mais histórica, destaca que essas lutas, que ocorreram no final do século XIX, foram protagonizadas por grupos marginalizados que buscavam resistir à opressão e à exploração.

Além de Canudos e Contestado, a edição de 2023 enfatiza a luta histórica dos povos indígenas pela defesa de seus territórios e sua cultura, reconhecendo que a luta indígena é fundamental para a compreensão da história da luta pela terra no Brasil, pois representa a resistência mais antiga à expropriação e à violência colonial.

As revistas também abordam a importância dos quilombos como espaços de resistência e preservação da cultura negra no Brasil. Segundo as revistas, os quilombos, formados por pessoas escravizadas fugidas, representam a luta pela liberdade e a busca por uma vida autônoma, baseada no trabalho com a terra e na preservação de suas tradições.

A ênfase nesses temas pela Revista reflete a importância que o Movimento atribui à formação política e social das crianças enquanto integrantes do Movimento. De acordo com os pressupostos da educação emancipadora, a publicação se configura como uma ferramenta de educação popular, mobilizando saberes que dialogam com as lutas do MST, além de abordar temas transversais à história do Movimento e à vida em sociedade. Nesse sentido, a *Revista Sem-Terrinha* tem o potencial de engajar as crianças e promover o pensamento crítico, respeitando as particularidades da infância e despertando nelas a consciência sobre seus direitos e a importância da luta por uma sociedade menos desigual.

4.3 Ilustra-ões

Sendo uma edição para crianças, a Revista é composta por muitos desenhos ilustrando os textos apresentados e, em várias delas, há o uso de histórias em quadrinhos, nas quais as ilustrações predominam sobre os textos.

De forma geral, observamos que as ilustrações da Revista incluem **pessoas** de diferentes idades, gêneros e etnias, refletindo a composição diversa, não só do MST, mas também do Brasil como um todo, que é formado por jovens, mulheres, homens, crianças e idosos; **cenas de trabalho, luta e celebra-ão**, que retratam as diferentes facetas do cotidiano no MST,

incluindo o trabalho na terra, as marchas e protestos, e as festas e celebrações; **símbolos do MST e da luta pela terra**, que frequentemente incluem a bandeira do MST, o boné vermelho e outros símbolos do Movimento; **imagens da natureza e da produção agroecológica**, destacando a importância da terra e da produção de alimentos saudáveis; e também **mapas e bandeiras de outros países**, apresentando a reflexão sobre o internacionalismo do MST e sua solidariedade com as lutas de outros povos.

Observa-se que as ilustrações da Revista visam representar a realidade do Movimento e das comunidades que o compõem, apresentando vários elementos que sugerem diversidade e inclusão. Algumas ilustrações são apresentadas na figura 4.

Figura 5: Ilustrações presentes nas revistas.



Fonte: Adaptado das revistas analisadas (ver quadro 1).

A mobilização social das crianças no Assentamento Nova Esperança, localizado no Ceará, apresentada na revista 2, de 2022, destaca-se como um exemplo relevante para a temática deste artigo. A edição retrata, em formato de história em quadrinhos, um acontecimento real no assentamento, em que as crianças se organizaram para resistir à destruição de seu espaço de brincar.

A narrativa, abordada entre as páginas 5 e 18, inicia-se com a seguinte descrição:

No Assentamento Nova Esperança, as crianças Sem Terrinha brincavam no campinho, que fica ao lado da escola, como faziam todos os dias depois da aula. Elas se reuniam para pular elástico e pular corda, jogar bolinha de gude, soltar pipa e tudo mais que crianças fazem quando se juntam. Aquele era o espaço delas, em que podiam se encontrar, conversar e brincar. Naquele dia, elas ouviram um barulho de máquinas ali perto. Quando foram ver, eram tratores com escavadeiras que se aproximavam (revista 2, 2022, p. 5).

A sequência da história revela que a Associação do Assentamento Nova Esperança havia decidido, em assembleia, construir o escritório da associação no "campinho", espaço utilizado pelas crianças para brincar. No entanto, ao tomarem conhecimento da decisão, as crianças iniciaram uma mobilização, questionando o fato de a decisão ter sido tomada sem sua consulta. Conforme descrito na revista: “Como assim queriam construir alguma coisa naquele espaço sem ao menos falar com elas?!” (revista 2, 2022, p. 6).

As crianças então redigiram e espalharam cartas pelo assentamento, que traziam o seguinte apelo:

Atenção, adultos!

Nós, crianças do assentamento, ficamos sabendo que vocês estão querendo construir o escritório da associação bem no campinho, onde a gente brinca todo dia depois da escola. A gente não concorda com isso. Saibam que nós, crianças, também queremos participar das decisões do assentamento.

O campinho fica! (excerto da carta, revista 2, 2022, p. 7).

No dia previsto para o início das obras, as crianças organizaram um protesto. Chegaram ao local usando bonés e camisetas do MST ou de encontros Sem Terrinha, portando bandeiras e cartazes coloridos com os dizeres “O campinho fica!” (revista 2, 2022, p. 9), além de apitos, balões e chocalhos feitos com materiais reciclados.

Duas crianças foram escolhidas para coordenar a intervenção durante uma reunião da coordenação do assentamento. Embora inicialmente muitos adultos tenham resistido, argumentando que aquilo era “coisa de criança”, as crianças insistiram na seriedade de sua reivindicação, afirmando: “se as crianças não podem participar das decisões, então o assentamento não está sendo tão democrático” (revista 2, 2022, p. 15).

A mobilização resultou na formalização da proposta das crianças, que foi apresentada na mesa de discussão. Aos poucos, os adultos reconheceram a legitimidade do pedido, e o grupo concordou em construir o escritório em outra área do assentamento.

Ao narrar essa história, a Revista promove a reflexão sobre a importância da participação de todas as pessoas, incluindo as crianças, nos processos decisórios dos acampamentos e assentamentos do MST. Essa abordagem está alinhada aos princípios do

Movimento, que entende a educação como um processo político e cultural voltado para a emancipação humana (Barbosa, 2017; Cestille *et al.*, 2010; Knijnik; Wanderer, 2015).

De acordo com a discussão teórica feita neste estudo, as propostas pedagógicas do MST concebem a educação como um processo essencial para a construção de uma consciência crítica e emancipatória. Fundamentada em uma práxis educativo-pedagógica, essa concepção busca não apenas a transmissão de conhecimentos, mas a formação de sujeitos ativos, capazes de intervir na realidade e transformá-la (Barbosa, 2017; Freire, 2014; hooks, 2017). Desde a infância, a formação crítica e o engajamento social tornam-se elementos estruturantes da luta por justiça social e transformação coletiva promovida pelo MST (Barros, 2013).

Além disso, a pedagogia do Movimento difunde uma concepção ampliada de democracia, em que o processo decisório deve necessariamente envolver toda a comunidade, garantindo que todas as pessoas, incluindo as crianças, tenham voz e representação igualitária (Vergara-Camus, 2014, 2009; Barros, 2013). Esse princípio não apenas fortalece a participação ativa na vida política e social, mas também fomenta um senso de coletividade desde a infância, permitindo que as crianças compreendam e experimentem, desde cedo, a importância da construção coletiva de direitos e da luta por dignidade.

A partir da perspectiva teórica adotada neste estudo, a saber, a educação emancipadora, observamos que a pedagogia do MST se estrutura em quatro pilares fundamentais: pedagogia da alternância, participação comunitária, agroecologia e educação contextualizada. Esses elementos são concretizados na proposta da *Revista Sem-Terrinha*, que incorpora atividades que conectam o conhecimento abstrato às vivências concretas das crianças, incentivando-as a observar, refletir e interagir criticamente em sua própria comunidade. Assim, a Revista não apenas informa, mas fomenta a autonomia intelectual e a capacidade de análise crítica do público infantil, alinhando-se aos princípios freireanos de uma educação transformadora.

A *Revista Sem-Terrinha* se insere amplamente no campo da educação emancipadora, pois valoriza o protagonismo das crianças, um princípio essencial em que a pessoa em processo de aprendizagem não é um mero receptor de conteúdos, mas um sujeito ativo no processo educativo e na construção de sua própria emancipação (Freire, 2024). As edições analisadas demonstram que a Revista estimula as crianças a se perceberem como agentes de transformação, não apenas compreendendo suas realidades, mas também intervindo nelas de maneira crítica e propositiva.

Outro aspecto central presente na Revista é a dialogicidade, que, segundo Freire (2024, 2011), implica o compartilhamento de saberes de forma horizontal, envolvendo a comunidade, a história e a política no processo de aprendizagem. Essa interação dialógica entre diferentes

sujeitos sociais gera um ambiente de construção coletiva do conhecimento, no qual as crianças não apenas aprendem, como também ensinam, trazendo suas experiências e interpretações para o centro do processo educativo (como foi o caso da revista 2). Esse movimento dialógico leva necessariamente à práxis, pois provoca a reflexão crítica sobre o mundo e incentiva a ação transformadora.

A práxis, elemento central da educação emancipadora, é experienciada na *Revista Sem-Terrinha* por meio das atividades propostas, que incentivam as crianças a refletirem sobre seu entorno e a se engajarem ativamente. As narrativas, ilustrações e desafios contidos na Revista estimulam uma postura questionadora e comprometida, em que as crianças são instigadas a pensar sobre direitos, dignidade e bem-estar coletivo e, a partir dessa reflexão, a atuar de maneira concreta na transformação de sua realidade cotidiana. Dessa forma, a *Revista Sem-Terrinha* se configura como um instrumento pedagógico fundamental dentro da proposta educativa do MST, reafirmando o compromisso do Movimento com uma educação crítica, democrática e libertadora.

5. Conclusão

A análise da *Revista Sem-Terrinha* evidencia seu papel fundamental como ferramenta de formação política e conscientização social no contexto do MST. As edições analisadas são representativas, tanto por retratarem a diversidade cultural e social do Brasil quanto por refletirem as lutas do Movimento. Por meio de ilustrações inclusivas e conteúdos acessíveis, elas promovem um olhar crítico sobre a realidade e estimulam a participação ativa de seu público.

Observou-se um alinhamento da concepção pedagógica emancipadora com a Revista, pois a educação é tratada como um meio de transformação social. Ela aborda temas como a luta pela terra e o Bem Comum, os impactos do agronegócio, a importância da agroecologia e o valor do trabalho coletivo e da solidariedade. Além disso, valoriza a cultura popular e camponesa, empregando uma linguagem pedagógica, lúdica e dinâmica que dialoga diretamente com o público infantil.

As revistas incentivam as crianças a desenvolverem autonomia, pensamento crítico e consciência social, destacando a relevância da união e do protagonismo coletivo na busca por direitos e dignidade. A partir de reflexões sobre justiça social, preservação ambiental, produção sustentável e enfrentamento das desigualdades, as publicações reforçam os princípios da

Reforma Agrária Popular como um projeto que transcende a simples distribuição de terras, abrangendo educação, saúde e cultura.

Retomando os elementos fundamentais da educação emancipadora, protagonismo, dialogicidade, prática reflexiva, contextualização e transformação social, discutidos na fundamentação teórica, observa-se que a *Revista Sem-Terrinha* promove ativamente esses princípios nas edições analisadas. No que tange ao protagonismo, a Revista posiciona seu público como agente ativo e consciente de sua história, educação e potencial de transformação social. Em relação à dialogicidade, há um claro esforço para estimular o diálogo entre os leitores e o mundo, promovendo o reconhecimento mútuo das consciências e o autoconhecimento, elementos essenciais para a construção de uma prática educativa crítica e reflexiva.

Além disso, a publicação incentiva a integração entre ação e reflexão, essencial para a práxis, ao convidar seus leitores a pensarem sobre suas experiências e compreenderem o contexto social, político e econômico em que estão inseridos. De acordo com a abordagem pedagógica emancipadora, esse processo, ao mesmo tempo educativo e transformador, impulsiona a superação das contradições da realidade e contribui para a construção de um futuro mais justo e igualitário.

A Revista Sem-Terrinha pode servir como modelo para iniciativas de aprendizado infantil em escolas, organizações e outros espaços educativos fora do MST, especialmente no que diz respeito aos temas que aborda. Seu enfoque no Bem Comum, na preservação da Natureza e na agroecologia torna-se ainda mais relevante diante das consequências do colapso ambiental. Assim, sua abordagem pedagógica pode inspirar práticas educativas comprometidas com a formação de crianças engajadas na construção de um mundo mais sustentável e justo.

Este estudo buscou contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a atuação pedagógica do MST, com ênfase no papel da *Revista Sem-Terrinha* como ferramenta educativa dentro do Movimento. A análise destacou aspectos como a representatividade e a diversidade promovidas por meio das publicações/edições disponíveis virtualmente no site do MST, bem como seu compromisso com a construção de uma educação crítica e emancipadora.

Este estudo buscou somar-se aos esforços dos estudos organizacionais para romper com uma visão restrita às abordagens empresariais e corporativas da Administração. A pesquisa representa, assim, uma ampliação do campo científico dos estudos organizacionais, ao evidenciar o papel social da Revista Sem-Terrinha e da educação no MST. A publicação oferece um contraponto pedagógico crítico à lógica gerencial dominante, ampliando o diálogo com os estudos organizacionais e ressaltando a relevância de perspectivas alternativas.

Para estudos futuros, sugere-se investigar como as práticas pedagógicas do MST têm sido adaptadas a diferentes contextos socioculturais, considerando a especificidade de assentamentos, acampamentos ou projetos educacionais específicos. Isso permitiria maior compreensão das dinâmicas locais e de como os princípios educacionais do Movimento são aplicados na prática.

Referências

- BARBOSA, Lia Pinheiro. Educação do Campo [Education for and by the countryside] as a political project in the context of the struggle for land in Brazil. **The Journal of Peasant Studies**, v. 44, n. 1, p. 118-143, 2017.
- BARROS, Monyse Ravenna de Sousa. Os Sem terrinha: uma história da luta social no Brasil (1981-2012). **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História Social da Universidade Federal do Ceará. 2013.
- BORGES, Marizete; MARCELITES, Elder José; FINATTO, Roberto Antônio. Interfaces entre a Educação do Campo e a Agroecologia em áreas de assentamentos rurais no estado do Paraná. **Ateliº Geográfico**, v. 14, n. 1, p. 283-304, 2020.
- BORSATTO, Ricardo Serra; CARMO, Maristela Simões do. A construção do discurso agroecológico no Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra (MST). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, p. 645-660, 2013.
- BRANCO, Isadora Wondracek. A formação política das crianças do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra: uma análise da Revista das Crianças Sem Terrinha. **Trabalho de Conclusão** do curso de Pedagogia da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2022.
- BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRAUN, Virginia; CLARKE, Victoria. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, v. 3, n. 2. pp. 77-101, 2006.
- CESTILLE, Jovana Aparecida *et al.* Educación profesional del Campo: una construcción conceptual, política e ideológica. **Revista complutense de educación**, n. 2010.
- CLARKE, Virginia. **Thematic analysis: What is it, when is it useful, and what does it best practice look like? [Video]**. 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4voVhTiVyc&feature=youtu.be>. Acesso em: 14 de janeiro de 2025.
- CLARKE, Victoria; BRAUN, Virginia. Teaching thematic analysis: Overcoming challenges and developing strategies for effective learning. **The Psychologist**, v. 26, n. 2, p. 120-123, 2013.

DELGADO, Ana. Activist trust: The diffusion of green expertise in a Brazilian landscape. **Public Understanding of Science**, v. 19, n. 5, p. 562-577, 2010.

FREIRE, Paulo. **Educa- «o como Prática da Liberdade**. Editora Paz e Terra, 2019, 192 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Editora Paz e terra, 2011, 142 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Editora Paz e Terra, 2020, 336 p.

GOUVÊA, Maria Cristina Soares de; CARVALHO, Levindo Diniz; SILVA, Isabel de Oliveira e. Movimentos sociais, participação infantil e direitos da criança no Brasil. **Educa- «o & Pesquisa**, São Paulo, v. 47, e237436, 2021.

HARTMANN, Luciana; SOUSA, Jonielson Ribeiro de; CASTRO, Ana Carolina de Sousa. Luta pela terra, performance e protagonismo infantil no I Encontro Nacional das Crianças Sem Terrinha (Brasília – 2018). **Tomo**, Aracaju, n. 37, p. 253–286, dez. 2020.

HOOKS, bell. **Ensinando a transgredir: a educação «o como prática da liberdade**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2017, 283 p.

KARRIEM, Abdurazack. The rise and transformation of the Brazilian landless movement into a counter-hegemonic political actor: A Gramscian analysis. **Geoforum**, v. 40, n. 3, p. 316-325, 2009.

KNIJNIK, Gelsa; WANDERER, Fernanda. Mathematics Education in Brazilian Rural Areas: An analysis of the Escola Ativa public policy and the Landless Movement Pedagogy. **Open Review of Educational Research**, v. 2, n. 1, p. 143-154, 2015.

LEITE, Lúcia Helena Alvarez; RAMALHO, Bárbara Bruna Moreira; CARVALHO, Paulo Felipe Lopes de. A educação como prática de liberdade: uma perspectiva decolonial sobre a escola. **Educa- «o em Revista**, v. 35, 2019.

LEITE, Valter de Jesus; NOVAK, Maria Simone Jacomini; FAUSTINO, Rosangela Célia. The cycles of human development with study complexes of the Itinerant School of Paraná. **Acta Scientiarum Education**, v. 43, 2021.

MEEK, David; FERNANDES, Bernardo Mançano; COCA, Estevan. Agroecological education on contested ground: Brazil's Landless Workers' Movement and the politics of knowledge. **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 12, n. 1, 2024.

MISOCZKY, Maria Ceci. **Das práticas não gerenciais de organizar à organização «o para a práxis da libertação «o**. In: M. C. Misoczky, R. K. Flores; J. Moraes (Eds.), *Organização e práxis libertadoras*, p. 13-56. Porto Alegre, RS: Dacasa, 2010.

MISOCZKY, Maria Ceci; FLORES, Rafael Kruter; BÖHM, Steffen. A Práxis da Resistência e a Hegemonia da Organização. **Organiza- «es & Sociedade**, v. 15, n. 45, 2008.

MISOCZKY, Maria Ceci; FLORES, Rafael; SILVA, Sueli. Estudos organizacionais e movimentos sociais: o que sabemos? Para onde vamos? **Cadernos Ebape**, v. 6, n. 3, 2008.

MORAES, Elisângela Marques. A Infância pelo olhar das crianças do MST: ser criança, culturas infantis e educação. (Dissertação de Mestrado) Mestrado em Educação. Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências da Educação, Belém, 2010, 171 p. STIVAL, David. **A educa-«o do campo e o MST: trabalho e práticas sociais com assentados da reforma agrária**. 1. ed. São Paulo: Vozes, 2022.

NOGUEIRA, Aico; SORRENTINO, Marcos. Decrecimiento y agroecología: La experiencia del Movimiento de Trabajadores Rurales Sin Tierra (MST) en campamentos y asentamientos rurales en el Gran São Paulo, Brasil. **Latin American Research Review**, p. 1-22, 2024.

VERGARA-CAMUS, Leandro. **Land and freedom: The MST, the Zapatistas and peasant alternatives to neoliberalism**. Bloomsbury Publishing, 2014.

VERGARA-CAMUS, Leandro. The politics of the MST: autonomous rural communities, the state, and electoral politics. **Latin American Perspectives**, v. 36, n. 4, p. 178-191, 2009.

VIEIRA, Marle Aparecida Fideles de Oliveira; CÔCO, Valdete. Desafios impostos ao trabalho com as crianças Sem Terrinha no contexto da Educa  o Infantil do Campo. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 40, e88346, 2024.

Do local ao global: O papel da pesquisa universitária na internacionalização sustentável do café brasileiro.

**Larissa Xavier Lima Cecoti¹, Rômula Keli Marino², José Ronaldo do Nascimento³
Francisval de Melo Carvalho**

¹Departamento de Administração e Economia / DAE – Universidade Federal de Lavras–
Lavras, MG – Brasil

{larissa.cecoti,romula.marino1,jose.nascimento6}@estudante.ufla.br,
francarv@ufla.br

Palavras-chave: Café; ODS; Sustentabilidade.

O café brasileiro, reconhecido mundialmente por sua qualidade e diversidade, ocupa posição estratégica nas cadeias globais de commodities. Nesse contexto, a universidade desempenha papel central ao fomentar pesquisas, formar profissionais qualificados e estabelecer parcerias que ampliam a competitividade e a sustentabilidade do setor. O presente trabalho discute como a atuação universitária, em especial a Universidade Federal de Lavras (UFLA), contribui para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, com ênfase nos ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico), 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e 17 (Parcerias e Meios de Implementação).

A análise parte do pressuposto de que a internacionalização sustentável do café depende da integração entre pesquisa científica, inovação tecnológica e transferência de conhecimento para produtores e organizações da cadeia. Exemplos práticos incluem o desenvolvimento de cultivares adaptadas às mudanças climáticas, metodologias de rastreabilidade e certificação socioambiental, bem como projetos de incubação de startups voltadas para a transformação digital do agronegócio. Além disso, ressalta-se o papel da universidade na promoção de redes colaborativas, envolvendo produtores locais, instituições internacionais e consumidores conscientes, o que fortalece a visibilidade do café brasileiro no mercado global.

Conclui-se que a universidade, ao assumir postura ativa diante dos desafios contemporâneos, contribui não apenas para a competitividade do café brasileiro, mas também para a construção de uma economia mais justa e sustentável. Assim, reforça-se o entendimento da academia como elo fundamental entre ciência, mercado e sociedade, promovendo impactos positivos em escala local e global.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

O MODELO DE OTIMIZAÇÃO PELA MÉDIA-VARIÂNCIA PROPOSTO POR MARKOWITZ COMO ESTRATÉGIAS DE INVESTIMENTO BASEADA EM OTIMIZAÇÃO DE CARTEIRA

José Ronaldo do Nascimento¹, Larissa Xavier Lima Cecoti², Rômula Keli Marino³,
Francisval de Melo Carvalho

¹Departamento de Administração e Economia / DAE – Universidade Federal de Lavras–
Lavras, MG – Brasil

{jose.nascimento6, larissa.cecoti, romula.marino1}@estudante.ufla.br, francarv@ufla.br

ABSTRACT: This research compared the performance of a stock portfolio constructed based on historical data, a portfolio optimized using the Markowitz (1952) mean-variance model, and the Ibovespa index. Ten Ibovespa stocks were analyzed between January 1, 2023, and July 20, 2025, using logarithmic returns obtained via Python/Yahoo Finance. The evaluation considered mean return, standard deviation, and Sharpe ratio. The results showed that PETR4 had the highest return and MRF3 the highest risk. The optimized portfolio presented a risk of 6.09%, a return of 0.53%, and a Sharpe of 0.087, while the Ibovespa registered a risk of 4.62%, a return of 0.80%, and a Sharpe of 0.173. Although the optimized portfolio underperformed the benchmark, the study reinforces the importance of quantitative techniques in portfolio management and highlights the need for tailoring to the investor's profile.

Keywords: Markowitz; risk and return; portfolio optimization; Ibovespa.

RESUMO: Esta pesquisa comparou o desempenho de uma carteira de ações construída com base em dados históricos, de uma carteira otimizada pelo modelo média-variância de Markowitz (1952) e do índice Ibovespa. Foram analisadas dez ações do Ibovespa entre 01/01/2023 e 20/07/2025, utilizando retornos logarítmicos obtidos via Python/Yahoo Finance. A avaliação considerou retorno médio, desvio padrão e Índice de Sharpe. Os resultados mostraram que PETR4 teve o maior retorno e MRF3 o maior risco. A carteira otimizada apresentou risco de 6,09%, retorno de 0,53% e Sharpe de 0,087, enquanto o Ibovespa registrou risco de 4,62%, retorno de 0,80% e Sharpe de 0,173. Embora a carteira otimizada tenha tido desempenho inferior ao benchmark, o estudo reforça a relevância de técnicas quantitativas na gestão de portfólios e destaca a necessidade de adequação ao perfil do investidor.

Palavras-chave: Markowitz; risco e retorno; otimização de carteira; Ibovespa.

1 INTRODUÇÃO

A seleção de carteiras de ações envolve dois estágios: a formação de opiniões sobre o desempenho futuro dos ativos e a escolha da carteira em si. A diversificação surge como estratégia central para equilibrar risco e retorno, conforme o modelo de Markowitz (1952), que consolidou a abordagem teórica da administração de portfólios. O avanço tecnológico, a globalização e o acesso à informação facilitaram análises mais robustas, como correlação, covariância e valor em risco. O perfil do investidor influencia diretamente as decisões, variando entre conservador, moderado e agressivo, conforme sua tolerância ao risco. Apesar do baixo número de investidores em renda variável no Brasil, esse tipo de aplicação pode gerar retornos elevados. Diante disso, este estudo busca responder quais ativos da Bovespa maximizam a relação risco-retorno, tendo como objetivo otimizar uma carteira composta pelos dez ativos que mais distribuíram dividendos nos últimos três anos do Ibovespa, por meio de análise exploratória, cálculo de correlações e covariâncias e aplicação do modelo média-variância.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A otimização de carteiras é tradicionalmente fundamentada no modelo média-variância de Markowitz (1952), no qual se busca equilibrar risco e retorno de acordo com o perfil do investidor. Essa abordagem parte da ideia de que investidores menos avessos ao risco aceitam maior volatilidade em troca de retornos mais elevados, enquanto investidores conservadores preferem menor exposição, mesmo com ganhos reduzidos (Bodie; Kane; Marcus, 2015; Santos; Tessari, 2012). Em instituições financeiras, a gestão de carteiras costuma ser descentralizada, considerando diferentes classes de ativos, o que amplia a complexidade do processo de otimização.

O risco, entendido como um dos principais parâmetros de decisão, é tão relevante quanto o retorno esperado. Ele pode ser mensurado estatisticamente por variância ou desvio padrão, mas também deve considerar a correlação entre os ativos. Quando negativamente correlacionados, ativos podem reduzir o risco agregado da carteira, reforçando a importância da diversificação (Assaf Neto, 2010; Mangram, 2013). Contudo, em certos contextos, a diversificação pode aumentar o risco sistêmico, demonstrando a necessidade de modelos mais robustos de avaliação (Wang; Liu; He, 2022; Baur, 2024).

O retorno, por sua vez, é definido como o ganho ou perda de um investimento em determinado período e está diretamente associado ao nível de risco assumido (Gitman, 2004). Estimativas de retorno esperado são geralmente obtidas pela média histórica, mas esse método é limitado em estratégias de curto prazo. Assim, avanços em modelos de previsão têm buscado maior precisão para fins de gerenciamento ativo de carteiras (Freitas; Sousa; Almeida, 2006; Miranda, 2021).

O embasamento estatístico é essencial tanto para a otimização quanto para a gestão de risco. A matriz de covariância, que reúne variâncias e covariâncias dos ativos, permite calcular pesos ótimos e métricas de risco, como o Value at Risk (VaR).

3 METODOLOGIA

3.1 Amostra de dados

A amostra deste projeto de pesquisa considera empresas com ações do Brasil, na Bolsa, Balcão (B3), especificamente as dez empresas que distribuíram mais dividendos no período de fevereiro de 2023 a julho de 2025 e que fizeram parte do IBOVESPA (IBOV). A escolha por este índice ocorre pelo fato de ser um índice que considera uma significativa quantidade de ações com liquidez e valor na B3. Segundo Pinheiro (2012) o IBOV é o indicador mais representativo no mercado brasileiro pela representação e pela expressividade dos valores negociados. Os dados de retorno foram coletados pela base de dados do *Yahoo Finance* através de *scripts* utilizados em Python versão 3.13.5, seguindo o período de 01/01/2023 a 20/07/2025.

4 RESULTADOS E DISCUÇÃO

O primeiro passo após a coleta de dados é realizar uma análise exploratória do conjunto de dados.

A observação das medidas estatísticas descritivas contidas na Tabela 1, como média, desvio padrão, mínimo, máximo e quartis, foi o primeiro passo após a coleta de dados, com o objetivo de entender as principais características dos dados. Verificou-se que o ativo PETR4 apresentou o maior retorno no período.

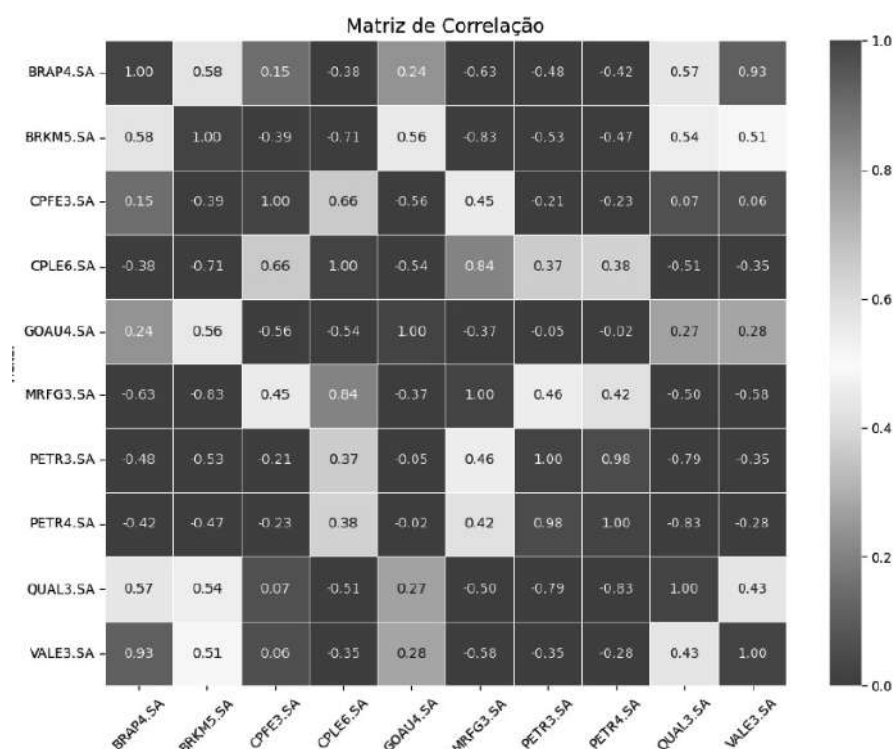
Tabela 1 - Estatística descritiva

Ativo	BRAP4	GOAU4	PETR4	CPLE6	VALE3	PETR3	CPFE3	BRKM5	QUAL3	MRFG3
count	635.00	635.00	635.00	635.00	635.00	635.00	635.00	635.00	635.00	635.00
mean	18.00	9.93	28.43	9.19	59.01	32.12	34.09	18.35	2.81	10.84
std	2.05	0.78	6.63	1.52	6.30	6.70	3.12	4.86	1.23	5.50
min	14.72	7.75	13.85	6.17	49.20	17.29	26.63	8.28	1.35	5.23
25%	16.52	9.43	23.55	8.12	54.93	27.88	32.42	15.21	1.82	6.35
50%	17.56	9.92	30.84	9.30	57.52	33.65	33.99	18.78	2.27	8.55
75%	18.98	10.36	33.61	9.96	60.17	37.35	35.75	21.88	3.64	13.90
max	24.97	12.15	36.98	12.78	82.00	41.33	41.23	30.95	6.62	25.85

Fonte: Elaboração própria, em Python.

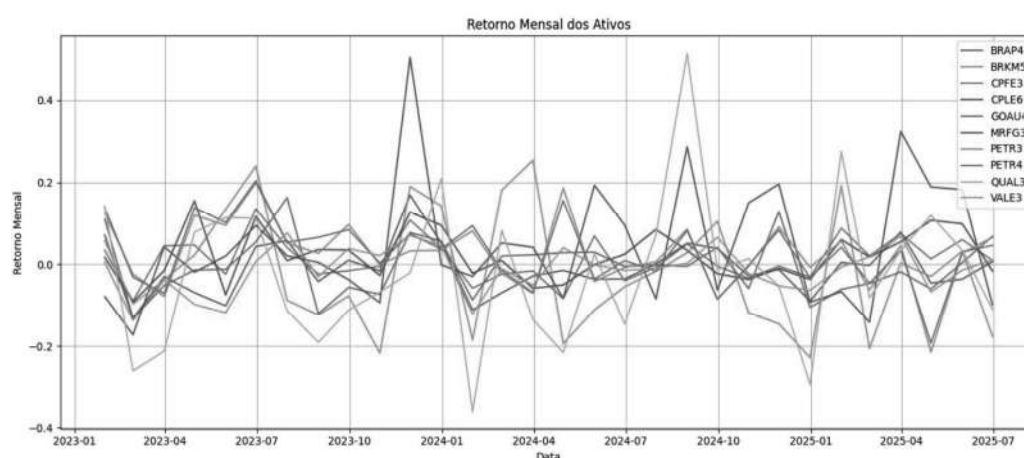
A matriz de correlação (Figura 1) evidencia relações importantes entre os ativos. Foram observadas correlações positivas muito fortes, como PETR3 e PETR4 (0,98) e BRAP4 e VALE3 (0,93), esperadas pela ligação entre as empresas, além de CPLE6 e MRFG3 (0,84), considerada conjuntural. Também se destacam correlações negativas fortes, como BRKM5 e MRFG3 (-0,83) e QUAL3 e PETR4 (-0,83), favoráveis à diversificação. Por fim, pares como VALE3 e CPFE3 (0,06) e CPFE3 e QUAL3 (0,07) apresentaram baixa correlação, igualmente benéfica para redução de risco na carteira. Gráfico 1 - Retorno ao longo do tempo

Figura 1- Matriz de correlação



Fonte: Elaboração própria, em Python.

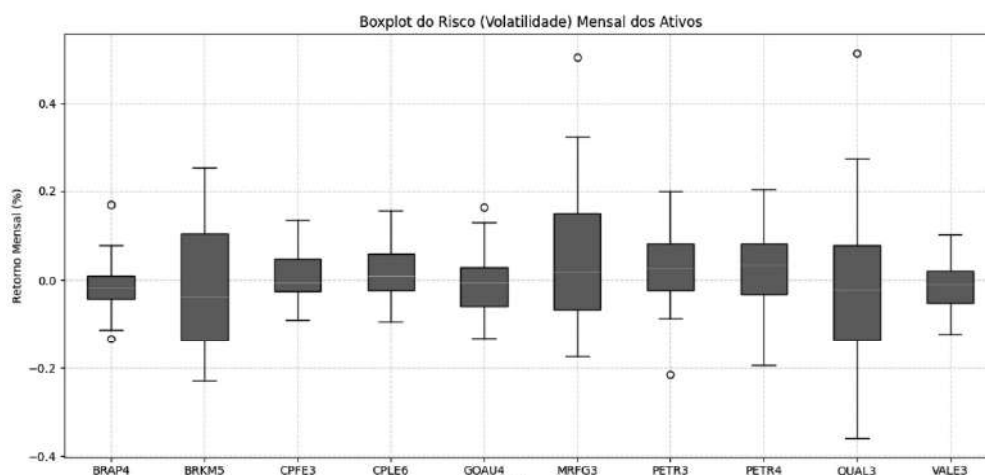
O gráfico 1 de retorno mensal dos ativos entre janeiro de 2023 e julho de 2025 revela comportamentos distintos de desempenho. Ativos como MRFG3 e BRKM5 mostraram alta volatilidade, enquanto outros, como BRAP4, CPLE6 e VALE3, apresentaram retornos mais estáveis. Picos e quedas acentuadas indicam influência de eventos externos ao longo do período..



Fonte: Elaboração própria, em Python.

O bloxplot apresentado no gráfico 2 revela a volatilidade mensal (risco) dos ativos analisados. Observa-se que MRFG3, QUAL3 e BRKM5 apresentam maior dispersão dos retornos, indicando maior risco. Em contrapartida, CPFE3, CPLE6 e VALE3 demonstram retornos mais concentrados, sugerindo menor volatilidade. Ativos como MRFG3 e QUAL3 também exibem outliers positivos e negativos significativos, reforçando sua instabilidade. No geral, o gráfico permite identificar os ativos mais arriscados e os mais estáveis ao longo do período.

Gráfico 2 - Risco individual dos ativos



Fonte: Elaboração própria, em Python.

A Tabela 3 mostra que o portfólio otimizado apresentou maior retorno e Índice de Sharpe em relação ao Ibovespa, mas também maior risco. O Gráfico 3, que compara a performance acumulada entre janeiro de 2023 e julho de 2025, indica que no início do período o Ibovespa teve desempenho superior, alcançando picos próximos de 1,20 contra menos de 1,10 da carteira. Entretanto, a partir de meados de 2024 ocorre uma inversão: enquanto o Ibovespa apresenta queda após seu pico, a carteira otimizada demonstra maior resiliência, destacando seu potencial de recuperação em cenários de volatilidade.

Tabela 2 - Comparação com benchmark - IBOV

Carteira	Risco	Retorno	Índice de Sharpe
IBOVE	4,6153%	0,7975%	0,1728
Carteira Otimizada	6,0885%	0,5302%	0,0871

Fonte: Elaboração própria.

5 CONCLUSÃO

O estudo teve como objetivo otimizar uma carteira de dez ativos do Ibovespa, selecionados pelo histórico de dividendos, utilizando o modelo média-variância de Markowitz (1952). A análise exploratória mostrou que PETR4 apresentou o maior retorno e MRFG3 o maior risco, reforçando a relação risco-retorno. A matriz de correlação evidenciou tanto fortes correlações positivas, como entre PETR3 e PETR4 (0,98), quanto negativas, como entre BRKM5 e MRFG3 (-0,83), destacando o potencial de diversificação.

Conclui-se que a aplicação de métodos quantitativos auxilia na tomada de decisão estratégica, mas sua eficácia depende do alinhamento com o perfil de risco do investidor. A pesquisa reforça a relevância do modelo clássico de Markowitz e sugere sua integração com abordagens, como inteligência computacional e aprendizado de máquina.

Agradecimentos; Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

REFERÊNCIAS.

- Assaf Neto, A., & Lima, F. G. (2010). *Curso de administração financeira*. Atlas.
- Baur, D. G. (2024). Diversification is not a free lunch. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(6), Article 225.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. (2014). *Fundamentos de investimentos*. AMGH Editora.
- De Freitas, F. D., De Souza, A. F., & De Almeida, A. R. (2006). Um modelo de otimização de carteiras baseado em predição. *Anais do XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Goiânia, GO, Brasil.
- Gitman, L. J. (2004). *Princípios de administração financeira* (10ª ed.). Addison Wesley.
- Mangram, M. E. (2013). A simplified perspective of the Markowitz portfolio theory. *Global Journal of Business Research*, 7(1), 59–70.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7(1), 77–91.
- Miranda, P. B. de, et al. (2021). *Estratégias de gestão de carteiras de investimentos no mercado brasileiro* (Dissertação de Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Santos, V. C. dos, & Tessari, C. V. M. (2012). Risco e retorno de carteiras formadas por ações com índices diferenciados de governança corporativa. *Revista de Administração da UFSM*, 5(3), 421–436.
- Wang, C., Liu, X., & He, J. (2022). Does diversification promote systemic risk? *North American Journal of Economics and Finance*, 61, 101680.

VIESES COGNITIVOS NA TOMADA DE DECISÕES DE INVESTIMENTOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

José Ronaldo do Nascimento¹, Larissa Xavier Lima Cecoti², Rômula Keli Marino³,
Francisval de Melo Carvalho⁴.

¹Departamento de Administração e Economia / DAE – Universidade Federal de
Lavras– Lavras, MG – Brasil

{jose.nascimento6,larissa.cecoti,romula.marino1,}@estudante.ufla.br,
francarv@ufla.br

Palavras-chave: vieses cognitivos; tomada de decisão; investimentos.

O estudo tem como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura focada na identificação, descrição e análise dos vieses cognitivos que afetam a tomada de decisões de investimentos no contexto das finanças comportamentais. Este assunto ganhou destaque a partir da década de 1970 por (Herbert Simon, 1970).

Esta pesquisa tem por objetivo geral, realizar uma revisão integrativa da literatura para identificar, descrever e analisar como os vieses cognitivos têm sido abordados na tomada de decisões de investimentos no âmbito das finanças comportamentais.

O excesso de confiança leva gestores a subestimarem riscos futuros, o otimismo os faz superestimar a chance de eventos favoráveis (De Long et al., 1990). Fatores psicológicos devem ser considerados na análise do comportamento, especialmente nas decisões organizacionais e na forma como reportam informações nos demonstrativos financeiros.

Os principais vieses investigados incluem: excesso de confiança, aversão à perda, heurísticas de ancoragem e disponibilidade, efeito de manada, ilusão de controle, heurística da representatividade, otimismo, dissonância cognitiva, efeito disposição, autocontrole, conservadorismo e mimetismo.

A investigação partiu da premissa de que fatores psicológicos, emocionais e cognitivos desempenham um papel significativo no comportamento dos investidores, muitas vezes desviando-os de escolhas racionais e levando a decisões financeiras subótimas.

Conclui-se, portanto, que esta pesquisa contribui para a sistematização do conhecimento sobre a influência dos vieses cognitivos nas decisões de investimento, reforçando o papel das finanças comportamentais como campo fundamental para a compreensão do comportamento dos agentes no mercado. Os achados oferecem subsídios relevantes não apenas para pesquisadores e educadores, mas também para reguladores e participantes do mercado financeiro, na busca por decisões mais conscientes, eficientes e estáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caminhos metodológicos da ciência cidadã na produção de conhecimento

Diny Gabrielly de Miranda Martins¹, José de Arimatéia Dias Valadão²

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

diny.martins2@estudante.ufla.br, jose.valadao@ufla.br

Palavras-chave: Ciência participativa, Alfabetização científica, Participação pública.

A ciência cidadã tem se consolidado como uma abordagem inovadora e participativa de produção de conhecimento científico, ao integrar cidadãos não especialistas em diferentes etapas da pesquisa. Este estudo teve como objetivo identificar e analisar as metodologias aplicadas em projetos de ciência cidadã publicados entre 2020 e 2025, por meio de revisão sistemática da literatura nas bases Web of Science e Scopus. As buscas utilizaram descritores como *ciência cidadã*, *pesquisa baseada na comunidade*, *ciência participativa*, *design de projeto* e *estratégias de engajamento*. Inicialmente, foram recuperados 7.494 artigos na Web of Science e 9.588 na Scopus. Após filtros (recorte temporal, tipo de documento, acesso aberto e relevância temática), selecionaram-se os 50 artigos mais citados de cada base. Seguindo critérios de inclusão (foco explícito em metodologias de ciência cidadã) e exclusão (duplicatas, revisões narrativas ou sem detalhamento metodológico), obteve-se uma amostra final de 31 artigos.

A análise de conteúdo permitiu organizar os achados em cinco categorias metodológicas: ciência cidadã contributiva (15 artigos), colaborativa (7), co-criada (6), intercultural com base em evidências múltiplas (1) e pesquisa baseada na comunidade (2). Exemplos práticos incluem iniciativas de monitoramento ambiental, projetos de saúde comunitária, valorização de saberes tradicionais e experiências educacionais com participação ativa de estudantes e comunidades locais. Os resultados demonstram que os modelos contributivos ainda predominam, centrados na coleta de dados por voluntários, mas há crescimento das abordagens colaborativas e co-criadas, que ampliam o papel dos cidadãos na análise, interpretação e aplicação dos resultados.

Conclui-se que a ciência cidadã contribui para uma ciência mais inclusiva e socialmente relevante, ao promover a coprodução do conhecimento, fortalecer a alfabetização científica e valorizar saberes diversos. Suas metodologias refletem transformações organizacionais alinhadas a modelos pós-burocráticos, que privilegiam colaboração, descentralização e engajamento social. Além disso, evidenciam seu potencial como caminho estratégico para enfrentar desafios atuais, como mudanças climáticas, saúde pública e justiça social, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Agradecimentos:

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.

Parceria universidade-comunidade: os benefícios da comunicação pública da ciência para os bancos de alimentos

Vânia Chaves de Figueiredo¹, Maysa Helena de Aguiar Toloni², José Roberto Pereira³.

¹Programa de Pós-Graduação em Administração – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Nutrição/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Administração Pública/FCSA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

vania.figueiredo@ufla.br, maysa.toloni@ufla.br, jrpereira@ufla.br

Palavras-chave: Gestão Social, Segurança Alimentar e Nutricional, Desenvolvimento Sustentável.

O Programa Banco de Alimentos é uma política pública de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) que visa à promoção do direito humano à alimentação adequada (DHAA) e à redução de perdas e desperdício de alimentos. De acordo com o Ministério da Saúde, é necessário que gestores, profissionais e sociedade civil trabalhem, de forma integrada, as ações capazes de garantir a SAN e o DHAA. Nesse sentido, evidencia-se a Gestão Social enquanto modelo de gestão que permite a participação dos diversos atores sociais nas diferentes fases do ciclo de políticas públicas. Diante do exposto, objetiva-se demonstrar a relevância da parceria entre a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e o Banco Municipal de Alimentos de Lavras (BMAL). Em relação aos procedimentos metodológicos, realizou-se um estudo qualitativo básico, com o uso das técnicas de entrevista e pesquisa documental para a coleta de dados e o uso da técnica de análise de conteúdo para a análise. Destaca-se que a UFLA foi essencial para o processo de implantação do BMAL. Por meio de uma pesquisa realizada pelo Departamento de Nutrição (DNU/UFLA), foi identificado um alto número de famílias participantes do Programa Bolsa Família em situação de insegurança alimentar. Assim, a estruturação do BMAL foi uma ação estratégica em resposta ao problema identificado. Além disso, o evento “Gincana Solidária da UFLA”, realizado com o objetivo de recolher doações de alimentos, reforçou a ideia de estruturação de um banco de alimentos pela necessidade de estocagem dos alimentos arrecadados. Adicionalmente, a UFLA possui participação relevante ao realizar pesquisas, projetos de extensão e ao apoiar eventos, sendo capaz de atuar nas problemáticas planejadas. Dessa maneira, a UFLA é parceira estratégica tanto para a prestação de apoio técnico-científico quanto para a mobilização de doadores. Conclui-se, portanto, que a pesquisa e a extensão podem auxiliar na reflexão, na ação e na relação entre os diferentes atores sociais, beneficiando não só BMAL, mas também a Universidade. Trata-se de uma parceria que está relacionada ao avanço dos seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) para a Agenda 2030: 1. Erradicação da pobreza; 2. Fome zero e agricultura sustentável.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CNPq.

Hospitalidade organizacional e a agenda 2030: Universidade Federal de Lavras (UFLA) no acolhimento de estudantes estrangeiros

**Beatriz Flexa Ribeiro Proença Gomes da Silva¹, José de Arimatéia Dias Valadão²,
Iris Carmen Pinheiro Rodrigues³, Milena Santos Silva⁴**

¹ Doutoranda pelo Programa de pós-graduação em administração/FCSA. Bolsista CAPES – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Docente Associado – Programa de pós-graduação em administração/FCSA. Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³ Doutoranda pelo Programa de pós-graduação em administração/FCSA. Bolsista CAPES – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴ Mestranda pelo Programa de pós-graduação em administração/FCSA. Bolsista CAPES – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

beatriz.silva19@estudante.ufla.br, jose.valadao@ufla.br,

iris.rodrigues@estudante.ufla.br, milena.silva4@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Hospitalidade; Estudantes estrangeiros; Inclusão social; Estudos organizacionais.

A presente pesquisa, oriunda de tese ainda em estágio inicial, investiga o papel da Universidade Federal de Lavras (UFLA) no acolhimento e integração de estudantes migrantes e refugiados, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. O estudo busca compreender como as práticas de hospitalidade e as estratégias organizacionais podem ser desenvolvidas para promover a inclusão social desses estudantes, contribuindo para os debates teóricos e práticos nos campos dos estudos organizacionais e da educação superior. Em termos teóricos, utiliza-se a teoria da troca social de Blau (1964), que defende que as estruturas sociais são o resultado de trocas sociais entre indivíduos e organizações, assim como a teoria da dádiva de Mauss (1925), que enfatiza a reciprocidade como um princípio fundamental. A metodologia é qualitativa, por meio de grupos focais e análise documental, e quantitativa, com o diagnóstico de dados demográficos e institucionais. O estudo é relevante por preencher uma lacuna na literatura sobre a aplicação da hospitalidade no contexto organizacional, como foco nas universidades, contribuindo para as discussões

sobre diversidade e inclusão no ensino superior. Socialmente, o trabalho é importante, pois a inclusão de estudantes estrangeiros é essencial para sua plena inserção na sociedade brasileira, e a pesquisa pode contribuir para combater a xenofobia e promover a interculturalidade, princípios que estão diretamente alinhados com os ODS da Agenda 2030, especialmente com o ODS 4 (Educação de Qualidade), ao propor ações para a universalização do acesso ao ensino superior; o ODS 10 (Redução das Desigualdades), ao buscar a equidade de oportunidades; e o ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes), ao fortalecer instituições inclusivas e acessíveis. A pesquisa oferece subsídios para a formulação de políticas universitárias que transformem a UFLA em um ambiente mais acolhedor, democrático e socialmente responsável.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Determinantes do Bem-estar Financeiro no Brasil: Uma Análise das Variáveis Sociodemográficas e da Alfabetização Financeira

Rudy Elton de Almeida¹, José Willer do Prado², André Luis Ribeiro Lima³

¹ Mestrando em Administração, PPGA/DAE, Universidade Federal de Lavras (UFLA)

² Orientador, Docente - PPGA/DAE, Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³ Coordenador, Docente - DAE, Universidade Federal de Lavras (UFLA)

rudy.almeida@estudante.ufla.br, jose.prado@ufla.br, andre.lima@ufla.br

Palavras-chave: Alfabetização financeira, Bem-estar financeiro, Educação financeira.

O bem-estar financeiro (BF) é uma condição subjetiva que reflete a capacidade dos indivíduos de administrar suas finanças de forma segura, estável e satisfatória. No cotidiano das famílias brasileiras, essa percepção está relacionada não apenas à renda, mas também ao modo como o dinheiro é gerido, às atitudes frente ao consumo e à confiança no futuro financeiro. Este estudo teve como objetivo geral analisar a associação entre fatores sociodemográficos e o BF da população brasileira, considerando o papel mediador desempenhado pelos elementos constitutivos da alfabetização financeira.

A pesquisa utilizou dados secundários da Pesquisa de Mensuração do Letramento e da Inclusão Financeira, realizada em 2023 pelo Banco Central do Brasil (BCB) em parceria com o Fundo Garantidor de Créditos (FGC), com base na metodologia Toolkit da OCDE/INFE. Foram realizadas 2.000 entrevistas presenciais com indivíduos de 16 a 79 anos, em todas as regiões do país, por meio de amostragem probabilística estratificada proporcional.

A estratégia metodológica envolveu modelagem por regressão linear múltipla, com o objetivo de identificar os efeitos diretos e indiretos (via mediação) das variáveis sociodemográficas sobre o BF, tendo como mediadores os construtos de alfabetização financeira: comportamento, atitudes e conhecimento. A lógica analítica foi estruturada em três etapas sequenciais: (1) análise dos efeitos diretos das variáveis sociodemográficas sobre o BF; (2) avaliação do impacto dessas variáveis sobre os componentes da alfabetização financeira; e (3) teste de mediação, com inclusão simultânea de variáveis independentes e mediadoras, interpretando a redução dos coeficientes como evidência de mediação parcial ou total.

Os principais resultados indicam que escolaridade, renda, idade, sexo e região estão diretamente associados ao BF. Indivíduos com maior escolaridade e renda, do sexo masculino e residentes da região Sudeste apresentam níveis mais elevados de BF, enquanto jovens, idosos, mulheres e moradores das regiões Norte e Nordeste demonstram menor percepção de estabilidade financeira. Atitudes financeiras (coef. = 0,0762; $p < 0,001$) e Comportamentos financeiros (coef. = 0,0342; $p = 0,0077$) foram os principais preditores positivos do BF, enquanto o Conhecimento financeiro apresentou efeito negativo e significativo (coef. = -0,0339; $p = 0,012$), sugerindo que maior consciência dos riscos pode gerar ansiedade e reduzir a percepção de estabilidade e segurança.

Esses achados reforçam que o BF é um fenômeno multidimensional, influenciado por fatores estruturais e subjetivos, e que decisões financeiras envolvem não apenas

racionalidade, mas também emoção, contexto e percepção. A mediação parcial observada entre variáveis sociodemográficas e alfabetização financeira sustenta a importância de políticas públicas e estratégias educacionais que integrem competências comportamentais e emocionais, promovendo atitudes mais adaptativas e planejamento financeiro de longo prazo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Competitividade e Sustentabilidade na Agricultura Familiar: O Papel da Visão Baseada em Recursos como Estratégia

Daniel Cola dos Santos¹, Cristina Lélis Leal Calegário¹, José Willer do Prado¹

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

daniel.colas6@gmail.com, ccalegario@ufla.br, jose.prado@ufla.br

Palavras-chave: Visão Baseada em Recursos, Agricultura Familiar, Vantagem Competitiva, Sustentabilidade Rural, Ativos Intangíveis.

Esta pesquisa analisou como a Visão Baseada em Recursos (VBR) pode contribuir para fortalecer a competitividade, melhorar a sustentabilidade dos negócios e agregar valor aos empreendimentos da agricultura familiar. A VBR especifica que a vantagem competitiva sustentável decorre do uso eficiente e da posse de recursos internos valiosos, raros e de difícil imitação.

O estudo utilizou uma revisão teórica integrativa, buscando aprofundar a compreensão sobre a aplicabilidade da VBR por meio da análise crítica da literatura existente. Os resultados evidenciam que as propriedades familiares rurais contam com ativos estratégicos que vão além dos recursos materiais, como a terra. Entre os mais relevantes estão os intangíveis: o capital humano (conhecimento tácito e tradicional), o capital social (redes de cooperação e confiança) e o conceito de *familiness*, que combina trabalho, patrimônio e identidade familiar. Quando mobilizados estrategicamente, esses recursos podem gerar inovação, diferenciação e vantagens competitivas sustentáveis. A VBR, nesse sentido, oferece uma estrutura analítica para valorizar o potencial endógeno dos empreendimentos, favorecendo oportunidades como o turismo rural, o comércio justo e a valorização de produtos locais.

Entretanto, a pesquisa também identificou limitações. Há uma lacuna entre o potencial da VBR e sua aplicação prática, marcada pela ausência de metodologias de gestão específicas para a agricultura familiar. Observa-se ainda que muitos estudos negligenciam particularidades regionais e culturais que influenciam o acesso e uso dos recursos. Além disso, a escassez de dados atualizados e a carência de políticas públicas direcionadas reduzem a efetividade da abordagem.

A VBR representa uma perspectiva sólida para orientar o desenvolvimento sustentável da agricultura familiar. Contudo, sua efetivação requer o desenho de estratégias, políticas e instrumentos de gestão que considerem a diversidade e a complexidade do setor, de modo a transformar os recursos disponíveis em valor econômico e social de longo prazo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Inteligência Artificial e Ecossistemas de Inovação: Um Olhar Bibliométrico sobre a Pesquisa

Gabriel José da Silva Abrahão¹, Eduardo Filipe Moraes de Aquino¹, André Grützmänn²

¹Departamento de Administração e Economia/FCSA - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

gabriel.abrahao@estudante.ufla.br, duarrdoo4@gmail.com, andre5@ufla.br

Palavras-chave: Ecossistemas de Inovação, Inteligência Artificial, Tecnologia.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise bibliométrica, a qual averigua dados estatísticos de documentos acadêmicos associados aos Ecossistemas de Inovação e à Inteligência Artificial (IA) ao longo dos anos. A partir das strings selecionadas, as bases de dados utilizadas para este estudo foram Scopus e Web of Science, sendo 225 documentos coletados na primeira base e 123 na segunda, tendo após a exclusão das duplicatas, 241 trabalhos para a efetuação da análise. O software Bibliometrix foi utilizado para a busca dos resultados. Ademais, o Microsoft Excel e a Plataforma Miro foram utilizadas durante a confecção dos resultados. Foi observado que o número de publicações e citações em relação às temáticas cresceu de forma gradativa, chegando ao seu ápice no ano de 2024. Sobre os trabalhos mais citados, os temas com maior destaque foram: Indústrias 4.0 e 5.0, Big Data, Cidades Inteligentes e Ecossistemas de Inovação Responsável. No que se refere à rede de colaboração entre os países com mais publicações sobre Ecossistemas de Inovação e Inteligência Artificial, os destaques foram Alemanha, Austrália, China, Estados Unidos, Japão e Reino Unido. O mapa temático abordou os temas emergentes e os que estão em declínio, tendo como exemplos machine learning e entrepreneurs, respectivamente. A última análise, o mapa de pesquisas futuras, abordou as principais tendências para estudos futuros entre Ecossistemas de Inovação e Inteligência Artificial, sendo estes: Estrutura, Atores e Dinâmicas do Ecossistema; Governança, Regulação e Ética; Adoção e Aplicação da IA para a Performance do Ecossistema; Abordagens Metodológicas e Teóricas; e Aplicações Setoriais e Impacto Socioeconômico. Por fim, este estudo contribuiu sugerindo tendências de pesquisa em Ecossistemas de Inovação e Inteligência Artificial. Como limitação, salienta-se a utilização de apenas duas bases de dados para a realização da pesquisa, ainda que sejam bases reconhecidas cientificamente.

Agradecimentos

Este trabalho teve o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), por meio do Projeto APQ-02206-24 do Edital Universal nº 01/2024, e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Diversidade Religiosa, Governança Local e os ODS: Um Estudo Etnográfico em Lavras-MG

Rafael Rodrigues de Castro¹, Kelly Iapuque Rodrigues de Sousa², José de Arimatéia Dias Valadão³

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Administração Pública/DAP – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

rafael.castro4@estudante.ufla.br, kelly.sousa1@estudante.ufla.br,
jose.valadao@ufla.br

Palavras-chave: Mapeamento, Religião, Governança.

Os estudos sobre Governança da Diversidade Religiosa (GDR) buscam compreender as ações de atores estatais e não estatais diante do pluralismo religioso. No Brasil, apesar da reconhecida diversidade religiosa, as pesquisas sobre GDR ainda são incipientes, o que reforça a necessidade de investigações. Um dos instrumentos estratégicos para o entendimento da GDR são os mapas religiosos. Na Europa, eles têm sido elaborados sobretudo por governos; já na América Latina, predominam iniciativas acadêmicas. O Censo 2022 do IBGE, divulgado em 2024, incluiu pela primeira vez informações sobre estabelecimentos religiosos. Contudo, estudos qualitativos indicam que o número real de templos e espaços religiosos é superior ao registrado. Diante disso, esta pesquisa buscou responder: “Qual é a dinâmica socioespacial da diversidade religiosa em Lavras-MG?” e “Quem são os atores religiosos envolvidos na GDR local?”. O objetivo foi elaborar um mapa da diversidade religiosa do município, identificando e georreferenciando locais de culto e espaços com vínculo religioso. Trata-se de um estudo qualitativo, fundamentado no método etnográfico e orientado pela ética relacional, inspirada nos princípios do Ubuntu. Os instrumentos de coleta incluíram pesquisa documental, pesquisa de campo, diário de campo, registro fotográfico e observação participante. Para construção do mapa, foram utilizados os *softwares Google My Maps* e *QGIS*, dados do IBGE, imagens do *Google Earth* e a classificação religiosa de Lacerda Jorge, Pereira Brandão e Cunha. Os resultados preliminares apontam a existência de 285 locais de culto (evangélicos, católicos, afro-brasileiros, espíritas, Testemunhas de Jeová, múltiplo pertencimento, maçonaria, budistas e mórmons) e 36 espaços com vínculo religioso (católicos, evangélicos, afro-brasileiros, espíritas e cristãos). Esses achados evidenciam a expressiva diversidade religiosa existente em Lavras e oferecem subsídios para debates sobre inclusão, respeito à pluralidade e fortalecimento da governança participativa. A pesquisa dialoga com os ODS 4, ao produzir conhecimento acessível e crítico; o ODS 10 e o ODS 11, ao valorizar a diversidade como elemento de coesão social; o ODS 16, ao fomentar práticas institucionais inclusivas; e o ODS 18, ao reconhecer tradições religiosas historicamente marginalizadas. Assim, este estudo pode contribuir para a reflexão sobre o papel da universidade na promoção de uma sociedade mais justa, plural e democrática.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Extensão na Pós-Graduação: a atuação do Diálogos - Observatório da Diversidade Religiosa

Rafael Rodrigues de Castro¹, Kelly Iapuque Rodrigues de Sousa², José de
Arimatéia Dias Valadão³

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Administração Pública/DAP – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

rafael.castro4@estudante.ufla.br, kelly.sousa1@estudante.ufla.br,
jose.valadao@ufla.br

Palavras-chave: Extensão universitária, Pós-graduação, Diversidade religiosa.

A extensão na Pós-Graduação tem se consolidado como estratégia para fortalecer a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão (EPE), enfrentando a fragmentação da formação acadêmica historicamente centrada na pesquisa técnico-científica. Sua integração amplia a formação discente, permite que a produção científica dialogue com as demandas sociais e contribui para a transformação da realidade. Nesse contexto, situa-se o *Diálogos – Observatório da Diversidade Religiosa*, grupo de pesquisa formado por docente e discentes da graduação e pós-graduação. O *Diálogos* articula EPE em torno de temas como diversidade religiosa, intolerância e racismo religioso, laicidade e políticas públicas, desenvolvendo ações próprias e em parceria com comunidades religiosas. Este trabalho analisou a atuação do *Diálogos* na extensão na Pós-Graduação, destacando suas contribuições para a formação acadêmica, o diálogo entre universidade e sociedade e a construção de conhecimento plural. Trata-se de pesquisa qualitativa, com dados documentais analisados pela análise de conteúdo temática, considerando as oito áreas temáticas da extensão da UFLA. A análise evidenciou quatro áreas. Em Cultura, destacam-se o *Mapeamento da Diversidade Religiosa em Lavras-MG* e as atividades do *Dia Nacional das Tradições das Raízes de Matrizes Africanas e Nações do Candomblé*, que promoveram vivência imersiva, valorização de tradições afro-brasileiras e celebração da ancestralidade e da resistência cultural. Em Direitos Humanos e Justiça, o *Dia Nacional de Combate à Intolerância Religiosa* e os *Seminários “Religiões e População LGBTQIAPN+”* estimularam debates inter-religiosos e interseccionais sobre liberdade, racismo e diversidade sexual e de gênero. No eixo Meio Ambiente, o *Seminário Sassanha* discutiu usos rituais das folhas em tradições afro-brasileiras, ressaltando a articulação entre saberes tradicionais, espiritualidade e sustentabilidade. Já em Comunicação, o quadro audiovisual *Diálogos em Foco* registrou e difundiu narrativas religiosas, ampliando o alcance das ações e fortalecendo a memória coletiva. Os resultados indicam que o *Diálogos* constitui experiência inovadora de integração entre EPE, alinhada aos ODS, especialmente em saúde, educação, redução das desigualdades, sustentabilidade ambiental, paz, instituições eficazes e igualdade étnico-racial, fortalecendo a formação acadêmica, os vínculos com comunidades e a relevância da extensão como prática transformadora.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Governança da Diversidade Religiosa no Brasil: mapeamento e contribuições de organizações para a liberdade religiosa

Rafael Rodrigues de Castro¹, Kelly Iapuke Rodrigues de Sousa², José de Arimatéia Dias Valadão³

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Administração Pública/DAP – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

rafael.castro4@estudante.ufla.br, kelly.sousa1@estudante.ufla.br,
jose.valadao@ufla.br

Palavras-chave: Liberdade religiosa, Direitos humanos, Intolerância religiosa.

As pesquisas sobre Governança da Diversidade Religiosa (GDR) têm como objetivo compreender as ações de atores estatais e não estatais voltadas à promoção da liberdade de crença e à acomodação da diversidade religiosa. Nesse cenário, o *Diálogos – Observatório da Diversidade Religiosa* desenvolveu o mapeamento de organizações que atuam na defesa da liberdade religiosa, como órgãos governamentais, conselhos, comitês, organizações da sociedade civil (OSC) e instituições religiosas. Para divulgar os resultados parciais desse levantamento, foram realizadas três edições do *Workshop Online* “GDR no Brasil: conhecendo as organizações que atuam na defesa da liberdade religiosa”, transmitidas ao vivo pelo canal do *Diálogos* no *YouTube*, com a participação de 10 organizações (quatro na primeira edição, três na segunda e três na terceira). Tendo como fonte de dados os *Workshops*, este trabalho objetivou analisar as contribuições das organizações participantes para a GDR no Brasil. Os dados foram submetidos à análise de conteúdo temática. Os resultados evidenciam diferentes categorias de atuação. Entre os *Conselhos e Comitês*, participaram o Comitê de Diversidade Religiosa de Juiz de Fora-MG e do Distrito Federal e o Conselho de Liberdade Religiosa da cidade do Rio de Janeiro, que promovem audiências públicas, mediação de conflitos e campanhas de conscientização. No âmbito do *Órgão Governamental*, a Coordenação-Geral de Promoção da Liberdade Religiosa do Ministério dos Direitos Humanos e da Cidadania, atua na formulação de políticas públicas, elaboração de relatórios e articulação em nível nacional. Entre as *OSC*, o Fórum de Diversidade Religiosa de Pernambuco e da Paraíba, e a organização ecumênica KOINONIA desenvolvem ações de formação comunitária, incidência política, apoio jurídico e valorização das tradições afro-brasileiras. Já no eixo *Comissões da OAB*, participaram as Comissões de Liberdade Religiosa e Combate à Intolerância Religiosa do Pará, de Minas Gerais e da Bahia, que se destacam na defesa jurídica de vítimas de intolerância religiosa, no acompanhamento de denúncias e na proposição de medidas legais. Os *Workshops* demonstraram como essas organizações contribuem para a proteção da liberdade religiosa, o enfrentamento à intolerância e o fortalecimento da cidadania democrática. O mapeamento e os eventos configuram uma prática extensionista que promove redes colaborativas e valoriza a pluralidade religiosa, em consonância com os ODS 4, 10, 16 e 18.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Desigualdades por sexo e cor ou raça na pós-graduação da UFLA: uma análise dos índices IPG e IPR

Iris Rodrigues¹, Mônica Cappelle¹, Patrícia Ferreira²

¹Programa de Pós-Graduação em Administração/PPGA – UFLA

²Departamento de Administração e Economia/DAE – UFLA

iriss_rodrigues@hotmail.com, edmo@ufla.br, paf@ufla.br

Palavras-chave: equidade, pós-graduação, UFLA.

A equidade na pós-graduação é um dos objetivos que podem contribuir para o avanço dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), com destaque para os ODS 5 (igualdade de gênero), 10 (redução das desigualdades) e 18 (igualdade racial). A literatura demonstra que estudos sobre a temática contribuem para a avaliação das políticas de ação afirmativa, evidenciando suas contribuições e aspectos que precisam ser aprimorados. A presente pesquisa tem o objetivo de discutir a paridade dos cursos de pós-graduação *stricto sensu* da Universidade Federal de Lavras (UFLA) por meio da análise dos índices de Paridade de Gênero (IPG) e Paridade Racial (IPR) dos alunos ativos. Os índices mencionados têm o intuito de dar visibilidade para dois marcadores sociais específicos: o sexo e a cor/raça. O cálculo do índice corresponde às razões mulher/homem para o caso do IPG e não brancos/brancos para o caso do IPR. A interpretação dos índices segue a mesma lógica e, tomando como referência o IPG, pode-se interpretá-lo da seguinte forma: se o resultado da razão for 1, há paridade entre mulheres e homens. Se o resultado variar de 0 a 1, há disparidade em favor dos homens e se o resultado for maior que 1, há disparidade em favor das mulheres. Para o cálculo dos índices foram utilizados os dados disponíveis no Portal de Dados Abertos da UFLA (dados.ufla.br), acessados em setembro de 2025. Na análise geral, os resultados demonstraram um IPG de 0,93 e um IPR de 0,89. Isso significa que, a cada 100 homens na pós-graduação, há 93 mulheres. E, a cada 100 estudantes brancos, há 89 estudantes não brancos. Na separação entre os cursos de mestrado e doutorado, o IPG foi 0,90 para o mestrado e 0,97 para o doutorado, um indício de que os cursos de doutorado são mais paritários no que se refere ao sexo. Já para o IPR, os valores foram 0,80 para o mestrado e 1,03 para o doutorado. Nesse sentido, pode-se dizer que as maiores desigualdades no âmbito racial também se encontram no mestrado. A análise por unidade acadêmica mostrou que as unidades mais paritárias quanto ao sexo são a Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas, Educação e Letras (FAELCH) para o caso do mestrado (IPG: 0,97) e a Escola de Ciências Agrárias (ESAL) para o caso do doutorado (IPG: 1,04). E, no que se refere à paridade racial, o Instituto de Ciências Naturais (ICN) se mostrou o mais paritário tanto para o mestrado (IPR: 0,98) quanto para o doutorado (IPR: 0,99). Conclui-se que a universidade está avançando na paridade racial e de gênero, mas que ainda há desigualdades em favor dos homens e brancos, o que indica que ainda há desafios a serem enfrentados para que a equidade possa ser atingida.

Agradecimentos: As autoras agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Investimento Estrangeiro e os ODS: Convergência Institucional para a Igualdade de Gênero

Ana Paula Carvalho Mandu¹, Francisval de Melo Carvalho²

¹Programa de Pós-Graduação PPGA- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Programa de Pós-Graduação PPGA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹Ana.mandul@estudanteufla.br, ²francarv@ufla.br

Palavras-chave: Mercado de Trabalho; Equidade de Gênero; Políticas Públicas.

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável reconhece que a igualdade de gênero é condição indispensável para alcançar sociedades mais prósperas e justas. Com base nesse princípio, este estudo investiga se o Investimento Direto Estrangeiro (IDE) contribui para reduzir as desigualdades de gênero no mercado de trabalho em 27 países da América Latina e Caribe entre 2015 e 2023. Utilizando dados em painel extraídos do Banco Mundial e estimativas realizadas por modelos de efeitos aleatórios no software R, a pesquisa incorpora variáveis econômicas, como PIB per capita, crescimento econômico e inflação, além de indicadores institucionais ligados à equidade, como leis de igualdade salarial, normas contra discriminação e duração da licença-maternidade. Os resultados mostram que o IDE, de forma isolada, não exerce influência significativa sobre a participação feminina na força de trabalho. Entretanto, quando combinado a instituições sólidas, especialmente legislações de remuneração equitativa e proteções legais às gestantes, observa-se maior probabilidade de inserção feminina em postos formais de trabalho. O PIB per capita revelou-se o preditor mais consistente, reforçando que o desenvolvimento econômico cria condições estruturais para a redução das disparidades de gênero. Essas evidências apontam que o IDE só se converte em instrumento de transformação social quando articulado a marcos regulatórios nacionais robustos. Assim, a pesquisa contribui para o debate sobre a efetividade dos fluxos internacionais de capital no cumprimento dos compromissos da Agenda 2030, especialmente no que se refere à ODS 5 (Igualdade de gênero), à ODS 8 (Trabalho decente e crescimento econômico) e à ODS 10 (Redução das desigualdades). O estudo também evidencia a relevância de políticas públicas que assegurem a convergência entre investimentos internacionais e estruturas institucionais domésticas, de modo a promover inclusão econômica sustentável e a acelerar o alcance da igualdade de gênero na região.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Inovação Tecnológica e Sustentabilidade Ambiental: Uma Análise dos Países do Acordo de Paris

Jéssica dos Santos Oliveira Abreu¹, Ana Paula Carvalho Mandu², Caio Henrique Vieira Barbosa³, Cristina Calegário Leal Lélis⁴, Ednilson Sebastião de Avila⁴

¹²³Programa de Pós-Graduação PPGA- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴¹²Programa de Pós-Graduação PPGA – Universidade Federal de Lavras(UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹jsoabreu@gmail.com, ²ana.mandul@estudante.ufla.br,

³chenriquevb@gmail.com, ⁴¹ccalegario@ufla.br, ⁴²ednilson.avila@ufla.br

Palavras-chave: Inovação Tecnológica; Sustentabilidade; Crescimento Econômico.

Este estudo investiga os determinantes da poluição atmosférica, medida pela concentração média de material particulado fino (PM2.5), nos países signatários do Acordo de Paris, com foco na influência da inovação tecnológica e da estrutura econômica. Fundamentado na literatura sobre crescimento econômico e sustentabilidade especialmente na hipótese da Curva de Kuznets Ambiental, o trabalho analisa como variáveis relacionadas ao investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), à participação de fontes renováveis na matriz energética, ao produto interno bruto (PIB) per capita e à urbanização se associam aos níveis de poluição. A pesquisa utiliza dados em painel referentes ao período 2016–2023, abrangendo os países signatários do Acordo de Paris. As informações foram coletadas na base internacional World Bank, e analisadas por meio do modelo de regressão linear com efeitos fixos, técnica que permite capturar as variações entre países e ao longo do tempo. Os resultados indicaram que o PIB per capita apresenta relação positiva e significativa com a poluição, sugerindo que o crescimento econômico, no curto prazo, intensifica a degradação ambiental, em consonância com a hipótese da Curva de Kuznets Ambiental. Em contraste, a urbanização mostrou relação negativa e significativa, o que pode indicar que países mais urbanizados dispõem de infraestrutura mais eficiente, tecnologias limpas e políticas ambientais que mitigam os impactos da concentração populacional. Por outro lado, as variáveis associadas à inovação e transição energética, como P&D e energia renovável, não apresentaram efeitos estatisticamente significativos, possivelmente em razão de defasagens temporais, baixa efetividade dos investimentos ou limitações institucionais. O estudo contribui para o debate sobre inovação sustentável ao integrá-las em dimensões econômicas, tecnológicas e ambientais em um único modelo. Além disso, oferece evidências relevantes para a formulação de políticas públicas que conciliem crescimento econômico, urbanização e sustentabilidade, alinhando-se à agenda internacional de enfrentamento às mudanças climáticas e aos compromissos assumidos no âmbito do Acordo de Paris.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

A Logística do VI SIEGEP e VIII SInEGEPE

Ana Julia Guimarães Berti¹, Erika Paula Castro Bager¹, Diego Pereira Costa¹,
Daniela Meirelles Andrade¹

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil
ana.berti@estudante.ufla.br,

Palavras-chave: Evento Acadêmico; Logística e infraestrutura de Eventos; Organização de Eventos.

A gestão de eventos acadêmicos de grande porte, caracterizados pela alta complexidade e pela multiplicidade de atividades simultâneas, demanda um planejamento robusto como pilar para o seu sucesso. Este trabalho tem como objetivo apresentar o relato de experiência da Comissão de Logística e Infraestrutura na concepção e execução do VI Simpósio de Inovação, Empreendedorismo e Gestão Pública (SIEGEP) e VIII Seminário de Inovação, Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas (SInEGEPE). Evento realizado nos dias 25 e 26 de agosto de 2025, na Universidade Federal de Lavras. O evento de abrangência nacional reuniu mais de 860 participantes e contou com 10 apoiadores internos e 23 apoiadores externos, incluindo a parceria com uma instituição internacional. A metodologia de trabalho foi organizada pelas fases do ciclo de vida de um evento (pré-evento, evento e pós-evento). Na fase de pré-evento, o foco foi um plano operacional detalhado, resultado de reuniões de alinhamento e mobilização de voluntários e das ações subsequentes. Esta etapa representa o mapeamento de atividades: incluindo logística de convidados e apoiadores externos; orçamento e contratação de serviços, como tendas, buffet para jantar e coffee break, multimídia e transmissão online; levantamento de hospedagem, alimentação, deslocamento; verificação *in loco* de ambientes para sessões científicas, oficinas, mesas temáticas, atrações culturais, assim como sua distribuição estratégica nos espaços. Para cada sala, foi criada uma lista de verificação, detalhando os recursos audiovisuais necessários (projetores, notebooks), a designação de um responsável pela sala e o cronograma de atividades, além de particularidades como materiais específicos. Durante o evento, a comissão atuou na execução e monitoramento em tempo real do planejamento. A utilização de *checklists* operacionais foi a principal ferramenta de controle, permitindo à equipe garantir pontualidade nas atividades, a correta instalação dos equipamentos, a gestão do credenciamento e das listas de presença. Esta abordagem contribuiu para coordenar o fluxo de participantes e palestrantes, solucionar imprevistos, assegurando a execução das atividades presenciais e online. Finalmente, na fase de pós-evento, as atividades concentraram-se na desmontagem das estruturas, na devolução dos itens, na realização da avaliação interna da organização e externa dos participantes, destacando os feedbacks do evento e melhoria para as futuras edições. Concluindo, o planejamento estratégico da comissão assegurou o nível de serviço esperado e a realização bem-sucedida de um evento acadêmico de alta complexidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

O efeito do *market share* sobre o desempenho econômico-financeiro e a eficiência operacional das empresas listadas na B3 entre 2011 e 2024: Uma Análise Multinível

Caio Henrique Vieira Barbosa¹, Ana Paula Carvalho Mandu¹, Juciara Nunes de Alcântara¹

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

caio.barbosa6@estudante.ufla.br, ana.mandul@estudante.ufla.br,
juciara.alcantara@ufla.br

Palavras-chave: desempenho econômico-financeiro, eficiência operacional, *market share*.

Este trabalho investiga a relação entre *market share* (participação de mercado) e o desempenho de empresas brasileiras não financeiras listadas na B3 entre 2011 e 2024, tema relevante diante da escassez de estudos nacionais abrangentes e da necessidade de compreender como a presença de empresas estatais e privadas em setores estratégicos afeta a competitividade e, consequentemente, o desempenho. O objetivo é avaliar a influência do *market share* sobre o desempenho econômico-financeiro (ROA, ROE) e a eficiência operacional (IGA), à luz do modelo Estrutura–Conduta–Desempenho (ECD) e da literatura sobre propriedade da firma. Para isso, foram estimados modelos econométricos em painel com estrutura multinível, utilizando dados da base Economatica referentes a 238 empresas. Os modelos incorporaram variáveis de controle, como concentração setorial (HHI), tamanho, endividamento (IGE) e crescimento econômico (TXPIB), permitindo considerar simultaneamente fatores empresariais, setoriais e macroeconômicos. Os resultados evidenciam efeito positivo e significativo do *market share* sobre os indicadores de desempenho, sobretudo sobre a eficiência operacional. Também se verificou a relevância de variáveis como tamanho, IGE e TXPIB, enquanto a concentração setorial e a propriedade estatal não apresentaram significância estatística. Conclui-se, portanto, que o *market share* é um importante preditor de desempenho, com implicações para estratégias empresariais, políticas públicas de competitividade e avanços na literatura acadêmica. Como limitações, destacam-se a ausência de significância estatística na interação entre *market share* e propriedade estatal e a não inclusão de variáveis qualitativas, como aspectos de governança. Estudos futuros podem ampliar a amostra, adotar abordagens não lineares e incorporar dimensões institucionais às análises.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES, do CNPq e da FAPEMIG.

Valor Percebido e Adesão do Consumidor em Práticas Integrativas e Complementares (PIC): Uma Meta-síntese Qualitativa

Ivan José Ferreira Silva¹, Marcela Conceição de Azevedo Fantazzini Vaz²

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

ivan.silva7@estudante.ufla.br, marcela.vaz1@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Valor do Consumidor; Adesão; Práticas Integrativas e Complementares (PICs); Medicina Complementar e Alternativa (CAM).

O consumo de Práticas Integrativas e Complementares (PICs) tem crescido significativamente no Brasil desde sua institucionalização pelo Sistema Único de Saúde (SUS), refletindo uma valorização global dessas abordagens que complementam a medicina tradicional (BRASIL, 2006). As PICs são reconhecidas por reduzir estresse, ansiedade, sintomas depressivos, dor e melhorar as condições emocionais e psicossociais, destacando-se fitoterapia, acupuntura e técnicas energéticas, como o Reiki, que promove bem-estar e relaxamento (RODRIGUEZ et al., 2015; VILLELA; BINS ELY, 2022; DYER; BALDWIN; RAND, 2019; PRASAD et al., 2025; BAUER et al., 2025). Diante da diversidade e dispersão dos estudos qualitativos, utilizou-se a meta-síntese qualitativa, metodologia que permite integrar e interpretar múltiplas investigações, oferecendo um olhar ampliado sobre as dimensões do valor do consumidor, empoderamento e adesão às PICs (HOON, 2013). Por análise comparativa e interpretativa, identificaram-se dimensões multidimensionais do valor percebido, englobando a qualidade da relação terapêutica, eficácia, aspectos éticos, espirituais e o ambiente acolhedor. O empoderamento do usuário se mostra mediador essencial para adesão continuada, enquanto práticas energéticas como o Reiki destacam-se por fortalecer o bem-estar emocional e reduzir estresse, ansiedade e sintomas relacionados. Também foram evidenciadas barreiras comunicacionais e dissonâncias paradigmáticas entre medicina tradicional e integrativa, ressaltando a necessidade de políticas públicas e práticas clínicas que incentivem a comunicação aberta, valorização da experiência subjetiva e cuidado centrado na pessoa para garantir a sustentabilidade das PICs no sistema de saúde. Essa síntese contribui significativamente para o avanço do conhecimento científico, subsidiando o aprimoramento das estratégias para promoção do bem-estar e adesão terapêutica no contexto da saúde coletiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

EVOLUÇÃO DO ESTUDOS SOBRE ESG UMA REVISÃO DA LITERATURA PELA ABORDAGEM DA TEORIA INSTITUCIONAL

Marcela Conceição de Azevedo Fantazzini Vaz¹, Nataly Silva Vital¹, Marcelo Castro Ávila¹, Marcela Barbosa Faria¹ Francisval de Melo Carvalho¹

¹Departamento de Administração e Economia/DAE– Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

marcela.vaz1@estudante.ufla.br nataly.vital1@estudante.ufla.br,
marcelo.avila@estudante.ufla.br, marcela.faria@ufla.br,
francarv@ufla.br

Palavras-chave: ESG, Teoria Institucional, Revisão de Literatura

A Teoria Institucional oferece um contexto para entender como empresas reagem a pressões sociais, políticas e econômicas. North (1990) define instituições como "regras do jogo", enquanto Selznick (1971) destaca a adaptação das organizações às pressões externas. O isomorfismo institucional de DiMaggio e Powell (1983), coercitivo, mimético e normativo explica a padronização de práticas empresariais, como a adoção de políticas ambientais, sociais e de governança (ESG), para obter legitimidade. Neste contexto, o estudo objetivou analisar como a produção acadêmica sobre ESG evoluiu sob a ótica da Teoria Institucional. Uma revisão sistemática da literatura disponível na Web of Science, usando técnicas bibliométricas (Prado et al., 2016), analisou 232 artigos publicados entre 2007 e 2025. O primeiro estudo publicado com a temática foi de Kiernan (2007), mas o crescimento nas publicações intensificou a partir de 2020, atingindo o auge em 2024, com 71 publicações. Entre os artigos mais citados, destacam-se Cucari, De Falco e Orlando (2018), que investigam a diversidade nos conselhos de administração e Baldini et al. (2018) que analisou os fatores institucionais da divulgação ESG. A análise de co-citações revelou forte influência de clássicos da Teoria Institucional, como Meyer e Rowan (1977) e DiMaggio e Powell (1983). A pesquisa sobre a temática concentra-se em países como China (40 artigos), Itália (34), Estados Unidos (30) e Índia (25), enquanto o Brasil conta com quatro publicações. Os periódicos mais relevantes são o Corporate Social Responsibility and Environmental Management (14 artigos), Finance Research Letters (10) e Business Strategy and the Environment (7). Em termos de áreas, destacam-se Gestão (cerca de 100 artigos) e Finanças (mais de 80), com ênfase na relação entre ESG e desempenho empresarial. O estudo aponta novas áreas de pesquisa, como o impacto da incerteza política sobre o desempenho ESG (Dasgupta & Roy, 2025), análises setoriais (Dogan et al., 2025) e o papel da diversidade dos conselhos em instituições financeiras (Emadeldeen et al., 2025). Conclui-se que a literatura sobre ESG e Teoria Institucional tem crescido rapidamente desde 2020, expandindo o debate sobre legitimidade, sustentabilidade corporativa e o papel das pressões institucionais na adoção dessas práticas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

PRÁTICAS ESG E O DESEMPENHO ECONÔMICO-FINANCEIRO DAS EMPRESAS LISTADAS NO ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE DA BRASIL BOLSA E BALCÃO

Marcela Conceição de Azevedo Fantazzini Vaz¹, Nataly Silva Vital¹, Marcelo Castro Ávila¹, Ivan José Ferreira Silva¹ Francisval de Melo Carvalho¹

¹Departamento de Administração e Economia/DAE– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

marcela.vaz1@estudante.ufla.br nataly.vital1@estudante.ufla.br,
marcelocastroavila@gmail.com, ivan.silva7@estudante.ufla.br,
francarv@ufla.br

Palavras-chave: Práticas ESG, Desempenho Econômico-Financeiro, Análise Multivariada.

Atualmente, os investidores consideram fatores sociais, ambientais e de governança (ESG) em sua tomada de decisão (Balassiano; Ikeda; Jucá, 2023). Essa tendência destaca a crescente preocupação dos investidores com os efeitos socioambientais de suas aplicações, incentivando as empresas a implementarem condutas mais responsáveis (Borsatto; Baggio; Brum, 2023). Neste contexto, este estudo teve como objetivo investigar a relação entre o desempenho em ESG e os resultados econômico-financeiros das empresas que estão listadas no Índice de Sustentabilidade Empresarial da B3 (ISEB3). A pesquisa foi realizada por meio de um levantamento documental e análise estatística utilizando dados da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e do banco de dados ESG Workspace da B3, cobrindo o período de 2021 a 2024. As variáveis sob análise foram baseadas em De Sousa Neto e Correia (2024): ROA (dependente); Capital Humano (CapHum); Governança Corporativa e Alta Gestão (GovLtGE); Modelo de Negócios e Inovação (ModNegInoV); Capital Social (CapSoc); Meio Ambiente e (Meio Amb) e; Mudança do Clima (Muclim). As variáveis foram submetidas a um modelo de análise de regressão linear múltipla com dados em painel, empregando os modelos econométricos Pooled, Efeitos fixos e Efeitos Aleatórios. Para a escolha entre o modelo de efeitos fixos e o model Pooled, utilizou-se o Teste de Chow. Já o Teste de Hausman foi realizado para a escolha entre o modelo fixo e aleatório. Foram feitas análises para verificar a presença de heterocedasticidade e autocorrelação nos dados. Os achados demonstram uma relação positiva entre o desempenho em ESG e o desempenho econômico-financeiro. Dentre as variáveis investigadas, o componente ambiental mostrou uma ligação estatisticamente significativa e positiva com o Retorno sobre Ativos (ROA), indicando que boas práticas ambientais afetam favoravelmente a lucratividade das empresas. Foi possível inferir que o desempenho ambiental se mostrou um fator crucial para o desempenho econômico-financeiro, corroborando pesquisas anteriores. Para pesquisas futuras, sugere-se ampliar o intervalo de tempo e incluir um maior número de empresas em futuras investigações para aprofundar a análise dos efeitos das práticas de ESG a longo prazo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

RESILIÊNCIA ECONÔMICA E VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA: UMA ANÁLISE DINÂMICA DOS MUNICÍPIOS MINEIROS (2014–2020)

Nataly Silva Vital¹, Marcela Conceição de Azevedo Fantazzini Vaz², Marcelo Castro Ávila³, Tainara Gomes Cândida da Silva⁴, Renato Silvério Campos⁵

¹Departamento de Administração e Economia/DAE– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

nataly.vital1@estudante.ufla.br, marcela.vaz1@estudante.ufla.br
marcelo.avila@estudante.ufla.br, tainaracandida1@gmail.com,
renato.campos@ufla.br

Palavras-chave: Resiliência econômica; Vulnerabilidade socioeconômica; Difference GMM.

A pesquisa analisa a influência das vulnerabilidades socioeconômicas sobre a resiliência econômica dos municípios mineiros entre 2014 e 2020. Fundamentada na abordagem de resiliência proposta por Simmie e Martin (2009) e Delgado-Bello et al. (2023), a análise adota a perspectiva da engenharia (Holling, 1973), que compreende resiliência como a capacidade de retornar ao equilíbrio após choques, enfatizando resistência e recuperação. De acordo com Andrade e Ayala (2017), essa capacidade permite modular os impactos de crises, preservando o crescimento econômico. A vulnerabilidade socioeconômica, conforme Vitorino e Neto (2023) e Carvalho et al. (2023), é tratada como uma condição multidimensional de fragilidade social e material, resultante da interação entre fatores econômicos, sociais e territoriais que limitam a capacidade de resposta dos municípios a crises. Empiricamente, foi utilizado um modelo de dados em painel dinâmico estimado pelo Método dos Momentos Generalizados (Arellano & Bond, 1991), com dados do Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) e do DATASUS, do estado de Minas Gerais. A taxa de emprego formal foi empregada como proxy de resiliência econômica, enquanto PIB per capita, analfabetismo funcional, mortalidade infantil e pobreza infantil representaram as vulnerabilidades. Os resultados indicam persistência moderada da taxa de emprego (coeficiente = 0,28), evidenciando um processo de recuperação gradual. O PIB per capita apresentou efeito positivo e significativo, confirmando que maior renda aumenta a capacidade municipal de manutenção do emprego (Lopes et al., 2019; Eberhardt & Fochezatto, 2023). Em contrapartida, o analfabetismo funcional, a mortalidade infantil e a pobreza infantil apresentaram impactos negativos significativos, mostrando que fragilidades sociais reduzem a capacidade de reação aos choques (Diel, 2014; Capucha, 2019). Esses resultados sugerem que o fortalecimento da resiliência econômica exige políticas públicas integradas voltadas à educação básica, à saúde e à redução da pobreza infantil. Assim, conclui-se que a redução das vulnerabilidades socioeconômicas é condição essencial para aumentar a resiliência econômica e mitigar riscos em contextos territoriais desiguais, promovendo maior estabilidade e equidade regional em Minas Gerais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.

EMPREENDEDORISMO SOCIAL: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE A PRODUÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL

Nataly Silva Vital¹, Marcelo Castro Ávila², Marcela Conceição de Azevedo Fantazzini Vaz³, Marcela Barbosa Faria⁴, Renato Silverio Campos⁵.

¹Departamento de Administração e Economia/DAE– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

nataly.vital1@estudante.ufla.br, marcelo.avila@estudante.ufla.br,
marcela.vaz1@estudante.ufla.br marcela.faria@ufla.br,
renato.campos@ufla.br

Palavras-chave: Empreendedorismo Social; Produção Científica Internacional; Valor Social.

O empreendedorismo social configura-se como um campo emergente do empreendedorismo voltado à geração de valor social e à resolução de problemas coletivos, especialmente em contextos de vulnerabilidade socioeconômica (Vieira; De Oliveira; Miki, 2023; Novaes; Gil, 2009). Define-se como um conjunto de atividades e processos destinados a identificar e explorar oportunidades que promovam a “riqueza social”, compreendida como a melhoria sustentável das condições de vida de populações vulneráveis (Zahra et al., 2009). Além de atuar na redução da pobreza e na geração de emprego, o empreendedorismo social busca transformar realidades locais por meio de soluções inovadoras e sustentáveis, sendo frequentemente apontado como resposta às falhas do mercado e das políticas públicas em países em desenvolvimento (Lopes-Jr. et al., 2021). A literatura indica ainda que os lucros dessas iniciativas devem ser reinvestidos na comunidade ou na missão social, reforçando o caráter híbrido do campo, que combina lógica de mercado e propósito social (Zárate Rueda et al., 2022). Diante disso, buscou-se analisar a evolução e as principais tendências da produção científica internacional sobre empreendedorismo social, identificando autores, países e períodos de maior destaque, bem como lacunas na literatura. O estudo, de caráter exploratório, utilizou o método bibliométrico com base nas diretrizes de Prado et al. (2016), empregando as bases Web of Science (WoS) e Scopus. A busca utilizou os termos “social entrepreneurship” e “social entrepreneur*”, resultando em 9.179 registros, dos quais 6.200 foram considerados válidos após exclusão de duplicidades, com tratamento e análise realizados no software Bibliometrix (Aria; Cuccurullo, 2017). Os resultados revelam um crescimento expressivo da produção a partir de 2004, com pico em 2024 (610 publicações), predominando estudos oriundos dos Estados Unidos e do Reino Unido. Essa concentração evidencia a liderança dos países desenvolvidos na consolidação teórica do campo e a carência de estudos sobre realidades locais e contextos emergentes. Conclui-se que o empreendedorismo social constitui um campo em expansão, que demanda maior diversidade geográfica e teórica, de modo a incluir perspectivas do Sul Global e fortalecer o diálogo entre inovação social, políticas públicas e desenvolvimento sustentável.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.

Semeando Conhecimento, Colhendo Desenvolvimento: O Papel das IES nos Estados Brasileiros

Tainara Gomes Cândida da Silva¹, Nataly Silva Vital², Marcela Conceição de Azevedo Fantazzini Vaz³, Renata Pedretti Moraes Lima⁴

¹Departamento de Administração e Economia/DAE– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

tainaracandida1@gmail.com, nataly.vital1@estudante.ufla.br,
marcela.vaz1@estudante.ufla.br, renata@ufla.br

Palavras-chave: Instituições de Ensino Superior. Desenvolvimento Regional. PIB Estadual. Estados.

O estudo analisa a contribuição das Instituições de Ensino Superior (IES) para o desenvolvimento local dos estados brasileiros, com foco nos efeitos econômicos. Parte-se da compreensão de desenvolvimento local como um processo multidimensional, territorializado e centrado nas capacidades humanas, onde os recursos endógenos, a área geográfica e o protagonismo dos indivíduos articulam-se no curso do desenvolvimento focado na realidade de cada território (Boudeville, 1961; Sen, 2000; Boisier, 2005). Nesse contexto, o modelo da tríplice hélice de Etzkowitz e Leydesdorff (2000), reforça o papel das universidades como protagonistas da inovação, em colaboração com indústria e governo para impulsionar o desenvolvimento regional por meio da ciência, pesquisa e integração às demandas locais. A partir dessa perspectiva teórica, aplicou-se um modelo para dados em painel dinâmico com recorte temporal entre 2010 e 2015, pelo método Generalized Method of Moments (GMM) de Arellano e Bond (1991), a fim de correlacionar a presença e atuação das IES ao Produto Interno Bruto (PIB) dos estados brasileiros. Os resultados revelaram que a quantidade de IES apresenta relação positiva e significativa com o desempenho econômico estadual, convergindo com Drucker e Goldstein (2007), que indicam essas instituições como impulsionadoras significativas do desenvolvimento econômico regional. Ademais, o número de bolsistas também apresenta significância positiva, representando mais um efeito agregado das IES, considerando assim um diferencial para dinamizar a economia e beneficiar os atores ao entorno da instituição (Oliveira, 2023). Em contrapartida, variáveis como o número de docentes, matrículas e concluintes não mostraram significância estatística, o que sugere que os efeitos das IES sobre o desenvolvimento dependem da qualidade das ações e da articulação com os agentes locais. Portanto, os resultados alinham-se a estudos que destacam que os benefícios econômicos da educação superior não decorrem apenas da expansão quantitativa, mas também da qualidade da formação, da relevância social do conhecimento e da articulação entre universidades, setor produtivo e políticas públicas locais (Cury Filho; Wood Jr., 2021; Hanushek; Woessmann, 2012). Assim, conclui-se que as IES têm potencial de atuar como agentes catalisadores do desenvolvimento local, desde que integradas às dinâmicas territoriais e apoiadas por políticas públicas que valorizem as especificidades regionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

RESISTÊNCIA CULTURAL E EQUIDADE DE GÊNERO EM EMPRESAS INTERNACIONALIZADAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Rômula Keli Marino¹, José Ronaldo do Nascimento², Larissa Xavier Lima Cecoti³,
Juciara Nunes Alcântara⁴

Departamento de Administração e Economia / DAE – Universidade Federal de Lavras –
Lavras, MG – Brasil

{romula.marino1, jose.nascimento6, larissa.cecoti}@estudante.ufla.br,
juciara.alcantara@ufla.br

Palavras-chave: equidade de gênero; resistência cultural; internacionalização; neo institucionalismo; Hofstede.

O estudo tem como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura sobre a influência da resistência cultural na efetividade das políticas de equidade de gênero em empresas internacionalizadas. Fundamentado na Teoria Neo-Institucional e nas dimensões culturais de Hofstede (1980), o trabalho analisa como normas sociais, valores culturais e instituições informais moldam a adoção e a legitimação de práticas organizacionais voltadas à igualdade de gênero no contexto global.

A pesquisa foi conduzida em bases de dados como Scopus, Web of Science e Google Scholar, abrangendo publicações de 2010 a 2025. Após a triagem e análise de 894 registros, foram selecionados 181 artigos que tratam das relações entre cultura, gênero e internacionalização. A análise qualitativa identificou quatro categorias principais: (i) desafios na implementação de políticas de equidade em contextos multiculturais; (ii) resistência cultural e barreiras institucionais; (iii) adaptações estratégicas e simbolismo organizacional; e (iv) interseções entre equidade, inovação e internacionalização.

Os resultados apontam que empresas multinacionais enfrentam fortes barreiras culturais e institucionais, que frequentemente limitam a efetividade das políticas de gênero, resultando em práticas simbólicas ou de gender washing. Em muitos casos, a busca por legitimidade institucional leva à adoção de políticas apenas formais, sem mudança real nas estruturas de poder. Apesar disso, observou-se que a presença feminina em posições de liderança está associada à inovação, competitividade e desempenho organizacional superior, reforçando que a equidade de gênero é também um diferencial estratégico.

Conclui-se que a efetividade das políticas de equidade depende de estratégias culturalmente sensíveis, capazes de conciliar padrões corporativos globais com as especificidades locais. Assim, o estudo contribui para o avanço teórico e prático sobre a gestão da diversidade, destacando que a promoção da equidade de gênero requer não apenas políticas institucionais, mas também transformações profundas na cultura organizacional e na legitimidade social das práticas empresariais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

A Personalização Algorítmica no Processo Decisório dos Consumidores

Tainara Gomes Cândida da Silva¹, Ernestina de Lourdes Gil Julio², Nataly Silva Vital³, Marcela Conceição de Azevedo Fantazzini Vaz⁴, Dany Flávio Tonelli⁵

¹Departamento de Administração e Economia/DAE– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

tainaracandida1@gmail.com, ernestina.julio@estudante.ufla.br,
nataly.vital1@estudante.ufla.br, marcela.vaz1@estudante.ufla.br,
danytonelli@ufla.br

Palavras-chave: Comportamento do Consumidor. Inteligência Artificial. Recomendações Personalizadas. Sistemas de Recomendações. Processos Decisórios.

O estudo tem como objetivo analisar como a personalização algorítmica influencia o processo decisório dos consumidores em ambientes online. Conforme apontam Raji et al. (2024), a personalização algorítmica tem um impacto direto nas percepções do consumidor, influenciando o que ele considera desejável, necessário ou oportuno. Entretanto, apesar de aumentarem a conveniência, os sistemas de recomendação geram dilemas relativos à autonomia, privacidade e confiança. A pesquisa realiza uma revisão integrativa da literatura do período de 2020 a 2024 nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus* e *ScienceDirect*, totalizando 99 estudos. Os descritores de busca combinaram termos relacionados à personalização algorítmica, tomada de decisão e comportamento do consumidor, adaptados às limitações de operadores booleanos de cada base. Após a triagem, 10 artigos atenderam aos critérios de inclusão, que consideraram produções completas em inglês e português sobre personalização algorítmica no comportamento do consumidor durante o processo decisório de compra. Foram excluídos artigos duplicados, estudos puramente técnicos ou que não abordassem a personalização em contexto de consumo. Os resultados evidenciam que a personalização pode gerar efeitos positivos, como conveniência e engajamento, mas também provoca reações ambivalentes ou adversas, especialmente quando ultrapassa limites éticos, psicológicos ou perceptuais. A aceitação da inteligência artificial como agente decisório está condicionada a fatores como percepção de justiça (Mahmud et al., 2022), transparência (Shin, 2020), controle (Kim, 2023) e empatia (Pathak e Bansal, 2024). Além disso, variáveis individuais, como o perfil do consumidor (Wasilewski e Kolaczek, 2024) e sua disposição à delegação de decisões (Pathak e Bansal, 2024) afetam diretamente como essas tecnologias são percebidas e adotadas. Conclui-se que o sucesso da personalização algorítmica depende de sistemas que respeitem a diversidade dos usuários, sejam transparentes nas recomendações e construam confiança por meio da competência técnica. Contribui-se para a discussão sobre o uso ético e sustentável da IA nos processos de consumo, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente os ODS 9 e 12, ao problematizar a relação entre inovação tecnológica, comportamento do consumidor e responsabilidade digital.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Perfil demográfico dos participantes do VI SIEGEP e VIII SInEGEPE

**Erika Paula Castro Bager¹, Ana Julia Guimarães Berti¹, Diego Pereira Costa¹,
Daniela Meirelles Andrade¹**

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil
erika.bager@estudante.ufla.br,

Palavras-chave: Inovação; Empreendedorismo; Evento; Perfil de participante

A análise do perfil sociodemográfico de participantes de eventos científicos constitui uma ferramenta estratégica de planejamento e gestão organizacional, especialmente em iniciativas voltadas à formação de redes de inovação, empreendedorismo e aproximação da universidade com a sociedade. Este estudo tem como objetivo apresentar um recorte analítico dos dados coletados por meio do formulário de avaliação aplicado ao final do VI Simpósio de Inovação, Empreendedorismo e Gestão Pública (SIEGEP) e do VIII Seminário de Inovação, Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas (SInEGEPE), realizados na Universidade Federal de Lavras (UFLA) em agosto de 2025. Com o tema “Empreendedorismo, inovação e gestão pública: a inteligência artificial transforma tempos de inflexão e escassez de recursos?”, o evento ocorreu em formato híbrido e gratuito. O formulário foi enviado eletronicamente após o evento para todos os 357 participantes e, até o momento, obteve 157 respostas válidas, pois utilizou-se a estratégia de liberação dos certificados condicionada a sua avaliação. Neste recorte, foram analisadas variáveis como gênero, faixa etária, estado e cidade de origem, vínculo institucional, tipo de participação e presença em edições anteriores. Os dados apontam predominância de mulheres, jovens adultos entre 25 e 34 anos e residentes no estado de Minas Gerais, em especial na cidade de Lavras, onde se localiza a instituição promotora. A maior parte dos respondentes (141) participou do evento pela primeira vez, o que evidencia a capacidade de renovação do público. Em relação ao perfil institucional, 60% dos respondentes se identificam como estudantes, 25% como docentes/pesquisadores e os demais como técnicos, gestores públicos ou empreendedores. Os participantes puderam selecionar mais de um papel no evento, o que gerou sobreposição entre as categorias analisadas. A função mais mencionada foi a de ouvinte ou participante (121), seguida por apresentador(a) de trabalho (53), membro da equipe de organização (20), mediador(a) (10) e coordenador(a) de sessões (6). Houve ainda 4 respostas classificadas como “outros” e 3 como palestrante convidado(a). Essa multiplicidade de funções reforça o caráter colaborativo e integrador da proposta do evento. Esses dados fornecem evidências importantes para subsidiar decisões relacionadas à comunicação institucional, à regionalização da divulgação e à definição de formatos e conteúdos para futuras edições. A análise sociodemográfica, integrada aos demais indicadores de satisfação e engajamento, que serão analisados em trabalhos futuros, permite alinhar a gestão de eventos acadêmicos às demandas contemporâneas de impacto, inclusão e relevância institucional.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

O efeito da música na percepção, aceitação e emoção de consumidores de cafés especiais: um estudo envolvendo a experiência sensorial

Jéssica Ferreira Helvécio¹, Luiz Henrique de Barros Vilas Boas¹, Majori Yeva Nascimento Fernandes Vilas Boas²

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Medicina/DME – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jessica.helveciol@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Marketing sensorial; música; cafés especiais.

O marketing sensorial tem se destacado como uma abordagem estratégica capaz de envolver os sentidos e influenciar percepções e comportamentos dos consumidores. Entre os estímulos sensoriais, a música desempenha papel relevante na modulação emocional e gustativa, podendo alterar a forma como alimentos e bebidas são percebidos e avaliados. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar como a exposição à música ambiente ou por fones de ouvido, em comparação ao silêncio, influencia a percepção sensorial, a aceitação e as emoções de consumidores de cafés especiais. O referencial teórico baseia-se na teoria *Stimulus Organism Response* (SOR), que explica como estímulos ambientais afetam estados internos e geram respostas comportamentais. A pesquisa adota uma abordagem de métodos mistos, envolvendo etapas qualitativa e quantitativa. Na fase qualitativa, serão realizadas entrevistas em profundidade com consumidores de cafés especiais, buscando compreender motivações, significados e emoções associadas ao consumo e à influência musical. Na etapa quantitativa, será conduzido um experimento sensorial com delineamento between-subjects, composto por três condições experimentais: silêncio, música ambiente e música por fones de ouvido. O café utilizado será da espécie *Coffea arabica*, classificado como especial segundo os critérios da SCAA (2023), e a trilha sonora será composta artificialmente com base em atributos sonoros associados a percepções de doçura e prazer. As variáveis dependentes compreendem a percepção dinâmica de atributos sensoriais (avaliada pela técnica *Temporal Dominance of Sensations* TDS), a aceitação hedônica e as emoções evocadas. Espera-se que a música, especialmente quando reproduzida por fones de ouvido, amplifique a intensidade percebida dos atributos do café e promova respostas emocionais mais agradáveis, confirmando o potencial do “tempero sonoro” (*sonic seasoning*) como ferramenta de valorização da experiência sensorial em cafeterias. Os resultados poderão contribuir para o avanço da pesquisa em marketing sensorial e para estratégias de diferenciação no consumo de cafés especiais, promovendo experiências mais imersivas e personalizadas.

Os esforços empreendidos pelo estado com o cuidado da saúde mental dos servidores sob a lente da ação empreendedora

Erika Paula Castro Bager¹, Jéssica Ferreira Helvecio¹, Marco Túlio Costa Oliveira¹, Ana Julia Guimarães Berti¹, Daniela Meirelles Andrade¹

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil
erika.bager@estudante.ufla.br,

Palavras-chave: Empreendedorismo público; Saúde mental; Gestão de pessoas

A crescente atenção à saúde mental no serviço público tem impulsionado ações institucionais voltadas à prevenção e promoção do bem-estar, especialmente em contextos marcados por escassez de recursos e pressões normativas. Este resumo analisa a Portaria MTE nº 1.419/2023 como uma oportunidade para ações empreendedoras nas instituições federais de ensino superior (IFES), com foco no cuidado à saúde mental dos servidores. A portaria altera a Norma Regulamentadora nº 1 (NR-1), incluindo formalmente os riscos psicossociais no Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), o que obriga as organizações públicas a integrarem a saúde mental à gestão ocupacional. Parte-se da premissa de que o tensionamento institucional gerado pela nova exigência pode funcionar como catalisador para ações empreendedoras, caracterizadas pela atuação estratégica, criativa e inovadora de agentes humanos e não humanos diante de desafios organizacionais. O modelo teórico utilizado compreende a ação empreendedora como resultado da interação entre gestores, servidores, profissionais de saúde, protocolos e sistemas de gestão. No caso em questão, o adoecimento psíquico dos servidores tem se agravado no setor público, com reflexos em absenteísmo e queda de produtividade, especialmente em funções de gestão, gerando tensões institucionais que exigem respostas inovadoras. Apesar das limitações estruturais, as IFES dispõem de competências internas em saúde, psicologia e gestão de pessoas, favorecendo a criação de soluções inovadoras voltadas à promoção da saúde mental, alinhadas às exigências legais e às demandas dos trabalhadores. Um exemplo é a implementação de rodas de conversa como estratégia preventiva, de escuta ativa e fortalecimento da cultura organizacional. Iniciativas como essa articulam elementos do modelo teórico de ação empreendedora, combinando orientação de vida (propósito institucional), oportunidade (janela criada pela nova portaria) e tensão institucional (pressão normativa e aumento do adoecimento). A efetividade dessas ações depende da adesão institucional, articulação intersetorial e acompanhamento técnico, transformando a exigência normativa em catalisador para arranjos institucionais inovadores. Quando bem estruturadas, essas ações também favorecem a produção de indicadores sobre as condições psicossociais de trabalho, retroalimentando a tomada de decisão e fortalecendo a capacidade empreendedora das instituições e sua responsabilidade com o bem-estar dos trabalhadores.

Programa Zetta Lab: uma iniciativa de capacitação prática e integração de estudantes da UFLA

**Amanda Lima Vilela¹, Francisco Caio Vasconcelos¹, Elisa Guimaraes Cozadi²,
Deila Pereira Pinto¹, Andressa Resende Paviani², Jaqueline Severino da Costa³**

¹Agência UFLA de Inovação, Geotecnologia e Sistemas Inteligentes – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Gestão do Agronegócio/DGA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

amandavileladra@gmail.com, franciscovasconcelos.ti@fundecc.org.br,
deilapereirapinto2@gmail.com, andressa.paviani1@estudante.ufla.br, jaqueline.s.costa@ufla.br,
elisa.rguimaraes@ufla.br

Palavras-chave: Inovação, Desenvolvimento, Aprendizagem.

Diante da demanda atual por profissionais com habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e capacidade de tomada de decisão, a Agência Zetta/UFLA de Inovação, Geotecnologias e Sistemas Inteligentes, vinculada às políticas institucionais de estímulo à inovação e à formação empreendedora da Universidade Federal de Lavras, desenvolveu a 1ª edição do Programa Zetta Lab, uma iniciativa voltada à formação prática de estudantes de graduação e pós-graduação, articulando competências técnicas e comportamentais em diferentes áreas do conhecimento. O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência de implementação do Programa Zetta Lab. A metodologia consistiu na descrição e análise dos registros institucionais do programa, considerando dados quantitativos (número de inscrições, entregas de desafios, apresentações e destaques) e observações qualitativas sobre o engajamento e a evolução dos participantes. O programa foi estruturado em etapas sequenciais: edital e inscrições, seleção por desafios técnicos, oficinas transversais (liderança, inovação e SCRUM), trilhas de aprendizagem temáticas, feedbacks contínuos e apresentação final das soluções. O programa contou com 128 inscrições, resultando em 73 entregas no Desafio I, das quais 41 participantes avançaram para as oficinas transversais. No Desafio II, houve 19 entregas, culminando em 13 apresentações finais e 10 destaques da edição, sendo seis integrados como bolsistas à Agência Zetta/UFLA. Além dos resultados numéricos, observou-se o desenvolvimento de habilidades de liderança, colaboração, pensamento crítico e inovação. A experiência evidenciou o Zetta Lab como ambiente formativo diferenciado, por integrar metodologias ágeis, aprendizagem prática e cultura de inovação. O êxito da 1ª edição impulsionou a continuidade do programa, atualmente em sua 2ª edição em andamento.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG e à FAPESP pelo incentivo à pesquisa.

Construindo trilhas de aprendizado: formação de recursos humanos da Embrapii Zetta/UFLA

Andressa Resende Paviani¹, Francisco Caio Vasconcelos², Paulo Henrique M. V. Leme¹, Amanda Lima Vilela², Deila Pereira Pinto², Jaqueline Severino da Costa³

¹Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Agência UFLA de Inovação, Geotecnologia e Sistemas Inteligentes – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Gestão do Agronegócio/DGA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

andressa.paviani1@estudante.ufla.br, franciscovasconcelos.ti@fundecc.org.br,
paulo.leme@ufla.br, amandavileladra@gmail.com, deilapereirapinto2@gmail.com,
jaqueline.s.costa@ufla.br

Palavras-chave: Aprendizagem; Gestão por Competências; Plano de Desenvolvimento Individual.

RESUMO: A Unidade Embrapii Zetta/UFLA, credenciada em Agricultura Digital, desenvolve com empresas soluções em inteligência artificial, ciência de dados, geotecnologias e sistemas inteligentes. Nesse contexto, o Zetta Lab, programa desenvolvido pela Agência de Inovação Zetta/UFLA, atua como espaço de desenvolvimento prático e integração discente, aproximando estudantes da dinâmica de projetos de inovação tecnológica junto ao setor produtivo. Este trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento de uma metodologia de aprendizado dos bolsistas (graduação e pós-graduação) vinculados à Unidade, mapeando dificuldades, lacunas de competências, pretensões e expectativas de atuação à luz da Gestão por Competências, operacionalizada por uma análise de necessidades nos níveis organização–tarefa–indivíduo. Trata-se de estudo qualitativo e exploratório, com coleta via questionário semiestruturado (em elaboração) que contemplará desafios da rotina, deficiências percebidas em competências técnicas e transversais e interesses de capacitação. Os resultados serão tratados por análise de conteúdo (abordagem temática), com categorização dos achados e definição de prioridades formativas. A expectativa é de que essa metodologia permita encontrar diagnósticos que possam subsidiar um Plano de Desenvolvimento Individual (PDI) estruturado em três frentes: Trilha de Graduação e Trilha de Pós-Graduação, orientadas a demandas específicas de cada nível de formação, e Trilha Transversal, destinada a práticas de interesse comum e a novas temáticas identificadas no levantamento. Ao alinhar a formação dos bolsistas às expectativas dos próprios estudantes e do setor produtivo, por meio das capacitações da Unidade, fortalecemos o **Zetta Lab** como ambiente de aprendizagem contínua e a conexão universidade–empresa no ecossistema da UFLA.

O presente trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências: FAPEMIG (processo API-008525) e Fapesp (processo 2022/09319-9).

Inovação pedagógica no ensino superior em administração: uma aprendizagem transformadora

Andressa Aparecida Santana Furtini¹, Daniela Meirelles Andrade²

¹Departamento de Administração – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Administração – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

andressa.furtini1@ufla.br, daniela.andrade@ufla.br

Palavras-chave: Inovação no ensino superior; aprendizagem baseada em desafios; teoria dos jogos; educação financeira; empreendedorismo.

O presente estudo investiga como a criação de jogos educativos, fundamentada na Aprendizagem Baseada em Desafios (ABD), na Teoria dos Jogos e na perspectiva da aprendizagem transformadora, pode constituir uma metodologia inovadora no ensino superior de Administração. A pesquisa foi desenvolvida na disciplina Práticas Integradas – Gerenciando Recursos, do Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS), onde os estudantes foram desafiados a atuarem como empreendedores e a desenvolverem jogos voltados à educação financeira para turmas de uma escola pública estadual do município.

A proposta metodológica, sustentada por princípios da pesquisa-ação, articulou teoria e prática por meio de um processo vivencial dividido em oito etapas inspiradas em jogos clássicos de tabuleiro. Essa estrutura lúdica e progressiva promoveu o engajamento discente, o desenvolvimento de competências empreendedoras e socioemocionais e o fortalecimento do pensamento crítico e reflexivo. A partir da interação colaborativa entre universidade e escola pública, os participantes experienciaram um processo de aprendizagem transformadora em que o conhecimento emerge da reflexão crítica sobre crenças e práticas, provocando mudanças de perspectiva.

Os resultados evidenciaram alto índice de aprovação dos jogos (acima de 80% quanto à clareza, jogabilidade e relevância pedagógica) e demonstraram que a ABD e a Teoria dos Jogos favoreceram a internalização de conceitos financeiros por meio da cooperação, competição e tomada de decisão estratégica. Além disso, a experiência revelou impacto social expressivo ao aproximar a formação universitária da realidade educacional básica, estimulando nos estudantes o compromisso ético e transformador com a sociedade.

Conclui-se que a integração entre Aprendizagem Baseada em Desafios, Teoria dos Jogos e Aprendizagem Transformadora constitui um modelo pedagógico inovador, capaz de articular conhecimento, prática e reflexão crítica, promovendo o protagonismo discente e uma aprendizagem significativa e emancipadora no ensino superior em Administração.



ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA



EFICIÊNCIA DO GASTO PÚBLICO EM EDUCAÇÃO NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Luísa Portes de Castro Macedo¹, Luiza Amalia Soares Franklin²

¹Programa de Pós-graduação em Administração Pública – Departamento de Administração Pública/FCSA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Programa de Pós-graduação em Administração Pública – Departamento de Administração Pública/FCSA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

luisa.macedo1@estudante.ufla.br, luiza.franklin@ufla.br

Abstract. *This study analyzed the national scientific production on the efficiency of public education spending. A total of 28 articles published between 2008 and 2025, extracted from the Web of Science, Scopus, and SPELL databases, were reviewed. The results showed a predominance of variables related to educational expenditures, infrastructure, socioeconomic indicators, and school performance. The analysis highlighted the importance of expanding the temporal scope of studies and incorporating additional variables, such as the electoral context and regional characteristics. It is concluded that the national literature has advanced in understanding the efficiency of education spending, although opportunities remain for developing more comprehensive and integrated analyses.*

Keywords: *Efficiency of public spending, Education, Systematic review, Educational policies, Performance evaluation.*

Resumo. *O estudo analisou a produção científica nacional sobre a eficiência do gasto público em educação. Foram analisados 28 artigos publicados entre 2008 e 2025, extraídos das bases Web of Science, Scopus e SPELL. Os resultados mostraram a predominância do uso de variáveis relacionadas a gastos educacionais, infraestrutura, indicadores socioeconômicos e de desempenho escolar. Evidenciou-se a importância de ampliar o escopo temporal dos estudos e incorporar variáveis adicionais, como contexto eleitoral e características regionais. Conclui-se que a literatura nacional tem avançado na compreensão da eficiência do gasto em educação, embora ainda apresente oportunidades para o desenvolvimento de análises mais abrangentes e integradas.*

Palavras-chave: *Eficiência do gasto público, Educação, Revisão sistemática, Políticas educacionais, Avaliação de desempenho.*

1. Introdução

A educação desempenha um papel fundamental na promoção do pleno desenvolvimento da população. Considerada mundialmente como pilar do progresso social, constitui um dos três indicadores, juntamente com saúde e renda, para apuração do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que tem como objetivo principal avaliar o desenvolvimento de um país com base nas pessoas e suas capacidades (PNUD, 2025).

A educação desempenha um papel central na formação da cidadania nos moldes da sociedade burguesa, alicerçada nos ideais de liberdade e igualdade. Nesse contexto, a educação básica deve ser concebida como instrumento essencial para promover a participação crítica dos indivíduos e viabilizar o acesso ao exercício pleno da cidadania ativa (Ribeiro, 2002).

Essa realidade também se observa no Brasil, onde a educação figura entre os direitos sociais de toda a população. Trata-se de um dos pilares responsáveis pelo desenvolvimento das pessoas, pela preparação dos cidadãos para o exercício da cidadania e pelas suas qualificações para o mercado de trabalho (Brasil, 1988).

As receitas provenientes de impostos arrecadadas, incluindo os repasses constitucionais do Fundo de Participação dos Municípios (FPM), do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), do Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA) e do Imposto Territorial Rural (ITR), serão base de cálculo para apuração da aplicação mínima em despesas com a manutenção e desenvolvimento do ensino (MDE). No caso dos municípios, a aplicação não pode ser inferior à 25% (vinte e cinco por cento) das referidas receitas (Brasil, 1988).

Com o objetivo de promover o desenvolvimento socioeconômico, a gestão pública deve ser conduzida de forma a otimizar a alocação dos recursos disponíveis, assegurando a maximização dos resultados a partir de uma quantidade fixa de recursos públicos. Esse desafio torna-se ainda mais complexo diante das especificidades de cada município, que apresentam demandas, prioridades e níveis de recursos distintos, exigindo abordagens adaptadas às suas realidades locais (Costa *et al.*, 2015). Segundo Banker e Natarajan (2008), o estudo sobre os fatores que influenciam na produtividade e contribuem para diferenças de eficiência tem sido uma área importante de pesquisa.

Para o desenvolvimento adequado da análise, é importante distinguir os conceitos de eficiência e efetividade: efetividade diz respeito à capacidade de alcançar os objetivos propostos, avaliando se as metas e finalidades da política foram, de fato, atingidas, enquanto a eficiência refere-se à relação entre os recursos utilizados e os resultados obtidos, ou seja, à capacidade de produzir mais (ou melhor) com menos, maximizando a utilização dos insumos disponíveis (Gagliardi, Marinho & Paula, 2023).

Desde a promulgação da Emenda Constitucional nº 19, de 4 de junho de 1998, a eficiência passou a integrar expressamente o rol dos princípios constitucionais que regem a Administração Pública no Brasil (Brasil, 1998). A inclusão desse princípio no caput do artigo 37 da Constituição Federal representou um marco na busca por uma gestão pública orientada por resultados.

No Brasil e no mundo, existem diversos trabalhos que estudam a eficiência dos gastos públicos em educação. Considerando a relevância da eficiência do gasto público em educação para o aprimoramento das políticas educacionais, coloca-se a seguinte questão de pesquisa: Como a literatura acadêmica brasileira tem tratado a temática da eficiência dos gastos educacionais, no que se refere às abordagens metodológicas, aos principais resultados encontrados e às lacunas presentes na produção científica nacional?

Portanto, o presente estudo tem como objetivo central verificar a produção acadêmica brasileira relacionada à eficiência do gasto público em educação, buscando identificar principais autores, variáveis mais utilizadas e lacunas existentes na literatura nacional sobre o tema. Quanto aos objetivos específicos, o presente estudo busca: (i) Analisar a frente de pesquisa do conjunto de estudos sobre a eficiência do gasto público com educação; (ii) explorar a base intelectual do conjunto de estudos sobre a eficiência do gasto público com educação; e (iii) apresentar uma síntese e discussão sobre as variáveis utilizadas para mensurar a eficiência do gasto público com educação.

Para atingir os objetivos de pesquisa a metodologia utilizada foi uma revisão sistemática de literatura. Este trabalho justifica-se pela relevância de avaliar a qualidade e a validade dos estudos que analisam a eficiência do gasto público em educação, bem como pela necessidade de compreender a aplicabilidade de suas metodologias e resultados nos contextos específicos onde as políticas educacionais serão implementadas. Ao identificar as variáveis mais utilizadas e os métodos empregados, busca-se contribuir para a adoção de práticas de avaliação mais consistentes, alinhadas às realidades locais e capazes de subsidiar decisões mais eficazes na gestão dos recursos educacionais.

2. Eficiência do Gasto Público em Educação

A eficiência refere-se à otimização do uso dos recursos disponíveis, estando, portanto, relacionada aos meios empregados no processo produtivo, e não aos fins em si. Em termos conceituais, a eficiência consiste na combinação ótima de insumos (*inputs*) e métodos de produção, de modo a gerar o máximo possível de produtos ou resultados (*outputs*). Portanto, um método produtivo é considerado mais eficiente que outro quando é capaz de gerar a mesma quantidade de produto a um custo inferior, ou, alternativamente, quando, utilizando o mesmo nível de custo, alcança uma produção superior (Penã, 2008).

A eficiência pode ser classificada entre técnica, alocativa ou relativa: pela ótica do produto, a eficiência técnica pode ser definida como a diferença entre o montante efetivamente produzido com uma determinada quantidade de insumos e o montante máximo que seria possível produzir. Sob a ótica do insumo, a eficiência técnica corresponde à diferença entre a quantidade de insumos efetivamente utilizada para produzir um dado nível de produto e a quantidade mínima de insumos necessária para alcançar esse mesmo nível (Mattos; Terra, 2015).

A eficiência alocativa está relacionada aos objetivos e ao comportamento da firma no processo de produção. Quando o objetivo é a maximização dos lucros, a firma definirá a quantidade a ser produzida de forma a maximizar a diferença entre as receitas e os custos. Caso o objetivo seja a minimização de custos, a firma buscará a combinação

e a proporção de insumos que possibilitem a produção do nível desejado de produto ao menor custo possível (Mattos; Terra, 2015).

3. Procedimentos Metodológicos

A revisão sistemática distingue-se da revisão tradicional, também chamada de revisão narrativa da literatura, por seu foco em responder a uma pergunta de pesquisa mais específica e delimitada (De-La-Torre-Ugarte-Guanilo, Takahashi, & Bertolozzi, 2011). Deste modo, a metodologia utilizada para o presente estudo foi a revisão sistemática de literatura. O Quadro 1 apresenta a estrutura metodológica adotada para a realização do estudo.

Quadro 1 - Estrutura Metodológica

Etapas	Descrição
1 Operacionalização da pesquisa	1.1 Escolha da(s) base(s) científica(s) ou periódico(s)
	1.2 Delimitação dos termos para consulta
2 Procedimentos de busca (filtros)	2.1 Delimitação de País/Território - somente Brasil
3 Procedimentos de seleção (base de dados)	3.1 Download das referências – software EndNote
	3.2 Organização das referências no EndNote
4 Adequação e organização dos dados	4.1 Eliminação de artigos duplicados na base de dados
	4.2 Busca dos artigos completos em PDF
5 Análise da produção científica	5.1 Análise dos objetivos gerais
	5.2 Análise dos periódicos
	5.3 Análise das referências e dos artigos mais citados
	5.4 Análise das variáveis utilizadas
	5.5 Análise das sugestões para pesquisas futuras

Fonte: Adaptado de Prado *et al.* (2016)

As buscas foram realizadas em junho de 2025 nas bases de dados *Web of Science* (WoS), Scopus e *Scientific Periodicals Electronic Library* (SPELL). Através do campo busca avançada, utilizando todas as bases de dados, a WoS retornou 28 artigos por meio da *string* (TS=(eficiência) AND TS=(educação) AND TS=(gasto*)). Para o filtro “País/Região” foram selecionados apenas estudos do Brasil, o que resultou na exclusão de dezenove trabalhos que não se enquadram nesses critérios.

Dentro da base de dados da Scopus foi inserido, através da busca avançada, a *string* TITLE-ABS-KEY (eficiência) AND TITLE-ABS-KEY (educação) AND TITLE-ABS-KEY (gasto*), resultando em 8 documentos encontrados. Para o filtro “País/Território”, foram selecionados apenas estudos do Brasil, o que resultou na exclusão de dois trabalhos que não se enquadram nesses critérios. Por fim, a *string* (RESUMO eficiência e RESUMO educação e RESUMO gasto*) foi inserida na busca avançada da base de dados SPELL, resultando em 20 artigos. Todas as referências dos trabalhos selecionados foram exportadas para o *software* EndNote, no qual se verificou a inexistência de registros duplicados.

O artigo intitulado “A eficiência dos municípios e regiões de Minas Gerais na alocação dos gastos públicos de educação”, de autoria de Peter Felipe dos Santos, foi desconsiderado na análise, uma vez que não foi possível realizar o download do texto completo na base Scopus. Os artigos de Andrade *et al.* (2024), Ferreira (2020), Kakihara, Silva e Poker Júnior (2020), Lamoglia, Santos (2020), Santos, Menezes e Raupp (2022) e Segundo (2017) foram excluídos por não se caracterizarem como estudos de análise de eficiência, o que os tornam incompatíveis com os objetivos desta pesquisa.

Dessa forma, foram selecionados 28 (vinte e oito) estudos para análise. Procedeu-se à leitura dos artigos selecionados, a partir da qual foram identificados os objetivos gerais das pesquisas, os periódicos em que foram publicados, os autores mais frequentemente citados, as variáveis empregadas nas análises e as sugestões indicadas para pesquisas futuras.

4. Análise de Resultados

O Quadro 2 apresenta os autores e os respectivos títulos dos trabalhos incluídos na análise desenvolvida neste estudo, em ordem cronológica. Inicialmente, observou-se que entre 2008 e 2025, não houveram publicações sobre o tema em apenas quatro anos (2010, 2011, 2014 e 2015), e que desde então a temática vem sendo tratada constantemente pela literatura. A persistência da publicação ao longo dos anos, com exceção dos períodos sem registros, indica uma atenção constante da literatura ao tema, refletindo seu contínuo interesse e relevância na área.

Quadro 2 – Objetivos Gerais do Artigos Analisados

Ano	Autores	Título
2008	Faria <i>et al.</i>	Eficiência dos Gastos Municipais em Saúde e Educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro.
2009	Zoghbi <i>et al.</i>	Mensurando o Desempenho e a Eficiência dos Gastos Estaduais em Educação Fundamental e Média
2012	Rosano-Peña <i>et al.</i>	Dinâmica da Produtividade e Eficiência dos Gastos na Educação dos Municípios Goianos
2012	Rosano-Peña <i>et al.</i>	A Eficiência dos Gastos Públicos em Educação: Evidências Georreferenciadas nos Municípios Goianos
2013	Bohrer <i>et al.</i>	Eficiência do Gasto Público na Educação: o caso do Sudoeste do Paraná, Brasil
2013	Wilbert & D'abreu	Eficiência dos Gastos Públicos na Educação: Análise dos Municípios do Estado de Alagoas
2016	Castro	Vinculações de Recursos e Efeitos sobre a Flexibilidade Orçamentária do Município
2016	Souza & Rutalira	Eficiência do Gasto Público em Educação de Nível Fundamental: uma análise dos estados brasileiros
2017	Azara <i>et al.</i>	Eficiência dos Municípios com Relação aos Gastos Públicos em Educação e Cultura na Microrregião de Varginha/MG
2017	Castro <i>et al.</i>	Gastos em Educação: Mais Recursos Sem Gestão?
2017	Gramani	Análise dos Determinantes de Eficiência Educacional do Estado do Ceará
2017	Lourenço <i>et al.</i>	Eficiência do Gasto Público com Ensino Fundamental: Uma Análise dos 250 Maiores Municípios Brasileiros

2017	Moraes <i>et al.</i>	Eficiência dos Gastos Municipais com a Educação Fundamental: uma análise dos municípios paulistas no ano de 2013
2018	Alves & Araújo	Um estudo sobre os resultados educacionais obtidos dos municípios da Paraíba nos anos de 2011, 2013 e 2015
2018	Matias <i>et al.</i>	Níveis de Gastos e Eficiência Pública em Educação: um estudo de municípios paulistas utilizando Análise Envoltória de Dados
2018	Oliveira & Bezerra	Determinantes do Nível de Eficiência dos Ministérios Públicos Estaduais Brasileiros
2018	Santos <i>et al.</i>	Impacto da Governança na Eficiência da Aplicação dos Recursos Públicos com Educação
2019	Santos & Rover	Influência da governança pública na eficiência da alocação dos recursos públicos
2020	Dorsa <i>et al.</i>	Eficiência dos Municípios de Mato Grosso do Sul: uma Abordagem Baseada em Fronteira Determinística
2021	Bartoluzzio <i>et al.</i>	Qualidade do Gasto em Educação e Ciclos Políticos: uma avaliação nos municípios da Paraíba
2021	Bernardo <i>et al.</i>	(In)Eficiência Educacional sob a Perspectiva dos Gastos Públicos Desagregados
2021	Bonatto <i>et al.</i>	Gastos e Eficiência das Políticas Públicas em Educação na Microrregião de Paranaguá
2021	Mesquita & Wander	Avaliação da Qualidade dos Gastos Públicos em Educação e Saúde nos Municípios Mato-grossenses, Brasil
2022	Lima & Bezerra	Gestão fiscal e a eficiência do gasto público em educação e saúde nos estados brasileiros
2023	Soares, García, & Carbonell	Desigualdades territoriais no financiamento das políticas de educação e de saúde na Espanha e no Brasil
2024	Dadalto <i>et al.</i>	Gasto Público em Educação e Desempenho: uma Comparação do Índice Pisa
2024	Silva <i>et al.</i>	Qualidade dos Gastos Públicos com Ensino Fundamental: Uma Análise para os Municípios Fluminenses
2025	Moraes <i>et al.</i>	Federalismo e Desigualdades Horizontais em Educação: Conectando os Anseios Equalizadores por meio de uma Tipologia de Municípios

O Quadro 3 apresenta os objetivos gerais dos trabalhos incluídos na análise desenvolvida neste estudo. Destaca-se as diferenciações de alguns estudos. O trabalho de Soares, García, Carbonell (2023) realiza uma comparação entre os modelos de financiamento das políticas de educação e saúde entre a Espanha e o Brasil. de forma similar, o artigo de Dadalto, Teixeira e Beiruth (2024) compara o desempenho do gasto em educação nos grupos de países da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Quadro 3 – Objetivos Gerais do Artigos Analisados

Autores	Objetivo Geral
Alves & Araújo, 2018	Analisar a eficiência dos gastos municipais com educação na Paraíba nos anos de 2011, 2013 e 2015.
Azara <i>et al.</i> , 2017	Avaliar o nível de eficiência do gasto público dos municípios da microrregião de Varginha-MG.
Bartoluzzio <i>et al.</i> , 2021	Analisar como os ciclos políticos influenciam a qualidade do gasto nas atividades educacionais dos municípios da Paraíba.

Bernardo <i>et al.</i> , 2021	Verificar a eficiência dos municípios brasileiros quanto à aplicação dos recursos públicos desagregados e características sociais na qualidade da educação pública.
Bohrer <i>et al.</i> , 2013	Investigar a eficiência do gasto público com a educação referente ao ano de 2009 nas cidades do Sudoeste do Paraná, Brasil.
Bonatto <i>et al.</i> , 2021	Avaliar a evolução dos gastos públicos e dos indicadores de qualidade em relação a eficiência nas políticas públicas na função educação nos municípios da microrregião de Paranaguá-PR.
Castro, 2016	Examinar os efeitos dessas vinculações de receitas e exigências constitucionais/legais de gastos sobre a alocação de recursos orçamentários do município de Macuco-RJ.
Castro <i>et al.</i> , 2017	Analisar como funciona a estrutura do gasto em educação no Brasil, através da tentativa de estimar uma função custo para o setor.
Dadalto <i>et al.</i> , 2024	Comparar o desempenho do gasto em educação nos grupos de países da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).
Dorsa <i>et al.</i> , 2020	Investigar a eficiência nos gastos públicos dos municípios do estado de Mato Grosso do Sul, no período entre 2005 e 2016.
Faria <i>et al.</i> , 2008	Analisar a relação existente entre as despesas sociais realizadas nos municípios – isto é, os gastos públicos com educação e cultura, saúde e saneamento – e indicadores da condição de vida da população residente nos mesmos, no final dos anos 1990, tomando como universo de análise um conjunto expressivo de municípios fluminenses.
Gramani, 2017	Mapear os municípios considerados benchmarking identificando seus fatores determinantes de sucesso e, por outro lado, para os municípios menos favorecidos, identificar os principais fatores de insucesso.
Lima & Bezerra, 2022	Descrever o efeito da gestão fiscal no nível de eficiência dos gastos públicos em educação (ensino médio) e saúde nos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal.
Lourenço <i>et al.</i> , 2017	Analisar a eficiência técnica dos 250 maiores municípios brasileiros em termos de alunos matriculados no Ensino Fundamental, considerando o IDEB sob a contrapartida de despesas liquidadas, gastos médios por aluno e IDHM dos municípios nas dimensões educação e renda, e discutir aspectos relacionados à qualidade do gasto público com educação.
Matias <i>et al.</i> , 2018	Avaliar o nível de gastos em educação municipal em relação à eficiência na promoção de uma Educação Básica de qualidade;
Mesquita & Wander, 2021	Avaliar a qualidade dos gastos públicos dos municípios mato-grossenses nas áreas de educação e saúde.
Moraes <i>et al.</i> , 2025	Avaliar o papel da União na redução das iniquidades municipais em educação, considerando as diferentes capacidades que os municípios possuem para implementar a sua política educacional.
Moraes <i>et al.</i> , 2017	Analisar a eficiência dos municípios paulistas em relação aos gastos públicos realizados na subfunção educação fundamental no ano de 2013
Oliveira & Bezerra, 2018	Analisar os fatores que determinam o nível de eficiência dos Ministérios Públicos Estaduais (MPes) na execução dos gastos públicos no período entre 2013 e 2015.
Rosano-Peña <i>et al.</i> , 2012	Avaliar a evolução da produtividade e da eficiência dos gastos municipais no ensino.
Rosano-Peña <i>et al.</i> , 2012	Examinar e georreferenciar a eficiência dos gastos públicos em educação dos municípios goianos
Santos <i>et al.</i> , 2018	Identificar se a adoção de práticas de governança pública melhora a eficiência da aplicação dos recursos públicos na educação básica.
Santos & Rover, 2019	Verificar a influência de práticas de governança pública na eficiência da alocação dos recursos públicos em educação e saúde dos municípios

	brasileiros.
Silva <i>et al.</i> , 2024	Avaliar a qualidade dos gastos com o Ensino Fundamental nos municípios fluminenses em 2021
Soares, García, & Carbonell, 2023	Comparar os modelos de financiamento das políticas de educação e saúde, configuradas como universais e com alto grau de descentralização na Espanha e no Brasil, e seus resultados em termos de desigualdade nos gastos subnacionais.
Souza & Rutalira, 2016	Estimar os scores de eficiência técnica do gasto público em educação de nível fundamental dos Estados brasileiros nos anos 2011 e 2013.
Wilbert & D'abreu, 2013	Identificar as cidades alagoanas mais eficientes e as menos eficientes entre si, com relação ao gasto com educação.
Zoghbi <i>et al.</i> , 2009	Avaliar o desempenho e a eficiência relativa dos estados brasileiros nos gastos com educação nos níveis fundamental e médio.

O estudo de Moraes, Crozatti e Machado (2025) tem como objetivo avaliar o papel da União na redução das iniquidades municipais em educação. Por sua vez, a pesquisa de Faria, Jannuzzi e Silva (2008) analisa o impacto dos gastos públicos com educação e cultura, saúde e saneamento sobre as condições de vida da população.

No que tange aos autores mais frequentemente citados nos artigos analisados, destaca-se Farrell (1957) e Charnes, Cooper e Rhodes (1978), mencionados em seis estudos. Em seguida, Zoghbi, de Matos, Rocha e Arvate (2009), Rosano-Peña, Albuquerque e Márcio (2012) e Banker, Charnes e Cooper (1984) figuram como principais referências em quatro artigos cada. Afonso, Schuknecht e Tanzi (2005) são citados em três trabalhos, enquanto Hanushek (1997), Faria, Jannuzzi e Silva (2008) e Coleman (1966) são mencionados em dois artigos cada.

Os 28 artigos analisados foram publicados em 23 periódicos distintos. Dentre esses, três artigos foram veiculados na “Revista de Administração Pública”, enquanto os periódicos “Economia Aplicada (Online)”, “Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação” e “Capital Científico” concentraram dois artigos cada. Os demais periódicos contabilizaram uma publicação cada. Com relação à classificação dos periódicos segundo a Plataforma Sucupira, Quadriênio 2017-2020, verificou-se que oito artigos foram publicados em periódicos classificados como A3. A categoria A1 concentrou cinco publicações, enquanto as classificações A2, A4 e B1 registraram quatro artigos cada. Além disso, dois artigos foram veiculados em periódicos B2 e um artigo em periódico classificado como B4. Estas informações estão dispostas no Quadro 3.

Quadro 3 – Frequência e Classificação dos Periódicos

Periódico	Frequência	Classificação
Revista de Administração Pública	3	A2
Economia Aplicada (Online)	2	A3
Ensaio - Avaliação e Políticas Públicas em Educação	2	A1
Capital Científico	2	B1
Estudos Econômicos	1	A1
Rac. Revista de Administração Contemporânea (Online)	1	A2
Dados – Revista de Ciências Sociais	1	A1

Interações (Campo Grande)	1	A3
Cap Accounting and Management (Online)	1	B4
Revista de Globalización, Competitividad Y Gobernabilidad	1	A4
Revista de Administração, Sociedade e Inovação	1	B2
Revista Gestão & Tecnologia	1	A4
Cadernos Gestão Pública e Cidadania	1	A3
Educação e Realidade	1	A1
Contabilidade Vista & Revista	1	A3
Rc&C. Revista de Contabilidade e Controladoria	1	B1
Revista de Administração Da UFSM	1	A4
Revista Do Serviço Publico (Online)	1	A4
Pensar Contábil	1	A3
Contextus - Revista Contemporânea de Economia e Gestão	1	B1
Revista Universo Contábil	1	A3
Interface	1	B2
Advances In Scientific And Applied Accounting	1	A3

Entre as variáveis utilizadas como base de dados nos estudos analisados, destacam-se aquelas relacionadas ao gasto público em educação. Dentre elas, estão: despesas da função 12 (Educação), total de gastos por aluno matriculado, gasto por aluno no Ensino Fundamental, despesa de pessoal em educação e gasto per capita com educação. Essas variáveis representam os insumos financeiros aplicados nas políticas educacionais e são amplamente utilizadas para mensurar a eficiência do investimento público no setor.

Além dos dados financeiros, os estudos também utilizam variáveis que indicam as condições de oferta do ensino. Exemplos incluem a proporção de professores com formação superior, o número de computadores disponíveis nas escolas e a razão de alunos por docente. Esses indicadores permitem avaliar a infraestrutura educacional e a qualificação dos profissionais, elementos fundamentais para a qualidade do ensino.

Os estudos incorporam ainda variáveis de caráter socioeconômico, como o número de habitantes, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, a proporção de crianças em idade escolar pertencentes a famílias de baixa renda e a relação aluno/habitante. Tais variáveis auxiliam na compreensão do contexto social em que as políticas educacionais são implementadas, influenciando diretamente os resultados obtidos.

Por fim, utilizam-se variáveis que refletem os resultados educacionais alcançados, evidenciando os efeitos dos gastos públicos. Entre os principais indicadores utilizados estão: distorção série-idade, taxa de aprovação, taxa de abandono escolar, taxa de alfabetização de crianças entre 10 e 14 anos, inverso da taxa de reprovação, média da Prova Brasil e notas obtidas no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). Esses indicadores são fundamentais para avaliar os impactos das políticas educacionais sobre o desempenho dos alunos e a eficiência da aplicação dos recursos públicos.

Como direcionamento para pesquisas futuras, os autores recomendam a realização de estudos que abranjam diferentes períodos temporais, com especial atenção à comparação entre períodos eleitorais e não eleitorais. Além disso, sugerem a incorporação de distintas variáveis, consideradas determinantes para os resultados das análises, com o objetivo de verificar a consistência dos achados em diferentes contextos.

Quanto à frente de pesquisa do conjunto de estudos analisados, é possível identificar que a produção científica sobre eficiência do gasto público em educação é contínua, com poucas lacunas. O tema se consolidou na literatura, abrangendo desde estudos locais (municípios, estados) até comparações internacionais (Espanha × Brasil; CEPAL × OCDE). Predominam métodos de fronteira, como DEA e SFA, apoiados em referências clássicas (Farrell; Charnes, Cooper e Rhodes), mas também surgem abordagens que incorporam governança, federalismo e desigualdades territoriais. Além disso, a diversidade de periódicos e classificações indica a relevância do tema.

Ao explorar a base intelectual do conjunto de estudos, verifica-se que os estudos combinam duas correntes: a tradição da mensuração da eficiência técnica e a literatura sobre determinantes institucionais do gasto. As referências mais citadas confirmam o peso das abordagens de fronteira, com autores como Hanushek e Coleman ampliando a discussão para qualidade educacional. Há trabalhos que analisam que a eficiência não depende apenas da alocação de recursos, mas também de condições institucionais e contextuais.

As variáveis empregadas nos estudos podem ser agrupadas em quatro dimensões: financeiras (gasto por aluno, despesa de pessoal), de oferta (infraestrutura, qualificação docente, razão aluno/professor), socioeconômicas (PIB per capita, população, IDHM, renda familiar) e de resultados (IDEB, Prova Brasil, PISA, taxas de aprovação, abandono e distorção série-idade). Essa diversidade possibilita avaliar insumos, contexto e resultados educacionais.

5. Considerações Finais

Este estudo teve como objetivo principal verificar a produção acadêmica brasileira relacionada à eficiência do gasto público em educação, buscando identificar principais autores, variáveis mais utilizadas e lacunas existentes na literatura nacional sobre o tema. A análise de 28 artigos permitiu mapear um conjunto de investigações que abordam a eficiência educacional sob diferentes perspectivas teóricas, metodológicas e regionais.

Verificou-se que a maioria dos trabalhos adota como base de dados os gastos públicos em educação, que, atrelados a indicadores socioeconômicos, demonstram a diversidade e complexidade dos fatores que influenciam a eficiência educacional. Dentre os principais autores citados, destacam-se clássicos como Farrell (1957) e Charnes, Cooper e Rhodes (1978), evidenciando o predomínio da abordagem da Análise Envoltória de Dados (DEA) nos estudos avaliados. Em relação à produção científica, identificou-se a predominância de artigos publicados em periódicos classificados entre A1 e A3, segundo a Plataforma Sucupira, o que demonstra a relevância e o rigor acadêmico das publicações analisadas.

A principal lacuna apontada pelos autores refere-se à necessidade de estudos que considerem contextos eleitorais, variações temporais e inclusão de novas variáveis explicativas, o que aponta caminhos promissores para futuras pesquisas na área. Conclui-se, portanto, que a literatura nacional sobre a eficiência do gasto público em educação tem avançado significativamente, oferecendo subsídios importantes para a formulação de políticas públicas mais eficazes. No entanto, ainda há espaço para o aprimoramento metodológico e para a ampliação do escopo das análises.

6. Referências

- Afonso, A.; Schuknecht, L.; Tanzi, V. (2005) “Public sector efficiency: An international comparison”, *Public Choice*, v. 123, n. 3-4, p. 321-347.
- Alves, P. J. H.; Araújo, J. M. D. (2018) “Um estudo sobre os resultados educacionais obtidos dos municípios da Paraíba nos anos de 2011, 2013 e 2015”, *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 26, n. 100, p. 1038-1057.
- Andrade, S. F. C.; Paula, S. H. S.; Gordiano, C. A. S. G.; Alencar, R. C. (2024) “Eficiências do gasto público: uma análise da produção científica brasileira no período de 2013 a 2022”, *Revista Controle – Doutrina e Artigos*, v. 22, n. 1.
- Azara, L. N.; Pessanha, G. R. G.; Barbosa Neto, J. E. (2017) “Eficiência dos Municípios com Relação aos Gastos Públicos em Educação e Cultura na Microrregião de Varginha/Mg”, *Revista Capital Científico - Eletrônica*, v. 15, n. 4, p. 90-110.
- Banker, R.; Charnes, A.; Cooper, W. (1984) “Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis”, *Management Science*, v. 30, n. 9, p. 1078–1092.
- Banker, R. D.; Natarajan, R. (2008) “Evaluating contextual variables affecting productivity using data envelopment analysis”, *Operations Research*, v. 56, n. 1, p. 48-58.
- Bartoluzzio, A. I. S. S.; Martins, V. G.; Queiroz, D. B.; Miranda, L. C. (2021) “Qualidade do Gasto em Educação e Ciclos Políticos: Uma Avaliação nos Municípios da Paraíba”, *Cadernos Gestão Pública e Cidadania*, v. 26, n. 83, p. 1-21.
- Bernardo, J. S.; Almeida, F. M. D.; Nascimento, A. C. C. (2021) “(In)Eficiência Educacional sob a Perspectiva dos Gastos Públicos Desagregados”, *Educação & Realidade*, v. 46, n. 1, p. e105371.
- Bohrer, E.; Comunelo, A. L.; Godarth, K. A. L. (2013) “Eficiência do gasto público na educação: o caso do sudoeste do Paraná, Brasil”, *CAP Accounting and Management*, v. 7, n. 7, p. 209-222.
- Bonato, H.; Da Silva, C. L.; Da Silva Nogueira, S. P.; Ribeiro, N. A. B. et al. (2021) “Gastos e eficiência das políticas públicas em educação na microrregião de Paranaguá”, *Journal Globalization, Competitiveness and Governability*, v. 15, n. 3, p. 109-131.
- Brasil. (1988) Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Promulgada em 5 de outubro de 1988.
- Brasil. (1998) Emenda Constitucional nº 19, de 04 de junho de 1998.

- Castro, C. R. M.; Da Silva E Souza, G.; Tannuri-Pianto, M. E. (2017) “Gastos em educação: Mais recursos sem gestão?”, *Economia Aplicada*, v. 21, n. 2, p. 285-309.
- Castro, H. O. (2016) “Vinculações de recursos e efeitos sobre a flexibilidade orçamentária do município”, *Revista de Administração, Sociedade e Inovação*, v. 2, n. 2, p. 147-166.
- Charnes, A.; Cooper, W. W.; Rhodes, E. (1978) “Measuring the efficiency of decision-making units”, *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444.
- Coleman, J. S. (1966) *Equality of Educational Opportunity*, Washington: Office of Education, U.S.
- Costa, C. C. D. M.; Ferreira, M. A. M.; Braga, M. J.; Abrantes, L. A. (2015) “Fatores associados à eficiência na alocação de recursos públicos à luz do modelo de regressão quantílica”, *Revista de Administração Pública*, v. 49, n. 6, p. 1319-1347.
- Dadalto, L.; Teixeira, A.; Beiruth, A. X. (2024) “Gasto Público em Educação e Desempenho: uma Comparação do Índice Pisa”, *Revista Gestão & Tecnologia*, v. 24, n. 4.
- De-La-Torre-Ugarte-Guanilo, M. C.; Takahashi, R. F.; Bertolozzi, M. R. (2011) “Revisão sistemática: noções gerais”, *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 45, n. 5, p. 1260-1266.
- Dorsa, A. C. C.; Taveira, J. C.; Pereira, M. S.; Santos, F. K. et al. (2020) “Eficiência dos municípios de Mato Grosso do Sul: uma abordagem baseada em fronteira determinística”, *Interações (Campo Grande)*, v. 21, n. 3, p. 663-680.
- Faria, F. P.; Jannuzzi, P. D. M.; Da Silva, S. J. (2008) “Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: Uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro”, *Revista de Administração Pública*, v. 42, n. 1, p. 155-177.
- Farrell, M. J. (1957) “The measurement of productive efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society*, v. 120, n. 3, p. 253-290.
- Ferreira, E. C. (2020) “Um ajuste justo ou mais alguns passos atrás para a educação básica pública no Brasil?”, *Educação e Pesquisa*, v. 46, p. e214975.
- Gagliardi, J. M.; Marinho, A.; Paula, L. F. D. (2023) “Eficiência dos Gastos Públicos nos Estados Brasileiros nas Áreas de Saúde, Segurança e Educação: Uma Abordagem A Partir da Análise Envoltória de Dados”, *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 53, n. 1, p. 167-200.
- Gramani, M. C. (2017) “Análise dos determinantes de eficiência educacional do estado do Ceará”, *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 25, n. 95, p. 507-526.
- Hanushek, E. A. (1997) “Assessing the effects of school resources on student performance: an update”, *Education Evaluation and Policy Analysis*, v. 19, n. 2, p. 141-164.
- Kakihara, A. A.; Silva, V. S.; Poker Júnior, J. H. (2020) “Qualidade do Gasto Público em Educação Fundamental: Uma Análise de Eficiência dos Municípios Paulistas”, *GESTÃO.Org - Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, v. 18, n. 1, p. 136-153.

- Lamoglia, F. R.; Ohayon, P. (2020) “A Demonstração do Resultado Econômico como Indicador de Eficiência na Gestão do Gasto Público”, *Sociedade, Contabilidade e Gestão*, v. 15, n. 4, p. 160-177.
- Lima, R. P.; Bezerra, F. A. (2022) “Gestão fiscal e a eficiência do gasto público em educação e saúde nos estados brasileiros”, *Revista do Serviço Público*, v. 73, n. 2, p. 359-378.
- Lourenço, R. L.; Angotti, M.; Nascimento, J. C. H. B.; Sauerbronn, F. F. (2017) “Eficiência do Gasto Público com Ensino Fundamental: Uma Análise dos 250 Maiores Municípios Brasileiros”, *Contabilidade Vista & Revista*, v. 28, n. 1, p. 89-116.
- Matias, A. B.; Quaglio, G. M.; Oliveira, B. G.; Lima, J. P. R. et al. (2018) “Níveis de Gastos e Eficiência Pública em Educação: Um Estudo de Municípios Paulistas utilizando Análise Envoltória de Dados”, *Revista de Administração da UFSM*, v. 11, n. 4, p. 902-918.
- Mattos, E.; Terra, R. (2015) “Conceitos Sobre Eficiência”, In: Boueri, R.; Rocha, F.; Rodopoulos, F. (Org.), *Avaliação da Qualidade do Gasto Público e Mensuração da Eficiência*, Brasília: Secretaria do Tesouro Nacional.
- Mesquita, A. M.; Wander, A. E. (2021) “Avaliação da Qualidade dos Gastos Públicos em Educação e Saúde nos Municípios Mato Grossenses, Brasil”, *Revista Capital Científico - Eletrônica*, v. 19, n. 2, p. 58-74.
- Moraes, V. M.; Polizel, M. F.; Crozatti, J. (2017) “Eficiência dos gastos municipais com a educação fundamental: uma análise dos municípios paulistas no ano de 2013”, *Revista de Contabilidade e Controladoria*, v. 9, n. 2, p. 23-43.
- Moraes, V. M. D.; Crozatti, J.; Machado, G. S. (2025) “Federalismo e Desigualdades Horizontais em Educação: Conectando os Anseios Equalizadores por meio de uma Tipologia de Municípios”, *Dados*, v. 68, n. 3, p. e20220063.
- Oliveira, A. F. M.; Bezerra, F. A. (2018) “Determinantes do Nível de Eficiência dos Ministérios Públicos Estaduais Brasileiros”, *Pensar Contábil*, v. 20, n. 71, p. 44-52.
- Penã, C. R. (2008) “Um Modelo de Avaliação da Eficiência da Administração Pública através do Método Análise Envoltória de Dados (DEA)”, *Revista de Administração Pública*, v. 42, n. 1, p. 83-106.
- PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. (2025) “O que é o IDH”, <https://www.undp.org/pt/brazil/desenvolvimento-humano>, Acesso em: 24 mai. 2025.
- Prado, J. W. D.; Alcântara, V. D. C.; Carvalho, F. D. M.; Vieira, K. C. et al. (2016) “Multivariate analysis of credit risk and bankruptcy research data: a bibliometric study involving different knowledge fields (1968–2014)”, *Scientometrics*, v. 106, n. 3, p. 1007-1029.
- Ribeiro, M. (2002) *Educação para a cidadania: questão colocada pelos movimentos sociais*, São Paulo: Cortez.

- Rosano-Peña, C.; Albuquerque, P. H. M.; Daher, C. E. (2012) “Dinâmica da produtividade e eficiência dos gastos na educação dos municípios goianos”, *Revista de Administração Contemporânea*, v. 16, n. 6, p. 845-865.
- Rosano-Peña, C.; Albuquerque, P. H. M.; Marcio, C. J. (2012) “A eficiência dos gastos públicos em educação: Evidências georreferenciadas nos municípios goianos”, *Economia Aplicada*, v. 16, n. 3, p. 421-443.
- Santos, A. P. D.; Menezes, E. C. O.; Raupp, F. M. (2022) “Prioridade do gasto público: análise das microrregiões de Paranaguá-PR e Baixo Vale do Itajaí-SC”, *Revista de Administração da Unimep*, v. 19, n. 10, p. 20-40.
- Santos, R. R. D.; Freitas, M. M.; Vicente, E. F. R. (2018) “Impacto da Governança na Eficiência da Aplicação dos Recursos Públicos com Educação”, *Contextus - Revista Contemporânea de Economia e Gestão*, v. 16, n. 3, p. 101-123.
- Santos, R. R. D.; Rover, S. (2019) “Influência da governança pública na eficiência da alocação dos recursos públicos”, *Revista de Administração Pública*, v. 53, n. 4, p. 732-752.
- Segundo, H. B. M. (2017) “Emenda Constitucional 95/2016 e o teto dos gastos públicos”, *Revista Controle – Doutrina e Artigos*, v. 15, n. 2, p. 22-40.
- Silva, J. O.; Silva, W. A.; Duque, A. P. O.; Silva, A. R. et al. (2024) “Qualidade dos gastos públicos com ensino fundamental: uma análise para os municípios fluminenses”, *Revista Universo Contábil*, v. 20, n. 1.
- Soares, M. M.; García, E. M.; Carbonell, J. R.-H. (2023) “Desigualdades territoriais no financiamento das políticas de educação e de saúde na Espanha e no Brasil”, *Revista de Administração Pública*, v. 57, n. 1, p. e-2022-0168.
- Souza, A. N. G.; Rutalira, J. J. B. (2016) “Eficiência do Gasto Público em Educação de Nível Fundamental: uma Análise dos Estados Brasileiros”, *INTERFACE - Revista do Centro de Ciências Sociais Aplicadas*, v. 13, n. 1, p. 33-50.
- Wilbert, M. D.; D’abreu, E. C. C. F. (2013) “Eficiência dos gastos públicos na educação: análise dos municípios do Estado de Alagoas”, *Advances in Scientific and Applied Accounting*, v. 6, n. 3, p. 348-372.
- Zoghbi, A. C. P.; De Matos, E. H. C.; Rocha, F. F.; Arvate, P. R. (2009) “Mensurando o desempenho e a eficiência dos gastos estaduais em educação fundamental e média”, *Estudos Econômicos*, v. 39, n. 4, p. 785-809.

Fiscalização de contratos nas Superintendências Regionais de Ensino de Minas Gerais: um estudo sobre os principais desafios

Izabel Cristina de Almeida¹, Daniela Meirelles Andrade²

¹Programa de Pós-Graduação em Administração Pública/PPGAP – Universidade Federal de Lavras

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Administração e Economia /DAE – Universidade Federal de Lavras
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Izabelalmeida1069@gmail.com, daniela.andrade@ufla.br

Abstract. *This study analyzed the challenges faced by public servants who act as administrative contract supervisors in 11 Regional Education Superintendencies (SREs) in Minas Gerais, Brazil. Through a questionnaire administered to 29 respondents, we investigated the supervisors' profiles, their difficulties, and perceptions about the supervisory function. Using Braun and Clarke's (2014) thematic analysis, we identified that 76% of respondents report some level of work overload and 100% perform other functions beyond supervision. The results highlight the need for balanced redistribution of activities and specific training aligned with the requirements of Law No. 14,133/2021, contributing to efficiency in public resource management.*

Keywords: *Contract supervision, Regional Education Superintendencies, Law No. 14,133/2021.*

Resumo. *Este estudo analisou os desafios enfrentados por servidores que atuam como fiscais de contratos administrativos em 11 Superintendências Regionais de Ensino (SREs) de Minas Gerais. Através de questionário aplicado a 29 respondentes, investigou-se o perfil dos fiscais, suas dificuldades e percepções sobre a função fiscalizadora. Utilizando a análise temática de Braun e Clarke (2014), identificou-se que 76% dos respondentes relatam algum nível de sobrecarga de trabalho e 100% desempenham outras funções além da fiscalização. Os resultados evidenciam a necessidade de redistribuição equilibrada de atividades e de capacitação específica alinhando-se às exigências da Lei nº 14.133/2021, contribuindo para a eficiência na gestão de recursos públicos.*

Palavras-chave: *Fiscalização de contratos, Superintendências Regionais de Ensino, Lei nº 14.133/2021.*

1. Introdução

A gestão e fiscalização de contratos administrativos são fundamentais para a aplicação eficiente de recursos públicos e para garantir a qualidade dos serviços prestados à sociedade. Silva e Paulo (2024) alertam que a ausência de fiscalização adequada eleva os riscos de perda de qualidade, desvios e prejuízos financeiros. Com a promulgação da Lei nº 14.133/2021 (Brasil, 2021), a Nova Lei de Licitações e Contratos (NLLC), o Brasil reforçou a importância do planejamento, detalhamento das contratações e governança, estabelecendo critérios mais rigorosos para a fiscalização (Dias, 2023).

Nas Superintendências Regionais de Ensino (SREs) de Minas Gerais, responsáveis pela implementação de políticas educacionais regionais, a fiscalização de contratos é uma atividade estratégica. O grande volume e a diversidade de contratações, que vão de serviços de manutenção a fornecimentos especializados, exigem dos fiscais amplos conhecimentos técnicos e habilidades de gestão. Cardoso (2024) enfatiza que as mudanças trazidas pela nova legislação demandam processos de fiscalização mais rigorosos para assegurar o cumprimento contratual e a entrega de resultados qualificados.

No entanto, a realidade nas SREs revela desafios que comprometem a eficácia da fiscalização. A sobrecarga de trabalho dos servidores designados como fiscais, que muitas vezes acumulam outras funções, é um obstáculo central. Oliveira (2024) destaca que a nomeação de agentes públicos para essa função representa um desafio, especialmente pelo aumento da carga de trabalho. Além disso, a capacitação inadequada dos fiscais é um entrave significativo. Teixeira (2024) aponta a falta de treinamento como um obstáculo para os gestores e uma questão relevante para os órgãos de controle. Saldanha e Brasil (2025) reforçam a necessidade de treinamentos especializados, enquanto Silva e Almeida (2023) identificam a limitada compreensão da legislação específica como um dos principais desafios, o que pode levar a falhas na detecção de irregularidades, aplicação de sanções e acompanhamento contratual.

Diante deste contexto, os servidores designados para a função de fiscal de contratos nas SREs mineiras lidam com múltiplas responsabilidades, muitas vezes conciliando esta função com outras atribuições inerentes aos seus cargos. Este estudo busca compreender os desafios enfrentados por estes profissionais, identificando os principais obstáculos através da análise de dados coletados junto a 29 servidores de 11 SREs. A pesquisa tem como objetivo traçar um panorama da realidade vivenciada por estes profissionais, contribuindo para o aprimoramento das práticas de fiscalização contratual no âmbito da educação pública estadual e na boa gestão dos recursos públicos, e busca responder à seguinte pergunta: Quais são os principais desafios enfrentados pelos fiscais de contratos administrativos nas Superintendências Regionais de Ensino de Minas Gerais?

2. Materiais e métodos

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva com abordagem quali-quantitativa. A pesquisa foi realizada em 11 das 47 Superintendências Regionais de Ensino (SREs) do Estado de Minas Gerais, representando 23,4% das SREs, no período de 09 de junho a 23 de julho de 2025. A população do estudo foi composta por servidores que atuam como fiscais de contratos administrativos nas SREs mineiras.

Foram enviados questionários para o e-mail institucional de 44 servidores, obtendo-se retorno de 29 respondentes, o que representa uma taxa de resposta de 65,9%.

A seleção dos participantes seguiu o método de amostragem intencional proposto por Gil (2008), priorizando a relevância contextual, proximidade e conveniência. Conforme destacado pelo autor, esta decisão foi viabilizada pelo vínculo profissional de uma das pesquisadoras com servidores das instituições pesquisadas, facilitando e intermediando, quando necessário, o contato com os participantes.

Os dados foram coletados através de um questionário estruturado, desenvolvido na plataforma Google Forms e encaminhado aos respondentes por meio de seus e-mails institucionais. O instrumento foi composto por perguntas que abordavam o perfil sociodemográfico e profissional dos participantes, além de questões relacionadas aos obstáculos encontrados na fiscalização de contratos administrativos. Entre as questões, abordava-se, por exemplo, se os fiscais se sentiam sobrecarregados ao conciliarem as atividades da função com outras tarefas não relacionadas à fiscalização de contratos. Adicionalmente, foi apresentado um conjunto de desafios específicos, solicitando que os respondentes classificassem o grau de frequência de cada um, variando entre "ausente" e "sempre", conforme a percepção em relação às dificuldades enfrentadas no exercício da função fiscalizatória.

Para a análise dos dados, adotou-se a abordagem de análise temática proposta por Braun e Clarke (2014), que permite identificar, sistematizar e interpretar padrões de significado nos dados coletados. Esta metodologia foi escolhida por sua flexibilidade e capacidade de integrar dados qualitativos e quantitativos, possibilitando uma compreensão mais abrangente do fenômeno estudado. Os dados quantitativos foram analisados por meio de estatística descritiva, com cálculo de frequências absolutas e relativas, apresentados em quadro e gráficos para facilitar a visualização e interpretação.

3. Resultados e discussão

A análise dos dados coletados permite traçar um perfil detalhado dos servidores que atuam como fiscais de contratos nas SREs. O Quadro 1 apresenta o perfil sociodemográfico e profissional dos 29 respondentes.

Quadro 1- Perfil sociodemográfico e profissional dos respondentes

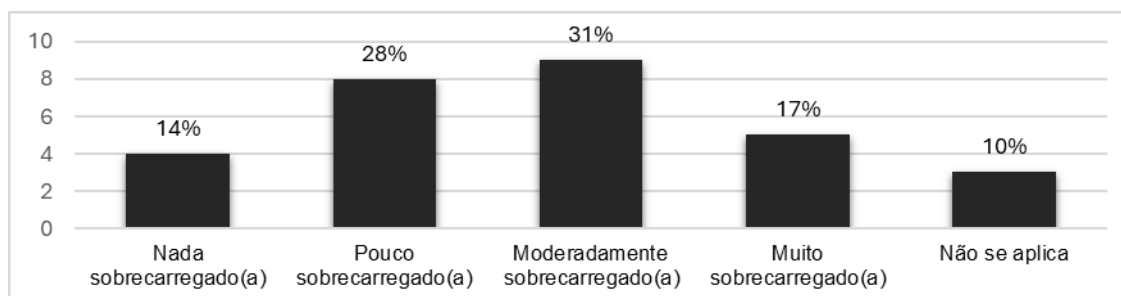
Idade	Sexo	Escolaridade	Tempo Trabalhado	Experiência como fiscal
26 a 35 anos-6%	Feminino 24%	Ensino Médio-7%;	Até 03 anos-14%	Até 3 anos-52%
36 a 45 anos-52%		Superior-21%	de 4 a 9 anos-10%	Entre 4 e 5 anos-10%
46 a 55 anos-21%	Masculino 76%	Pós-graduação-69%	De 10 a 20 anos-52%	A partir de 6 anos-21%
Acima 56 anos-21%		Mestrado-3%	Acima de 21 anos-24%	Não sabe precisar-17%

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Os dados revelam uma predominância de servidores na faixa etária de 36 a 45 anos (52%), do sexo masculino (76%) e com pós-graduação (69%). Em relação ao tempo de serviço na SRE, observa-se que 76% dos respondentes possuem mais de 10 anos de experiência na instituição, o que sugere um perfil de servidores com significativa trajetória profissional no setor público educacional. Os dados indicam que 52% dos respondentes possuem até 3 anos de experiência como fiscais de contratos, este resultado sugere uma relativa inexperiência de parte significativa dos fiscais, o que pode estar relacionado aos desafios enfrentados no desempenho da função.

Um aspecto relevante identificado na pesquisa refere-se ao acúmulo de funções e à percepção de sobrecarga de trabalho pelos fiscais de contratos. O gráfico 1 apresenta os dados relativos à percepção dos fiscais quanto a sobrecarga de serviço.

Gráfico 1 - Percepção de sobrecarga de serviço



Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Os dados coletados na pesquisa revelaram que 76% dos fiscais de contratos administrativos nas Superintendências Regionais de Ensino (SREs) de Minas Gerais relatam algum nível de sobrecarga de trabalho, categorizado como pouco, moderadamente ou muito sobrecarregado. Esses resultados estão em consonância com as observações de Oliveira (2024), que destaca o significativo desafio representado pelo aumento da carga de trabalho para os agentes públicos nomeados para a função fiscalizadora. Além disso, quando questionados se desempenhavam outras atividades além da fiscalização, 100% dos fiscais entrevistados afirmaram que sim, evidenciando a multiplicidade de responsabilidades que assumem no dia a dia. Esse acúmulo de funções pode impactar diretamente a qualidade da fiscalização, aumentando os riscos de falhas no acompanhamento dos contratos e na garantia da aplicação adequada dos recursos públicos.

O Quadro 2 apresenta os principais desafios enfrentados pelos fiscais de contratos nas SREs mineiras, categorizados conforme a frequência com que foram mencionados pelos fiscais que responderam à pesquisa.

Quadro 2 - Desafios enfrentados pelos fiscais

Aspectos	Ausente/ pouco frequente	Moderado	Muito frequente/ sempre	Não sabe precisar
Sobrecarga de serviço	17%	21%	48%	14%
Falta de treinamento	31%	24%	38%	7%
Desconhecimento da legislação vigente	38%	35%	17%	10%
Desconhecimento das atribuições e responsabilidades	45%	21%	28%	7%
Descumprimento de prazo estabelecido pela contratante	41%	17%	24%	17%
Desconhecimento das cláusulas contratuais	55%	10%	24%	10%

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Os dados analisados consideraram os graus de dificuldades com frequência moderada a alta (moderada, muito frequente, sempre). Os resultados indicam que os

principais desafios enfrentados pelos fiscais de contratos incluem a sobrecarga de serviço, mencionada por 69% dos respondentes, corroborando os estudos de Oliveira (2024). A falta de capacitação, apontada por 62% dos participantes, está alinhada às observações de Teixeira (2024), que destaca a ausência de treinamento como um obstáculo significativo para os gestores públicos. Já o desconhecimento da legislação vigente, relatado por 52% dos respondentes, confirma os achados de Silva e Almeida (2023) sobre a falta de domínio da legislação como um entrave relevante. Esses resultados reforçam as considerações de Silva e Paulo (2024) de que falhas na fiscalização podem comprometer a qualidade dos serviços e causar prejuízos aos recursos públicos.

4. Conclusão

A pesquisa identificou as principais dificuldades na fiscalização de contratos nas SREs, destacando a sobrecarga de atividades, a falta de capacitação e a limitada compreensão da legislação vigente como os maiores desafios, alinhando-se a estudos prévios na área (Oliveira, 2024; Saldanha; Brasil, 2025; Silva; Almeida, 2023; Silva; Paulo, 2024; Teixeira, 2024). A análise desses obstáculos pode trazer contribuições teóricas e práticas significativas para a administração pública, especialmente na fiscalização de contratos em instituições públicas.

Entre as contribuições teóricas, o estudo pode enriquecer a literatura sobre gestão pública e fiscalização contratual, oferecendo novos dados e perspectivas sobre os desafios específicos enfrentados por servidores em contextos educacionais regionais.

No campo prático, a pesquisa oferece subsídios para o aprimoramento das políticas e práticas de fiscalização contratual nas SREs e em outras instituições públicas. Os resultados obtidos podem orientar a elaboração de programas de capacitação específicos para fiscais de contratos, abordando as principais dificuldades identificadas e estratégias para redistribuição de tarefas, visando melhorar a eficiência da fiscalização e a gestão de recursos públicos.

Adicionalmente, o estudo contribui para a literatura sobre sobrecarga de trabalho e acúmulo de funções no serviço público, demonstrando como estes fatores impactam o desempenho de atividades críticas como a fiscalização contratual. A identificação dos principais desafios enfrentados pelos fiscais de contratos nas SREs mineiras oferece um alicerce conceitual que pode ser utilizado em pesquisas futuras sobre o tema.

No âmbito institucional, a pesquisa pode contribuir para o fortalecimento da governança nas SREs, promovendo uma cultura de responsabilidade e excelência na fiscalização contratual (Dias, 2023; Cardoso, 2024). Os resultados obtidos podem subsidiar a elaboração de manuais, guias e protocolos específicos para orientar a atuação dos fiscais de contratos, em conformidade com as exigências da Lei nº 14.133/2021.

Uma das limitações deste estudo é o número reduzido de SREs analisadas, abrangendo apenas 11 entre as 47 existentes em Minas Gerais. Para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar o número de SREs investigadas, bem como realizar estudos semelhantes em outras instituições públicas. O objetivo seria identificar os desafios enfrentados pelos fiscais de contratos administrativos em diferentes órgãos públicos e buscar soluções eficazes para superar essas dificuldades, contribuindo para uma gestão mais eficiente dos recursos públicos e promovendo o bem-estar social.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

- Brasil. Lei no 14.133, de 01 de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF: Presidência da República [2021].
- Cardoso, Lindineide Oliveira. Contratos administrativos na nova lei de licitações: teoria e prática. 2. ed., ver., atual. e ampl. São Paulo: Editora Juspodivm, 2024. 416p.
- Braun, Virginia; Clarke, Victoria. O que a “análise temática” pode oferecer aos pesquisadores de saúde e bem-estar? *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-Being*, [S.l.], v. 9, n. 1, 2014.
- Dias, Maria Tereza Fonseca (org.). A Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei nº 14.133/2021): principais inovações e desafios para sua implantação. São Paulo: Dialética, 2023. *E-book* (488 p.).
- Gil, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- Oliveira, Rafael Carvalho Rezende. A fiscalização dos contratos administrativos na nova Lei de Licitações: dos carimbos à inteligência artificial. SLC Soluções Autorais, [S.l.] n. 70, 2024.
- Saldanha, O. do C. de C.; Brasil, W. B. Desafios e perspectivas na gestão eficiente de aquisição bibliográfica na Universidade Federal de Rondônia. *Revista de Gestão e Secretariado*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. e4602, 2025.
- Silva, J. I. A. O.; Almeida, T. L. de. Fiscalização de contratos administrativos de serviços terceirizados: Uma análise da eficácia da Instrução Normativa nº 5, de 25 de maio de 2017, no Centro de Ciências Jurídicas e Sociais da UFCG. *Desenvolvimento em Questão*. Editora Unijuí. ISSN 2237-6453, a. 2021, n. 59, p. 1–18, 2023.
- Silva, Fábio Cesar da; Paulo, Fabio José Cruz de. A governança no exercício das atividades de gestão e fiscalização dos contratos administrativos, no âmbito da Polícia Militar do Paraná. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar* - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 5, n. 10, p. e5105824, 2024.
- Teixeira, S. F. A Nova Lei de Licitações e Contratos (Lei nº 14.133/2021): principais mudanças e impactos na eficiência das contratações públicas. *Revista Multidisciplinar Pey Këyo Científico*, ISSN 2525-8508, [S. l.], v. 10, n. 1, 2024.

INOVAÇÕES DE BASE E REDES SOCIOTÉCNICAS: A HONEY BEE NETWORK E AS TECNOLOGIAS SOCIAIS NO BRASIL

Thaysa Helena Raimundo¹, Luiza Amalia Soares Franklin², José de Arimatéia Dias Valadão³,

¹Programa de Pós-graduação em Administração Pública - Departamento de Administração Pública/FCSA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Programa de Pós-graduação em Administração Pública - Departamento de Administração Pública/FCSA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

³Programa de Pós-graduação em Administração Pública - Departamento de Administração Pública/FCSA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

thaysa.raimundo1@estudante.ufla.br, luiza.franklin@ufla.br
jose.valadao@ufla.br

Abstract. *This study examines how the principles of the Honey Bee Network and Actor-Network Theory contribute to the understanding of grassroots social innovations in Brazil. Within the context of the epistemologies of the Global South, the work explores the connection between popular knowledge, social technologies, and sociotechnical networks, proposing a transversal dialogue between global paradigms and local practices. A qualitative methodology was adopted to analyze the cases of the Banco Palmas and the Programa Um Milhão de Cisternas. The analysis concludes that such experiences reinforce the legitimacy of marginal knowledge as vectors of innovation and that Brazilian initiatives can promote community empowerment and social transformation.*

Keywords: *Honey Bee Network, Actor-Network Theory, Social Technologies, Grassroots Innovations.*

Resumo. *Este estudo investigou como os princípios da Honey Bee Network e da Teoria do Ator-Rede contribuem para a compreensão de inovações sociais de base no Brasil. No contexto das epistemologias do Sul, o trabalho explora a articulação entre saberes populares, tecnologias sociais e redes sociotécnicas, propondo um diálogo transversal entre paradigmas globais e práticas locais. Foi adotada a metodologia qualitativa para analisar os casos do Banco Palmas e do Programa Um Milhão de Cisternas. Conclui-se que tais experiências reforçam a legitimidade de saberes marginais como vetores de inovação e que iniciativas brasileiras podem promover empoderamento comunitário e transformação social.*

Palavras-chave: *Honey Bee Network, Teoria do Ator-rede, Tecnologias Sociais, Grassroots Innovations.*

1. Introdução

Em meio a um cenário global marcado por profundas assimetrias no acesso ao conhecimento, a tecnologia e a capacidade de inovar, emergem iniciativas oriundas da sociedade civil que desafiam os modelos hegemônicos de desenvolvimento e produção de soluções tecnocientíficas.

Uma dessas iniciativas é a Honey Bee Network (HBN), criada por Anil K. Gupta, na Índia, que se tornou referência mundial na valorização das chamadas *grassroots innovations* — inovações de base construídas por indivíduos ou comunidades situadas fora dos circuitos formais de ciência, tecnologia e inovação (Gupta, 2016). Operando sob a lógica da reciprocidade, da justiça cognitiva e da valorização dos saberes populares, a HBN articula uma vasta rede de conhecimentos locais, oferecendo uma alternativa ética e epistemológica às formas convencionais de inovação.

Nas últimas décadas, tem crescido o interesse acadêmico sobre o papel dessas inovações de base no enfrentamento de problemas sociais complexos, especialmente nos países do Sul Global. No Brasil, autores como Dagnino (2014) e Cunha & Mello (2013) avançaram na formulação de um campo conceitual denominado Tecnologias Sociais, que dialoga diretamente com os princípios mobilizados pela HBN. Além disso, experiências emblemáticas como o Banco Palmas e o Programa Um Milhão de Cisternas exemplificam a aplicação prática de modelos de inovação enraizados nos territórios, com forte engajamento comunitário (Costa, 2013; França Filho *et al*, 2015).

Contudo, apesar da existência de uma literatura sólida sobre cada um desses eixos — HBN, Tecnologias Sociais, Inovação de Base — ainda são escassos os estudos que promovem uma leitura integrada e transversal entre tais experiências, especialmente a partir de uma abordagem que considere as redes sociotécnicas e a pluralidade epistêmica que as constitui. Nesse sentido, a Teoria do Ator-Rede (TAR), conforme proposta por Latour (2012), surge como um referencial potente para compreender a inovação como efeito de redes híbridas compostas por humanos, não humanos, dispositivos técnicos, saberes locais e valores simbólicos.

Diante desse panorama, este trabalho busca responder à seguinte pergunta de pesquisa: De que modo os princípios da Honey Bee Network e da Teoria do Ator-Rede contribuem para interpretar experiências brasileiras de inovação social de base, como o Banco Palmas e o Programa Um Milhão de Cisternas, na construção de um paradigma epistêmico contra-hegemônico? Com base nisso, o objetivo geral é investigar como os princípios da Honey Bee Network (HBN) e da Teoria do Ator-Rede (TAR) contribuem para a compreensão de inovações sociais de base no Brasil, contribuindo para ampliar o debate sobre inovação social em contextos periféricos.

A metodologia adotada analisa os dois casos, com enfoque qualitativo e interpretativo. Pretende-se, assim, lançar luz sobre o potencial de articulação entre saberes locais, redes de inovação e paradigmas alternativos de desenvolvimento — conectando práticas situadas a debates epistêmicos mais amplos.

2. A Honey Bee Network e as Inovações de Base no Brasil: Interfaces com a Teoria do Ator-Rede

A Honey Bee Network (HBN), idealizada por Anil K. Gupta na Índia, propõe uma revolução silenciosa no campo da inovação: reconhecer, documentar e apoiar soluções desenvolvidas por pessoas que atuam à margem dos sistemas formais de ciência, tecnologia e mercado (Gupta, 2016). Operando com base na ética da reciprocidade, na justiça cognitiva e no respeito ao saber tradicional, a HBN atua como uma rede polinizadora — conectando conhecimentos dispersos sem explorá-los, numa metáfora inspirada no comportamento das abelhas coletoras (Gupta, 2016).

Esse modelo de inovação **endógena e participativa**, embora desenvolvido no contexto indiano, encontra ressonância imediata com experiências brasileiras de **Tecnologias Sociais (TS)** e **Inovação de Base**, como formuladas por Dagnino (2014), e com práticas disseminadas por iniciativas como o Programa Um Milhão de Cisternas e o Banco Palmas. Tais experiências partem do princípio de que as soluções mais eficazes para os desafios locais são aquelas gestadas pelos próprios atores envolvidos — protagonismo esse que a HBN celebra e sistematiza.

A crítica central da HBN, assim como da TS brasileira, recai sobre o modelo hegemônico de **inovação por difusão**, que tende a verticalizar o conhecimento, promover dependências tecnológicas e invisibilizar os saberes populares (Dagnino, 2014). Em oposição, a **inovação de base** surge como uma resposta ancorada nos territórios, nas práticas culturais e nos recursos disponíveis, alinhando criatividade com escassez — o que Gupta (2016) chama de *inovação frugal*.

A **Teoria do Ator-Rede (TAR)**, proposta por Bruno Latour, oferece uma lente potente para interpretar essas iniciativas. Segundo Latour (2012), o social não é uma estrutura dada, mas o efeito de associações entre atores diversos — humanos e não humanos. Ao aplicar essa abordagem à HBN e às TS brasileiras, é possível compreender **tecnologias, saberes, práticas e instituições como actantes**, que interagem simetricamente na construção da inovação.

Um conceito-chave da TAR que ganha destaque nesse contexto é o de **tradução** (Latour, 2012): os atores não apenas se associam, mas reinterpretam e adaptam os interesses uns dos outros para formar alianças. Na HBN e nas TS, essa tradução é visível quando comunidades adaptam tecnologias externas aos seus contextos ou quando pesquisadores e técnicos ajustam seus saberes às demandas locais — criando redes heterogêneas de inovação.

Essas experiências também convergem com a noção de **mediação sociotécnica**, conforme definida por Cunha & Mello (2013). Diferente da dicotomia entre o técnico e o social, a mediação sociotécnica reconhece que soluções inovadoras emergem da articulação orgânica entre esses dois polos. A HBN funciona, nesse sentido, como um laboratório vivo de mediações: tradutores, inovadores populares, ferramentas, instituições e contextos operam juntos para transformar desafios em soluções localizadas e replicáveis.

As experiências brasileiras analisadas posteriormente — como o **Banco Palmas** e o **Programa Um Milhão de Cisternas** — não apenas dialogam com os princípios da HBN, mas os recriam em contextos singulares. Nesses territórios, a inovação social se manifesta como uma prática política e epistêmica: questiona modelos tradicionais de

desenvolvimento, reposiciona os sujeitos populares como agentes do conhecimento e articula redes colaborativas para sustentar transformações duradouras. A TAR, nesse sentido, permite visibilizar os **elementos invisíveis da inovação**, os bastidores da articulação entre política, afeto, técnica e subjetividade. O Quadro 1 sintetiza os conceitos apresentados aqui.

Quadro 1 - Resumo Conceitual e Convergência de Paradigmas

Conceito	Definição central	Conexões teóricas e práticas
Honey Bee Network	Rede que coleta e difunde inovações populares sem exploração, com ética solidária	Valoriza saber local, protagonismo popular e inovação frugal (Gupta, 2016)
Tecnologias Sociais	Soluções co-construídas por comunidades com base em necessidades reais	Mediações sociotécnicas e engajamento político (Dagnino, 2014; Cunha & Mello, 2013)
Inovação de Base	Processos endógenos e coletivos de inovação situados nos territórios	Contra-hegemônicos, geradores de autonomia (Dagnino, 2014)
Grassroots Innovations	Inovações nascidas da base da pirâmide social, voltadas para justiça social	Presentes na HBN, no P1MC, nos BCDs; conectam saber e ação (Smith <i>et al.</i> , 2016)
Teoria do Ator-Rede	Perspectiva que entende inovação como resultado de redes de actantes heterogêneos	Tradução, simetria entre humanos e não humanos, agenciamento distribuído (Latour, 2012)

Diante dessas articulações conceituais, evidencia-se que a HBN e os paradigmas da inovação de base oferecem um referencial potente para repensar o papel dos sujeitos periféricos na produção de conhecimento e na transformação social. No Brasil, essas ideias não apenas encontram ressonância, como se materializam em práticas concretas de organização comunitária, mediação sociotécnica e apropriação tecnológica. Para compreender melhor como tais princípios se manifestam em contextos específicos do Sul Global, este estudo se volta a duas experiências emblemáticas no Brasil, analisando como tecnologias sociais de base se articulam com os paradigmas teóricos discutidos.

2.1. Aplicação da HBN como lente teórica

A HBN constitui uma iniciativa paradigmática voltada para a identificação, promoção e sustentação de inovações desenvolvidas por indivíduos ou comunidades economicamente desfavorecidas, mas ricas em conhecimento prático e contextual. Com uma abordagem ascendente (*bottom-up*), a HBN posiciona esses atores não apenas como beneficiários de intervenções externas, mas como protagonistas na criação de soluções criativas e improvisadas para desafios locais (Gupta, 2012; Brem & Wolfram, 2014).

Essas inovações, frequentemente denominadas *Grassroots Innovations*, caracterizam-se pela utilização de recursos limitados e pelo foco em problemas específicos das comunidades, promovendo sustentabilidade social e ecológica (Gupta, *et al.*, 2003; Bhatti, 2012). A literatura aponta a relevância da HBN no campo das inovações de base. Gupta (2012) destaca que a HBN não apenas documenta essas soluções, mas também assegura a proteção dos direitos intelectuais dos inovadores, promovendo o capital ético por meio da reciprocidade na troca de conhecimentos.

Complementarmente, Brem e Wolfram (2014) categorizam as *Grassroots Innovations* em um *framework* analítico que as diferencia de conceitos como *jugaad* e *frugal innovation*, ampliando a visibilidade acadêmica da HBN. Bhatti (2012) enfatiza o

papel da rede como fonte de inspiração para inovações frugais, articulando a necessidade de políticas públicas que apoiem esses processos. Ainda, Gupta *et al.* (2003) posicionam a HBN como uma plataforma que mobiliza capital ético e social, conectando inovadores globais por meio de redes descentralizadas, como a *National Innovation Foundation*, criada nos anos dois mil com o apoio do governo da Índia cujo objetivo é disseminar e fortalecer as inovações tecnológicas de base.

Essa convergência teórica demonstra que a HBN não apenas catalisa inovações de base, mas também contribui para a reconfiguração de paradigmas de desenvolvimento, promovendo justiça social e sustentabilidade. A rede emerge como um modelo global que articula conhecimento local com impactos transformadores, alinhando-se aos preceitos de inovação inclusiva e epistemologias insurgentes.

3. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, seguindo o desenho de estudo de casos múltiplos (Yin, 2018). A opção por este desenho metodológico justifica-se pela sua adequação para investigar fenômenos sociais dentro de seus contextos reais, especialmente quando as fronteiras entre o fenômeno (as inovações sociais de base) e o contexto (o Brasil sob a ótica das epistemologias do Sul) não estão claramente definidas. Foram selecionados dois casos: o Banco Palmas e o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC). A seleção pautou-se pelo critério de que ambos são reconhecidos como exemplos de inovações sociais de base no Brasil (Costa, 2013; Melo Neto Segundo, 2008), permitindo uma análise comparativa das articulações entre saberes populares, tecnologias sociais e a formação de redes sociotécnicas.

A análise dos casos foi conduzida por meio de artigos científicos que trataram do tema base e dos casos em questão. O procedimento analítico consistiu na aplicação das lentes teóricas da Honey Bee Network e da Teoria Ator-Rede (TAR) aos dados coletados. Esse processo envolveu a identificação, nos casos, de atores humanos e não-humanos, traduções, disputas e alinhamentos de interesses (conceitos da TAR), bem como dos mecanismos de proteção, divulgação e escalonamento de saberes locais (princípios da HBN). Dessa forma, a metodologia permitiu uma interpretação teórica sobre como os paradigmas globais se articulam com as práticas locais para gerar transformação social.

4. Resultados e discussões

4.1. Caso 1: Banco de Palmas

O Banco Palmas foi criado em 1998, na periferia de Fortaleza (CE), a partir da mobilização da Associação dos Moradores do Conjunto Palmeira (ASMOCONP), diante da constatação de que, embora houvesse circulação significativa de renda entre os moradores, essa renda era consumida fora do território (França Filho *et al.*, 2012). O objetivo era reverter esse fluxo, por meio de mecanismos que promovessem o desenvolvimento local e o fortalecimento da economia solidária. Foram apresentadas abaixo informações sistematizadas sobre o caso, juntamente com as análises:

- a. **Contexto e motivação:** O bairro era estigmatizado pela exclusão econômica e social. Com base em diagnósticos participativos, os moradores identificaram a ausência de crédito, emprego e oportunidades. Essa motivação comunitária impulsionou a criação

de um banco orientado por princípios de solidariedade, autogestão e geração de renda (França Filho *et al.*, 2012; Mostagi *et al.*, 2019).

b. Descrição da solução: O banco oferece microcrédito produtivo e de consumo, por meio de uma moeda social (Palmas) e de metodologias participativas, como a formação de conselhos comunitários, fóruns locais e redes colaborativas. Essas ferramentas são complementadas por ações de educação financeira, mapeamento do consumo local e incentivo à produção e ao comércio na comunidade (França Filho *et al.*, 2012).

c. Ligação com os conceitos-chave:

- HBN e *Grassroots Innovation*: o Banco Palmas expressa a lógica de inovação originada da base, com soluções desenvolvidas de forma comunitária e a partir de necessidades territoriais — princípios centrais da HBN (Gupta, 2016).
- Teoria do Ator-Rede (TAR): a moeda social, os instrumentos de crédito, os próprios moradores e seus saberes são actantes — elementos que participam da rede e traduzem interesses diversos, constituindo um ecossistema sociotécnico (Latour, 2012).
- Mediação sociotécnica: segundo Cunha & Mello (2013), o banco constitui uma mediação entre tecnologias financeiras, valores solidários e racionalidades populares, organizando a inovação de forma integrada.

d. Resultados e impactos: Entre 1998 e 2012, o banco concedeu mais de 50 mil microcréditos com inadimplência inferior a 2% (França Filho *et al.*, 2012). O consumo local aumentou significativamente, passando de 20% para mais de 90% dos gastos das famílias no próprio bairro, e o banco serviu de modelo para a formação da Rede Brasileira de Bancos Comunitários de Desenvolvimento (Mostagi *et al.*, 2019), sendo reconhecido como tecnologia social replicável. Atualmente, com mais de 25 anos de existência o Banco Palmas conta com outros projetos sociais tal qual a Renda Básica Comunitária que visa beneficiar famílias em situação de extrema pobreza do Conjunto das Palmeiras, e também o PalmaSolar, uma usina de energia solar, que objetiva o acesso da comunidade a uma energia limpa e renovável de baixo custo.

4.2. Caso 2: Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC)

O P1MC foi idealizado pela Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) e lançado em 2003 com apoio do Governo Federal. O objetivo era assegurar acesso à água para consumo humano em famílias rurais de baixa renda na região semiárida, promovendo a convivência com o clima local e respeitando os saberes tradicionais (Dias, 2013).

a. Contexto e motivação: Historicamente, políticas de combate à seca negligenciaram a capacidade de adaptação dos povos do semiárido. A ASA propôs uma abordagem centrada na resiliência local e na valorização da organização comunitária como motor da mudança (Dias, 2013).

b. Descrição da solução: A estratégia envolveu a construção de cisternas de placas com capacidade para 16 mil litros, por meio de mutirões, formação de pedreiros locais e educação para a convivência com o semiárido. Cada família é parte ativa do processo, do planejamento à manutenção (Dias, 2013).

c. Ligação com os conceitos-chave

- **HBN e inovação frugal:** o P1MC compartilha com a HBN o princípio de inovações simples, acessíveis e baseadas no conhecimento local, voltadas para realidades de escassez.
- **Teoria do Ator-Rede:** a cisterna não é apenas um artefato técnico, mas um *actante* que organiza e mobiliza uma rede que inclui Estado, ONGs, técnicos e saberes comunitários (Latour, 2012).
- **Mediação sociotécnica:** a tecnologia da cisterna é indissociável dos elementos sociais, pedagógicos e simbólicos que a sustentam — exemplificando a mediação entre técnica e cultura (Cunha & Mello, 2013).

d. Resultados e impactos: O programa já construiu mais de meio milhão de cisternas, beneficiando milhões de pessoas, sendo que no ano de 2024 o programa entregou mais 46.421 cisternas (quarenta e seis mil, quatrocentos e vinte), marcando presença em 1.000 (mil) dos 1.417 (mil quatrocentos e dezessete) municípios do semiárido brasileiro. Seus impactos incluem a redução do tempo de deslocamento das mulheres, melhoria na saúde das famílias, fortalecimento da autoestima comunitária e estruturação de uma ampla rede territorial de protagonismo social (Dias, 2013).

4.3. Contribuições dos Casos

O estudo das experiências do Banco Palmas e do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) permite observar, em solo brasileiro, a aplicação concreta dos princípios de inovação social de base, tecnologias sociais, mediação sociotécnica e valorização do conhecimento popular.

Ambas as iniciativas constituem referências emblemáticas (Costa 2013; França Filho et al, 2015) no campo da inovação oriunda da margem — alinhadas aos valores promovidos pela Honey Bee Network e potencialmente compreensíveis pela ótica da Teoria do Ator-Rede (TAR). Ao analisar esses casos, é possível observar como artefatos técnicos, arranjos institucionais e redes de solidariedade se entrelaçam para construir soluções sustentáveis a partir da realidade dos próprios territórios. O Quadro 2 apresenta uma síntese destas análises.

Quadro 2 - Resumo da análise dos casos

Aspecto	Banco Palmas	P1MC – Um Milhão de Cisternas
Origem	Iniciativa comunitária (ASMOCONP), Fortaleza – CE	Articulação do Semiárido (ASA) em parceria com Governo Federal
Objetivo	Reorganizar a economia local e promover geração de renda	Garantir acesso à água e fortalecer a convivência com o semiárido
Tecnologia Social	Microcrédito com moeda social, gestão comunitária, fórum local	Cisternas de placas, mutirão, formação local, autogestão
Mediação Sociotécnica	Integra dispositivos financeiros, sociabilidade e saberes comunitários	Integra saberes tradicionais, tecnologia apropriada e engajamento social
Actantes (TAR)	Moeda social, conselhos, software de crédito, vizinhança, consumo	Cisterna, telhado, calhas, ONG, política pública, comunidade local
Inovação de Base / Grassroots	Iniciativa local com forte protagonismo comunitário	Solução simples, replicável e enraizada no conhecimento popular
Impactos	Redução da evasão de consumo, aumento da autoestima, rede nacional de BCDs	Acesso à água, protagonismo local, fortalecimento das redes comunitárias
Diálogo com HBN	Valoriza saberes locais, promove circulação ética do conhecimento	Reconhece e articula conhecimentos diversos e práticas ancestrais

A análise das experiências do Banco Palmas e do Programa Um Milhão de Cisternas evidencia que o Brasil possui práticas consolidadas de inovação social fundamentadas em princípios semelhantes aos da Honey Bee Network. Ambas mobilizam recursos locais, redes de solidariedade e tecnologias apropriadas como formas de enfrentamento às desigualdades históricas.

Com base na Teoria do Ator-Rede, é possível compreender essas iniciativas não como respostas técnicas isoladas, mas como resultados de redes híbridas de mediação, nas quais saberes, artefatos, afetos e instituições colaboram ativamente. Essas experiências fortalecem a hipótese de que a inovação de base, quando conectada à valorização dos saberes tradicionais e ao protagonismo popular, tem capacidade não apenas de solucionar demandas concretas, mas de reconfigurar o próprio entendimento sobre desenvolvimento, justiça e conhecimento no Sul Global.

5. Considerações Finais

Este estudo partiu da seguinte pergunta de pesquisa: De que modo os princípios da HBN e da Teoria do Ator-Rede TAR contribuem para interpretar experiências brasileiras de inovação social de base, como o Banco Palmas e o P1MC, na construção de um paradigma epistêmico contra-hegemônico? Com base nela, buscou-se contextualizar seus princípios no Brasil por meio de práticas consolidadas de inovação territorial.

Os estudos de caso do Banco Palmas e do P1MC mostraram como tecnologias sociais podem operar como mediações sociotécnicas que articulam sujeitos populares, dispositivos técnicos e valores coletivos. Tais experiências revelam que a inovação de base é simultaneamente uma ação técnica e política — ancorada nos saberes cotidianos, na autogestão e na solidariedade.

A partir do diálogo entre HBN e TAR, emergiu uma leitura transversal que reforça a potência de abordagens construídas a partir de países do Sul Global. A proximidade entre os contextos indiano e brasileiro — marcados por desigualdades históricas e abundância de criatividade social — permite a construção de um referencial epistêmico plural, orientado pela pluralidade dos conhecimentos e pela recusa à hierarquização entre ciência acadêmica e conhecimento tradicional.

Este trabalho também reafirma a importância de validar e empoderar os sujeitos periféricos como produtores legítimos de inovação, reconhecendo que comunidades locais não apenas implementam soluções: elas as criam, testam, adaptam e compartilham com base em seus próprios repertórios culturais, afetivos e técnicos. A HBN e as inovações analisadas sustentam propostas com forte potencial transformador, promovendo justiça cognitiva, inclusão socioeconômica e resistência criativa diante de modelos de desenvolvimento verticalizados.

Por fim, os achados deste trabalho provocam governos, movimentos sociais e instituições acadêmicas a reconhecerem essas experiências como legítimos núcleos de criação, pesquisa e formulação coletiva — e não como exceções exóticas do sistema. Ao reafirmar a HBN como uma metáfora viva de polinização de saberes e articulação coletiva, este trabalho contribui para fortalecer o horizonte de inovações insurgentes que emergem das margens. Experiências como o Banco Palmas e o P1MC revelam que as fronteiras do saber técnico-científico não apenas podem, mas devem ser deslocadas em direção à pluralidade, ao enraizamento e à justiça social.

Assim, propõe-se que a inovação no Sul Global seja cada vez mais compreendida como uma prática de reexistência — aquela que, ao reconhecer o saber que pulsa fora das universidades, transforma necessidade em potência, escassez em criatividade e exclusão em redes solidárias de futuro.

6. Referências

- Articulação Semiárido Brasileiro (ASA). Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC). [Website]. Salvador: ASA, [entre 2003 e 2025]. Disponível em: <https://asabrasil.org.br/projeto/p1mc/>. Acesso em: 27 set. 2025.
- Bhatti, Y. A. (2012). Frugal innovation: Aligning theory, practice, and public policy. In *Journal of Indian Business Research*, 4(1), 1-15.
- Brem, Alexander; Wolfram, Pierre. Research and development from the bottom up - introduction of terminologies for new product development in emerging markets. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, [S.l.], v. 3, n. 1, Artigo n. 9, 2014.
- Costa, Adriano Borges (Org.). *Tecnologia Social e Políticas Públicas*. São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. 284 p. ISBN 978-85-7561-063-3.
- Cunha, M. A. Mello, A. (2013). Abordagens sociotécnicas e os estudos em tecnologia social. In *Revista de Administração Pública*, 47(6), 1437-1454.
- Dagnino, R. (2014), *Tecnologia Social: ferramenta para construir outra sociedade*, Editora Autores Associados, Campinas.
- Dias, R. de B. (2013). Tecnologia social e desenvolvimento local: reflexões a partir da análise do Programa Um Milhão de Cisternas. In *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, 1(2), 173-189.
- França Filho, G. C., Silva Júnior, J. T. and Rigo, A. S. (2012). Solidarity finance through community development banks as a strategy for reshaping local economies: lessons from Banco Palmas. In *Revista de Administração*, 47(3), 500-515.
- Gupta, A. K. (2012). Innovations for the poor by the poor. In *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 5(1-2), 28-39.
- Gupta, A. K., Sinha, R., Koradia, et al. (2003). Mobilizing grassroots' technological innovations and traditional knowledge, values and institutions: Articulating social and ethical capital. In *Futures*, 35(9), 975-987.
- Gupta, A. K. (2016), *Grassroots Innovation: minds on the margin are not marginal minds*, Penguin Books, India.
- Latour, B. (2012), *Reagregando o social: uma introdução à Teoria do Ator-Rede*, EDUFBA, Salvador.
- Mostagi, M. A. A. et al. (2019). Inovação social e finanças solidárias: uma análise do Banco Palmas como tecnologia social. In *Interações*, 20(1), 383-398.
- Melo Neto Segundo, João Joaquim de. BANCO PALMAS... um caminho. *Boletim Responsabilidade Social e Ambiental do Sistema Financeiro*, [Brasília]: Banco

- Central do Brasil, Diretoria de Normas e Organização do Sistema Financeiro, Departamento de Organização do Sistema Financeiro, Ano 3, n. 29, p. 1-2, abr. 2008.
- National Innovation Foundation - India. About NIF. [Website]. Gandhinagar: National Innovation Foundation, [2025]. Disponível em: <https://www.nif.org.in/aboutnif>. Acesso em: 27 set. 2025.
- Rede TVT. À Flor da Pele | Banco Palmas | Episódio 11. [Vídeo]. YouTube, 11 jan. 2024. 30 min. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=fX0PO7zNkrQ>. Acesso em: 27 set. 2025.
- Santos, B. de S. (2007) “Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes”, In: Conhecimento prudente para uma vida decente, Edited by Boaventura de Sousa Santos, Cortez, São Paulo, p. 29-72.
- Smith, Adrian et al. The Honey Bee Network. In: Grassroots Innovation Movements. 1. ed. Londres: Routledge, 2016. Cap. 8, p. 146-164.
- YIN, Robert K. (2018) Case Study Research and Applications: Design and Methods. 6th ed. Sage Publications.

Integração Universidade-Empresa: A Experiência da Unidade EMBRAPII/ZETTA/UFLA

Deila Pereira Pinto¹, Profa. Jaqueline Severino da Costa², Amanda Vilela³,
Francisco Caio Vasconcelos⁴, Prof. José Roberto Pereira⁵

^{1,3,4} Agência UFLA de Inovação, Geotecnologia e Sistemas Inteligentes – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Gestão do Agronegócio/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁵ Departamento de Administração Pública/FCSA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹deilapereirapinto2@gmail.com; ²amandavileladra@gmail.com;

³jaqueline.s.costa@ufla.br; franciscovasconcelos.ti@fundecc.org.br;
jpereira@ufla.br;

Abstract. *EMBRAPII is an organization that fosters research and innovation in Brazilian industry, promoting partnerships between research institutions and the productive sector. Within this context, the EMBRAPII/ZETTA/UFLA Unit operates in supporting innovation in digital agriculture. This study aims to present and analyze the Unit, as well as the expected advances from the institutional strengthening project funded by FAPEMIG. The methodology was based on documentary and descriptive analysis. The results reinforce the importance of integrating universities and companies to generate technological solutions. It is concluded that EMBRAPII/UFLA drives innovation in agribusiness and continues to advance in its consolidation as a national reference in digital agriculture.*

Keywords: *EMBRAPII, ZETTA Agency, UFLA, Digital Agriculture, FAPEMIG Project.*

Resumo. *A EMBRAPII é uma empresa que fomenta à pesquisa e inovação na indústria brasileira, promovendo parcerias entre instituições de pesquisa e o setor produtivo. Inserida nesse contexto, a Unidade EMBRAPII/ZETTA/UFLA atua no apoio à inovação em agricultura digital. Este trabalho tem como objetivo apresentar e analisar a Unidade, bem como os avanços esperados com o projeto de fortalecimento institucional financiado pela FAPEMIG. A metodologia baseou-se em análise documental e descritiva. Os resultados reforçam a importância da integração entre universidade e empresas para a geração de soluções tecnológicas. Conclui-se que a EMBRAPII/UFLA impulsiona a inovação no agronegócio e que avança em sua consolidação como referência nacional em agricultura digital.*

Palavras-chave: *EMBRAPII, Agência ZETTA, UFLA, Agricultura Digital, Projeto FAPEMIG.*

1. Introdução

A Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII), foi criada em 2013 por iniciativa conjunta do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e do Ministério da Educação e tem como objetivo aproximar empresas e instituições de pesquisa tecnológica, promovendo a cooperação e o desenvolvimento de soluções inovadoras. Em 2018 o Ministério da Saúde passou a integrar o contrato.

Trata-se de uma Organização Social vinculada ao Governo Federal, com o propósito de fortalecer a interação entre universidades, institutos de pesquisa e o setor produtivo, estimulando a inovação industrial por meio do desenvolvimento de projetos cooperativos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), objetivando o fortalecimento da capacidade de inovação e à modernização da indústria brasileira.

Seu modelo de operação baseia-se no compartilhamento de custos e riscos entre os parceiros, aliado à exigência de contrapartida financeira das empresas, o que reforça o comprometimento e a credibilidade mútua entre os envolvidos. No financiamento da carteira de projetos da Unidade EMBRAPII, os recursos seguem uma composição estruturada que assegura equilíbrio entre governo, universidade e empresas.

A contribuição da EMBRAPII corresponde a, no máximo, um terço do valor total da carteira de projetos, enquanto os dois terços restantes devem ser negociados diretamente com as empresas parceiras e universidade. A Unidade EMBRAPII pode complementar sua participação por meio de contrapartida financeira ou não financeira, combinando aporte técnico, infraestrutura e suporte administrativo. Esse modelo fortalece o compromisso de todos os envolvidos e promove a execução eficiente de projetos de inovação tecnológica.

A Unidade EMBRAPII/ZETTA/UFLA, credenciada em agosto de 2020, integra esse ecossistema de inovação com foco na Agricultura Digital, tendo como competências principais a inovação tecnológica, as geotecnologias, a ciência de dados e o desenvolvimento de sistemas inteligentes aplicados ao agronegócio. Inserida na Universidade Federal de Lavras (UFLA), a Unidade conta com infraestrutura de excelência e corpo técnico qualificado, atuando no desenvolvimento de soluções que otimizam a produção, aumentam a sustentabilidade e aprimoram a tomada de decisão nas ações do agro brasileiro.

Este trabalho tem como objetivo apresentar e analisar a atuação da Unidade EMBRAPII/ZETTA/UFLA e os avanços esperados com o projeto de fortalecimento institucional apoiado pela FAPEMIG, destacando seus impactos no fortalecimento de sua estrutura organizacional e no incremento das estratégias de prospecção, comunicação e gestão.

2. Materiais e Métodos

Este trabalho apresenta caráter descritivo e exploratório, com abordagem qualitativa e documental. As informações foram obtidas a partir de fontes institucionais, como o Manual Operacional da EMBRAPII, os sites oficiais da EMBRAPII e da UFLA, além de documentos internos da Unidade EMBRAPII Zetta/UFLA [Reis 2022; Camargos 2022; Schefer 2020; Gordon e Stallivieri 2019].

Também foi analisado o Plano de Trabalho do Projeto FAPEMIG “Estruturação e fortalecimento da Unidade EMBRAPII ZETTA por meio de ações estratégicas de prospecção, comunicação e aprimoramento da eficiência operacional”, que orienta as ações voltadas ao fortalecimento das estratégias de prospecção, comunicação e aprimoramento da eficiência administrativa e operacional, com o objetivo de ampliar

sua atuação na captação, no planejamento e na implementação de soluções capazes de atender às demandas do agronegócio, contribuindo, assim, para o avanço do desenvolvimento de inovações na agroindústria brasileira.

As informações levantadas foram organizadas de forma a permitir a compreensão do modelo de atuação da EMBRAPII e das estratégias adotadas pela Unidade EMBRAPII/Zetta/UFLA, evidenciando seus avanços, desafios enfrentados e perspectivas no apoio à gestão da EMBRAPII-Zetta/UFLA, visando à melhoria da organização interna, à prospecção de novas empresas e, como consequência, à ampliação do portfólio de projetos e ao fortalecimento institucional da Unidade e assim apoiando ainda mais a inovação tecnológica aplicada ao agronegócio brasileiro.

3. Resultados

Desde o credenciamento da Unidade EMBRAPII/ZETTA/UFLA, em 2020, observa-se uma trajetória consistente de consolidação institucional e expansão de seu portfólio de projetos, com foco em contribuir para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro e da capacidade de inovação no setor. Atualmente, a Unidade desenvolve seis projetos de PD&I, dos quais três foram concluídos e três seguem em execução. Entre os projetos finalizados, destacam-se: MV Power, com o desenvolvimento de solução inteligente para identificação e localização de placas fotovoltaicas defeituosas; Klabin, com a automação e o georreferenciamento do processo de talhamento florestal; e Suzano, com a criação de ferramenta para quantificação de estoque e sequestro de carbono, incluindo o monitoramento de perdas por incêndios florestais. Esses resultados demonstram a capacidade da Unidade em aplicar ciência de dados, geotecnologias e inteligência artificial na solução de desafios reais do setor agroindustrial.

Atualmente, há três projetos em andamento, em parceria com as empresas Agrocere/Binova, Biotrop e o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), além de outros cinco em fase de negociação final, que, por estarem em desenvolvimento, ainda possuem restrições quanto ao compartilhamento de informações.

O projeto FAPEMIG “Estruturação e Fortalecimento da Unidade EMBRAPII Zetta por meio de ações estratégicas de prospecção, comunicação e aprimoramento da eficiência operacional”, aprovado com expressivo aporte financeiro, tem sido fundamental para o fortalecimento institucional da Unidade, possibilitando o aprimoramento da eficiência administrativa e operacional e o aperfeiçoamento das estratégias de prospecção. Tais ações ampliam a capacidade da Unidade em captar e implementar soluções inovadoras que atendam às demandas do agronegócio, contribuindo diretamente para o avanço da inovação na agroindústria brasileira.

Adicionalmente, a Unidade vem registrando progressos em propriedade intelectual, com dois registros já obtidos e um terceiro em andamento. Com o suporte da FAPEMIG e a ampliação da equipe técnica, estima-se alcançar até seis novos registros entre patentes, produtos e processos inovadores nos próximos anos. Paralelamente, a Unidade EMBRAPII Zetta/UFLA passa por um processo de reestruturação administrativa, voltado à maior integração entre os setores e à redução de gargalos operacionais, visando otimizar processos e aprimorar sua gestão interna.

Essas ações refletem o compromisso da Unidade em fortalecer sua atuação e contribuir para o aprimoramento da gestão e desempenho da EMBRAPII/UFLA como um todo, ampliando sua capacidade de prospecção de novas empresas e projetos. Em conjunto, tais iniciativas reforçam o papel estratégico da Zetta/UFLA no ecossistema de

inovação, promovendo maior competitividade e sustentabilidade ao agronegócio brasileiro.

4. Discussão

Os resultados apresentados reforçam a eficácia do modelo EMBRAPII como mecanismo de aproximação entre universidades e empresas. Eles também evidenciam o processo de evolução da Unidade EMBRAPII/ZETTA/UFLA, que tem crescido, ampliando sua atuação, consolidando sua presença institucional e reforçando sua relevância no cenário da agricultura digital.

O modelo de atuação, baseado na contrapartida financeira das empresas parceiras, atua como um selo de comprometimento e confiança na capacidade técnica da instituição executora, promovendo maior engajamento e qualidade nos resultados entregues. Conforme Cunha e Franco (2016), o fortalecimento da confiança entre universidade e empresa depende de compromisso explícitos de ambas as partes, concordando com o presente estudo que, no mesmo contexto, adota um modelo de compartilhamento de custos e riscos e trata da dinâmica colaborativa e dos fatores que sustentam o engajamento e a credibilidade nas parcerias universidade-empresa.

A atuação da Unidade EMBRAPII/ZETTA/UFLA destaca-se por sua expertise e pela integração entre inovação tecnológica, geotecnologias, ciência de dados e implementação de sistemas inteligentes aplicados à agricultura digital. Estudos recentes, evidenciam que tais competências contribuem para a modernização do agronegócio brasileiro, estimulando práticas mais sustentáveis e eficientes [Megeto et al. 2020].

As parcerias com empresas de grande porte, como Klabin e Suzano, confirmam a confiança do setor produtivo nas soluções desenvolvidas e consolidam a imagem da EMBRAPII/ZETTA/UFLA como parceira tecnológica capaz de gerar resultados concretos. Da mesma forma, o envolvimento de empresas como Biotrop, CTC e Agrocere/Binova, amplia o alcance das ações da unidade e fortalece o elo entre ciência e mercado.

Os avanços em propriedade intelectual reforçam o impacto das ações da unidade no desenvolvimento científico e tecnológico. O aumento previsto nos registros de patentes e produtos inovadores indica não apenas produtividade técnica, mas também uma cultura de inovação cada vez mais consolidada. Dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) mostram que entre 2014 e 2019, 76% dos registros de patentes no Brasil partiram de universidades públicas, demonstrando que essas instituições não só produzem conhecimento, mas movem-se em direção à proteção deste por meio da propriedade intelectual [MEC 2023]. Nesse cenário, a EMBRAPII desempenha papel estratégico ao promover a aproximação entre academia e setor produtivo, contribuindo para que a pesquisa acadêmica se converta em produtos, processos e tecnologias patenteáveis.

Além disso, o projeto apoiado pela FAPEMIG tem papel fundamental na consolidação da Unidade como referência. O investimento fortalece a gestão, amplia a visibilidade institucional e aumenta a capacidade de prospecção de novas parcerias e fechamento de projetos. A melhoria dos fluxos administrativos e a adoção de uma comunicação estratégica vai permitir à unidade alcançar maior visibilidade e credibilidade, fatores essenciais para a captação de novos projetos e recursos externos. A ampliação e a capacitação da equipe contribuem para a consolidação de um modelo de gestão mais ágil, colaborativo e voltado a resultados.

Cumprir mencionar que a integração com outras Unidades EMBRAPII, por meio de mentorias e eventos como o EMBRAPII Day, tem potencial para gerar

sinergias tecnológicas e fortalecer o ecossistema nacional de inovação, tornando o modelo mais resiliente e eficiente. Vale ressaltar que as Unidades EMBRAPII não competem entre si, mas se complementam, cada uma com sua área de expertise, o que torna as parcerias interinstitucionais e os projetos em rede estratégicos para o compartilhamento de experiências, infraestrutura e desenvolvimento conjunto de soluções tecnológicas.

Em síntese, a EMBRAPII/Zetta/UFLA vem avançando de forma consistente em sua estruturação e busca se consolidar como referência nacional em agricultura digital.

5. Conclusão

A Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) desempenha papel estratégico no avanço da inovação no Brasil, atuando como elo entre ciência e setor produtivo. Seu modelo, baseado em cooperação, compartilhamento de riscos e contrapartida das empresas, tem se mostrado eficaz para impulsionar a inovação tecnológica e a competitividade da indústria.

A experiência da Unidade EMBRAPII Zetta/UFLA evidencia a importância de unidades especializadas que aproximem a pesquisa científica das demandas do mercado, especialmente no agronegócio. A Unidade busca se consolidar como referência em agricultura digital, demonstrando que a articulação entre conhecimento científico, infraestrutura tecnológica e parcerias é essencial para promover soluções sustentáveis e de impacto.

O fortalecimento da Unidade, por meio do projeto financiado pela FAPEMIG, permitirá ampliar a equipe, modernizar a gestão, adquirir equipamentos e implementar estratégias de comunicação institucional, aumentando eficiência, visibilidade e credibilidade junto a parceiros acadêmicos e empresariais.

Como perspectiva, espera-se que as ações de fortalecimento em curso ampliem a capilaridade da EMBRAPII Zetta/UFLA, permitindo a prospecção de novas empresas parceiras, o desenvolvimento de novos projetos e o apoio cada vez mais efetivo à inovação tecnológica aplicada ao agronegócio brasileiro. Dessa forma, a Unidade reafirma seu compromisso com a geração de conhecimento, o desenvolvimento de soluções sustentáveis e a promoção de uma agricultura cada vez mais digital, inteligente e conectada, fortalecendo o papel do Brasil como referência global em inovação agroindustrial.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG pelo incentivo a pesquisa.

6. Referências

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Universidades públicas registram mais patentes que empresas no Brasil. Vitrine Tecnológica / MEC, 11 dez. 2023. Disponível em: <<https://vitrinetecnologica.mec.gov.br/noticias/183-universidades-publicas-registram-mais-patentes-que-empresas-no-brasil>>. Acesso em: 8 out. 2025.

- CAMARGOS, Ailton. Pesquisa documental: abordagens qualitativas e fenomenológicas. *Revista Brasileira de Educação e Cultura (RBEC)*, 2022. ISSN 2237-3098.
- CUNHA, Eliza Catarina Bezerra; FRANCO, Mário. Parceria entre universidade privada e entidade empresarial: um estudo de caso. *Research, Society and Development*, v. 3, n. 1, p. 33–54, 2016.
- EMBRAPII – Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial. Manual de Operações das Unidades EMBRAPII. Versão 6.0, 2020. Disponível em: <https://embrapii.org.br/wp-content/uploads/2025/01/Manual_EMBRAPII_UE_versao-6.0-de-20.10.20.pdf>. Acesso em: 7 out. 2025.
- EMBRAPII – Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial. Quem somos. 2025. Disponível em: <<https://embrapii.org.br/sobre-a-embrapii/>>. Acesso em: 7 out. 2025.
- EMBRAPII. Unidade EMBRAPII Zetta/UFLA. 2025. Disponível em: <<https://embrapii.org.br/unidades/sistemas-inteligentes-em-geotecnologia-e-agronegocio-zetta-ufla/>>. Acesso em: 7 out. 2025.
- GORDON, José Luis; STALLIVIERI, Fabio. Embrapii: um novo modelo de apoio técnico e financeiro à inovação no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, v. 18, n. 2, p. 331–362, 2019. DOI: 10.20396/rbi.v18i2.8653648.
- MEGETO, Guilherme Augusto Silva et al. Artificial intelligence applications in the agriculture 4.0. *Revista Ciência Agronômica*, v. 51, n. spe, p. e20207701, 2020.
- REIS, Marcelo Montalvão. Análise da contribuição do modelo EMBRAPII para os objetivos do Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação para a inovação no ambiente produtivo. 2022.
- SCHEFER, Cláudio Francisco. EMBRAPII e sua relevância como instrumento de política de ciência, tecnologia e inovação. 2020. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- UNIDADE EMBRAPII ZETTA/UFLA. Estruturação e fortalecimento da Unidade EMBRAPII ZETTA por meio de ações estratégicas de prospecção, comunicação e aprimoramento da eficiência operacional. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2025. Plano de trabalho referente ao Edital nº 003/2025 – FAPEMIG: Fortalecimento das Unidades EMBRAPII. Processo: API-00085-25. Documento interno, não publicado.

A Aplicação da Lei nº 14.192/2021 nos Legislativos Municipais: um levantamento exploratório

Raphaely Adriane Ferreira Coelho

Programa de Pós-Graduação em Administração Pública – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{raphaely.coelho1@estudante.ufla.br}

Abstract. *This exploratory study aims to identify the prevailing understanding of Law No. 14,192/2021, which addresses the prevention, repression, and combat of political violence against women, with an emphasis on the reality of municipal legislative bodies. The research seeks to understand how this law has been perceived, interpreted, and applied in the daily routines of city councils, where female underrepresentation and symbolic practices of exclusion still persist. Grounded in references from gender studies, political science, and law, the study proposes a reflection on the institutional and cultural challenges that affect the law's effectiveness and the consolidation of gender equality in local politics.*

Keywords: *Gender-based political violence; Law 14.192/2021; Municipal legislative power.*

Resumo. *O presente trabalho, de caráter exploratório, tem como objetivo levantar o entendimento predominante sobre a Lei nº 14.192/2021, que dispõe sobre a prevenção, repressão e combate à violência política contra a mulher, com ênfase na realidade dos Legislativos municipais. A pesquisa busca compreender como a norma vem sendo percebida, interpretada e aplicada no cotidiano das câmaras de vereadores, onde a sub-representação feminina e as práticas simbólicas de exclusão ainda persistem. Fundamentado em referenciais dos estudos de gênero, da ciência política e do direito, o trabalho propõe refletir sobre os desafios institucionais e culturais que afetam a efetividade da lei e a consolidação da igualdade de gênero na política local.*

Palavras-chave: *Violência política de gênero; Lei 14.192/2021; Legislativo municipal.*

1. Introdução

A Lei 14.192/2021, constitui marco jurídico importante na luta contra atos de violência política contra as mulheres, tipificando como crime ações de assédio, humilhação, intimidação e ameaças motivadas por gênero, raça ou etnia, no exercício de campanhas eleitorais ou do mandato, sujeitas à pena de reclusão de 1 a 4 anos, cumulada com multa. A supracitada legislação consiste em medida adotada frente à elevação dos casos de violência política praticada contra mulheres no cenário eleitoral e legislativo, representando uma resposta institucional à histórica exclusão feminina dos espaços de poder.

Essa resposta institucional, contudo, ainda se mostra limitada diante da persistência e do recente aumento dos casos de violência política de gênero. De acordo com levantamento do Observatório Nacional da Mulher na Política (2024), o fenômeno apresentou crescimento nas últimas eleições municipais, demonstrando que, mesmo após a promulgação da Lei nº 14.192/2021, as práticas de intimidação e hostilidade contra mulheres na política continuam a se intensificar. Tal cenário evidencia que a violência política de gênero não se restringe a episódios isolados, mas reflete dinâmicas estruturais enraizadas nas relações de poder e nos valores socioculturais que sustentam o patriarcado.

Nesse sentido, compreender a violência política de gênero requer uma leitura crítica de seus fundamentos históricos e ideológicos. Para Biroli (2020), as desigualdades de gênero na América Latina estão profundamente entrelaçadas a fatores de classe, raça e etnia, refletindo tensões sociopolíticas marcadas pelo avanço de pautas neoconservadoras que reafirmam valores patriarcais e resistem às conquistas feministas. A autora observa que o acesso ao poder permanece majoritariamente masculino, branco e conservador, o que perpetua práticas simbólicas e institucionais de exclusão, embora se reconheçam avanços recentes nas políticas públicas voltadas à igualdade de gênero.

Dessa maneira, a lei objeto do estudo configura-se como forma de resistência às dinâmicas de exclusão política baseadas em desigualdades de gênero, amplamente discutidas na produção acadêmica, como em Biroli (2018), que analisa os limites da democracia frente às desigualdades de gênero; em Freitas e Pereira (2023), que investigam os desafios da efetivação da Lei nº 14.192/2021 no contexto político brasileiro; e em Moutinho Kulaitis (2024), que compreende a violência política de gênero como estratégia de manutenção das estruturas de poder patriarcal. Assim, a produção científica configura-se como importante instrumento crítico para análise da participação feminina na vida política. Ademais, conforme Biroli (2018), a violência política contra as mulheres funciona como mecanismo simbólico de repressão ao avanço feminino, sustentado por padrões culturais sexistas. Essas práticas mantêm a ordem política tradicional centrada no domínio masculino, excluindo e deslegitimando a atuação das mulheres em espaços decisórios, cuja presença ainda é vista como ruptura da hierarquia estabelecida.

Pelo apresentado, mesmo havendo iniciativas para promover maiores condições de igualdade entre homens e mulheres na política — como a Lei nº 9.504/1997, que estabelece o mínimo de 30% de candidaturas femininas nas eleições proporcionais, a Lei nº 12.034/2009, que reforça as cotas de gênero e define critérios de financiamento de campanhas, e a Lei nº 13.165/2015, que assegura o tempo mínimo de propaganda eleitoral e a destinação de recursos do fundo partidário para mulheres — ainda há

resistência dentro do ambiente legislativo, tanto nas instituições quanto nos discursos, contra a adoção efetiva dessas medidas. A violência política, nesse sentido, funciona como estratégia tradicional para manutenção do controle masculino sobre o campo político. Inclusive, para Moutinho Kulaitis (2024), apesar dos progressos legislativos alcançados, a persistência da violência política de gênero como forma de manutenção do poder evidencia que o ordenamento jurídico ainda não foi capaz de incorporar uma perspectiva de gênero na democracia, deixando de reconhecer plenamente as mulheres como agentes políticas legítimas.

A análise revela, portanto, que, apesar dos avanços legais, ainda persistem entraves derivados de uma cultura política moldada por padrões patriarcais, os quais dificultam a efetivação de normas voltadas à inclusão e à garantia dos direitos das mulheres nos espaços de poder. Em consonância, ainda sobre a temática dos obstáculos institucionais e culturais enfrentados pelas mulheres no Legislativo; percebe-se que as barreiras à participação feminina no legislativo não se restringem a fatores formais, mas estão profundamente enraizadas em estruturas simbólicas e organizacionais que dificultam a presença efetiva das mulheres nesses espaços.

Nesse contexto, o foco nos Legislativos municipais é essencial para compreender as múltiplas dimensões da violência política de gênero no cotidiano institucional. As câmaras de vereadores, por estarem mais próximas da representação popular, revelam de forma direta as dinâmicas de poder e os padrões culturais locais, onde ainda se manifestam práticas de silenciamento e resistência à presença feminina. Analisar a aplicação da Lei nº 14.192/2021 nesses espaços permite avaliar sua efetividade e compreender como as estruturas patriarcais se reproduzem na política local, afetando a consolidação de uma democracia inclusiva.

2. Materiais e Métodos

O presente estudo possui abordagem qualitativa e exploratória, uma vez que busca compreender como a Lei nº 14.192/2021 vem sendo interpretada e percebida no contexto político, especialmente no âmbito dos Legislativos municipais, que representam a base da estrutura democrática e o espaço mais próximo da representação popular. Essa natureza exploratória visa levantar o entendimento predominante sobre o tema, sem a pretensão de formular generalizações, mas de ampliar a compreensão acerca das percepções e desafios envolvidos na efetividade da norma.

Além disso, a pesquisa fundamenta-se em levantamento bibliográfico e legislativo, com análise de obras científicas e legislações relacionadas à violência política de gênero, à representatividade feminina e à aplicação da Lei nº 14.192/2021. O estudo utiliza como principais referenciais teóricos Biroli (2018, 2020), Moutinho Kulaitis (2024), Freitas e Pereira (2023) e D'Ávila (2022), que analisam as dinâmicas de poder, a exclusão política das mulheres e as estratégias de reprodução simbólica da desigualdade de gênero.

Destarte, o processo metodológico envolveu a análise qualitativa de conteúdo (Bardin, 2004), realizada a partir da leitura sistemática, identificação e categorização das ideias centrais presentes nas obras selecionadas. Essa técnica permitiu agrupar os textos em eixos temáticos, como “violência política e gênero”, “patriarcado e cultura institucional” e “efetividade da legislação”, possibilitando interpretar as convergências e tensões entre os autores. As legislações e documentos oficiais foram examinados de

forma crítica, buscando identificar a coerência entre o texto normativo e as práticas políticas observadas, especialmente no nível municipal.

A interpretação dos dados foi conduzida à luz da perspectiva de gênero, conforme propõe Scott (1995), que a compreende como uma categoria analítica capaz de revelar as relações de poder e os significados culturais que estruturam a experiência política das mulheres. Também se adotou a teoria crítica da política, inspirada em Fraser (2003), que articula as dimensões de redistribuição e reconhecimento como elementos essenciais da justiça social. Sob essa abordagem, buscou-se compreender como o discurso legislativo e institucional incorpora — ou resiste — às pautas de igualdade. Essa análise comparativa permitiu identificar como a violência política de gênero se manifesta tanto nas estruturas simbólicas quanto nos discursos normativos, evidenciando o hiato entre o reconhecimento jurídico e sua efetiva aplicação.

Não obstante, a escolha pelo Legislativo municipal justifica-se por sua relevância para o exercício da cidadania e por refletir, em nível local, avanços e resistências às políticas de equidade de gênero diante de estruturas patriarcais persistentes. Como destacam Biroli (2018) e Lima e Costa (2024), os espaços legislativos municipais reproduzem, em escala micro, a estrutura hierárquica e os padrões patriarcais que historicamente excluíram as mulheres da política, dificultando sua inserção em processos decisórios e a consolidação de práticas democráticas substantivas.

3. Resultados e Discussão

A análise preliminar evidencia que a violência política de gênero permanece como uma das formas mais persistentes e sutis de exclusão das mulheres dos espaços de poder, mesmo diante de avanços legislativos como a Lei nº 14.192/2021. No âmbito dos Legislativos municipais, essa violência assume contornos particulares, frequentemente associados à proximidade entre representantes e eleitores, ao enraizamento de valores tradicionais e à naturalização de práticas discriminatórias. Esses fatores, de acordo com Biroli (2018) contribuem para a reprodução de uma cultura política local marcada pela desigualdade simbólica e pela resistência à presença feminina nos processos decisórios.

Esse cenário é confirmado por dados empíricos recentes; como vislumbrado anteriormente, a pesquisa De Olho nas Urnas (2024), conduzida pelo Observatório Nacional da Mulher na Política, apontou aumento expressivo das ocorrências de violência política de gênero nas eleições municipais, sobretudo no período pré-eleitoral. Entre 2020 e 2024, o número de casos noticiados nas convenções partidárias mais que dobrou (de 13 para 28), e o mês anterior ao pleito registrou 50 ocorrências, frente a 29 em 2020. Tais evidências reforçam que, apesar dos avanços normativos, a violência política de gênero permanece como prática estrutural e simbólica de exclusão das mulheres da esfera pública.

A investigação exploratória, portanto, demonstra que as câmaras de vereadores, embora constituam o núcleo da democracia representativa, ainda reproduzem estruturas patriarcais que legitimam comportamentos de deslegitimação, ridicularização e silenciamento de mulheres parlamentares. Como observa Biroli (2018), a violência política opera como mecanismo simbólico de controle, acionado quando as mulheres rompem com papéis sociais tradicionais e ameaçam as hierarquias de gênero. Já Moutinho Kulaitis (2024) entende esse fenômeno como uma estratégia ortodoxa de

reprodução do campo político, pela qual a misoginia e a violência simbólica reafirmam a exclusividade masculina sobre os espaços de poder.

Ademais, estudos como o de Freitas e Pereira (2023) revelam que o problema não está apenas na ausência de punição, mas na convivência institucional que normaliza a hostilidade e a desautorização da fala feminina em arenas políticas. Essa dinâmica se manifesta tanto em discursos abertamente misóginos quanto em práticas sutis, como a exclusão de mulheres de comissões, a subvalorização de suas pautas e o cerceamento de suas iniciativas legislativas.

Dessa forma, a análise preliminar permite compreender que o desafio central não é apenas jurídico, mas estrutural e cultural. A violência política de gênero, quando praticada nos Legislativos municipais, não apenas viola direitos individuais, mas compromete a própria qualidade democrática e a representatividade substantiva das mulheres. Assim, investigar como a Lei nº 14.192/2021 é compreendida e aplicada nesses espaços torna-se fundamental para revelar os limites e as possibilidades de transformação institucional e cultural rumo a uma política verdadeiramente inclusiva e igualitária.

4. Conclusão

O presente estudo permitiu compreender que a Lei nº 14.192/2021, embora represente um marco jurídico relevante no enfrentamento à violência política de gênero, ainda carece de efetividade prática, sobretudo no âmbito dos Legislativos municipais. Verificou-se que, apesar de seu caráter inovador ao tipificar condutas discriminatórias e assegurar a proteção das mulheres no exercício de seus mandatos, sua aplicação enfrenta entraves que decorrem menos da falta de regulamentação e mais da persistência de uma cultura política patriarcal, que ainda naturaliza práticas de silenciamento, deslegitimação e exclusão feminina das arenas decisórias.

Constata-se que os avanços institucionais (como mencionado anteriormente, ilustrado pelas normas; Lei nº 9.504/1997, Leis nº 12.034/2009 e 13.165/2015; e a Lei nº 14.192/2021), embora extremamente relevantes, não têm sido suficientes para alterar de modo significativo as estruturas simbólicas e culturais que sustentam a desigualdade de gênero no campo político. As câmaras municipais, enquanto espaços de representação direta e de construção da cidadania, refletem de forma expressiva as tensões entre a formalização legal e a prática política cotidiana. Assim, as barreiras à participação feminina permanecem fortemente enraizadas em padrões socioculturais de poder, conforme apontam Biroli (2018) e Moutinho Kulaitis (2024), que evidenciam a dimensão simbólica da violência política como mecanismo de controle e manutenção das hierarquias de gênero.

Conclui-se, portanto, que a efetivação plena da Lei nº 14.192/2021 exige mais do que sua aplicação jurídica — requer a transformação das práticas institucionais e dos imaginários políticos que reproduzem a desigualdade de gênero. O fortalecimento de ações educativas, programas de formação política e campanhas de conscientização é fundamental para consolidar uma cultura democrática inclusiva e equitativa. Dessa forma, os Legislativos municipais assumem papel estratégico não apenas como espaço de representação, mas também como cenário de resistência e de potencial transformação social, capaz de ampliar a participação das mulheres e promover a consolidação dos direitos humanos e da igualdade de gênero no campo político.

5. Referências

- Bardin, L. (2004). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Biroli, F. (2018). *Gênero e desigualdades: limites da democracia no Brasil*. São Paulo: Boitempo.
- Biroli, F. (2020). *Feminismo e política: uma introdução*. São Paulo: Boitempo.
- Brasil. (1997). *Lei nº 9.504, de 30 de setembro de 1997*. Estabelece normas para as eleições. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 out.
- Brasil. (2009). *Lei nº 12.034, de 29 de setembro de 2009*. Altera as Leis nº 9.096/1995 e nº 9.504/1997, para aperfeiçoar o processo eleitoral. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 set.
- Brasil. (2015). *Lei nº 13.165, de 29 de setembro de 2015*. Altera as Leis nº 9.504/1997, nº 9.096/1995 e nº 4.737/1965. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 set.
- Brasil. (2021). *Lei nº 14.192, de 4 de agosto de 2021*. Estabelece normas para prevenir, reprimir e combater a violência política contra a mulher. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 ago.
- Câmara dos Deputados (2024). *Pesquisa revela que violência política contra mulheres aumentou entre 2020 e 2024*. Observatório Nacional da Mulher na Política. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/a-camara/estruturaadm/secretarias/secretaria-da-mulher/observatorio-nacional-da-mulher-na-politica/noticias-1/pesquisa-revela-que-violencia-politica-contra-mulheres-aumentou-entre-2020-e-2024>. Acesso em: 28 set. 2025.
- D'Ávila, L. (2022). *Violência política de gênero e as estruturas patriarcais de poder no Brasil*. Revista Estudos Feministas, 30(1), 1–15.
- Fraser, N. (2003). *Redistribuição, reconhecimento e participação: por uma concepção integrada de justiça*. Revista de Estudos Feministas, 11(1), 7–40.
- Freitas, B. S., & Pereira, T. C. (2023). *Violência política de gênero e os desafios da Lei nº 14.192/2021*. Revista Brasileira de Ciência Política, 36(2), 1–18.
- Lima, M. C., & Costa, L. A. (2024). *Mulheres na política local: desafios para a equidade de gênero nos legislativos municipais*. Cadernos de Gênero e Diversidade, 10(3), 45–62.
- Moutinho Kulaitis, A. C. (2024). *Violência política de gênero e democracia: uma análise crítica da Lei nº 14.192/2021*. Brasília: Universidade de Brasília.
- Scott, J. (1995). *Gênero: uma categoria útil de análise histórica*. Educação & Realidade, 20(2), 71–99.
- Segato, R. L. (2018). *La guerra contra las mujeres*. Madrid: Traficantes de Sueños.

Trabalho infantil e resultados escolares: análise dos microdados do ensino fundamental em minas gerais de 2019

Betania da Silva Cunha Domingues¹, Otávio Ribeiro², Marcos de Oliveira Garcias³.

¹Departamento de Administração Pública/DAP – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Economia, Administração e Sociologia/LES – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP)

Caixa Postal 13418-900 – Piracicaba, SP – Brazil

³Departamento de Gestão do Agronegócio/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

betania.domingues@estudante.ufla.br, otavio.ribeiro1@usp.br, marcos.garcias@ufla.br

Resumo. *O trabalho infantil ainda é uma realidade no Brasil, comprometendo o desenvolvimento pleno do processo de aprendizado de milhares de crianças e adolescentes. O objetivo geral deste trabalho foi analisar como o trabalho infantil afetou o desempenho escolar dos estudantes dos municípios mineiros em 2019. Para tanto, como metodologia se utiliza da pesquisa quantitativa, com abordagem exploratória e descritiva para demonstrar o desempenho dos alunos nos testes do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), no ano de 2019, através do modelo de regressão linear múltipla. A pesquisa revelou que, a dupla jornada de trabalho, doméstico e externo, afeta negativamente os estudantes do 5º ano do ensino fundamental.*

Palavras-chave: Trabalho Infantil, Capital humano, Desempenho Escolar.

1. Introdução

Em 2023 o estado de Minas Gerais registrou 213.928 crianças e adolescentes, na faixa etária de 5 a 17 anos, em situação de trabalho precoce, representando 13,3% do total nacional (IBGE, 2023). Dentre esses casos, 73.937 enquadram-se nas piores formas de trabalho infantil, conforme definidas pela Lista TIP (BRASIL, 2008).

A persistência desses números evidencia a necessidade urgente de aprimoramento tanto das políticas públicas de enfrentamento ao problema quanto dos mecanismos de fiscalização por parte do Estado e da sociedade civil. Vale lembrar que, Kassouf (2002) demonstra que o cansaço decorrente do trabalho infantil compromete diretamente a capacidade de aprendizagem integral, que comprova menor aproveitamento escolar entre crianças que trabalham.

Portanto, a presente pesquisa do ponto de vista da Administração Pública orienta-se pelo questionamento: Como o trabalho infantil afetou os resultados escolares nas diferentes mesorregiões de Minas Gerais em 2019? A investigação proposta busca

analisar as variações regionais desse fenômeno, oferecendo subsídios para políticas públicas mais efetivas para o combate aos impactos negativos do trabalho precoce na educação.

2. Instrumentos metodológicos

Este estudo analisa os impactos do trabalho infantil no desempenho escolar de alunos do ensino fundamental em Minas Gerais em 2019, investigando a relação entre carga horária laboral e proficiência em avaliações educacionais. Levison e Langer (2010) destacam que pesquisa que se utilizam de dados da PNAD Contínua se limitam ao coletarem relatos indiretos dos responsáveis da criança ou adolescentes. Em contrapartida, esta pesquisa emprega microdados censitários do SAEB, coletados diretamente com estudantes do 5º ano das redes públicas mineiras, restringindo as limitações da PNAD Contínua.

Esses dados, fornecidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), permitiram a análise estratificada de variáveis como sexo, tempo dedicado a afazeres domésticos (acima de 3h30 diárias em dias letivos) e trabalho remunerado externo, viabilizando a construção de indicadores regionais precisos. Justifica-se a escolha pelo ano de 2019, tendo em vista a interrupção da divulgação desses microdados a partir do ano em referência em razão da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).

Utilizou-se uma abordagem quantitativa exploratório-descritiva regressão linear múltipla, selecionando variáveis que evidenciavam a relação entre trabalho infantil e desempenho escolar no SAEB. O método permitiu testar hipóteses por meio de técnicas mensuráveis e correlações significativas entre trabalho precoce e baixo rendimento escolar. Os resultados validam a metodologia, embora limitações na disponibilidade de dados exijam cautela nas conclusões.

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) utiliza uma escala de proficiência composta por níveis, que indicam habilidades específicas por área do conhecimento e ano escolar.

No 5º ano, a escala de proficiência em Língua Portuguesa é composta por nove níveis, variando de 0 a 325 pontos. O nível inicial corresponde à faixa de 125 a 150 pontos, com acréscimos de 25 pontos entre os níveis seguintes. Em Matemática, a escala possui dez níveis, com pontuação máxima de 350 pontos, mantendo o mesmo intervalo entre os níveis.

Este estudo analisa os resultados da regressão para o 5º anos do Ensino Fundamental de nove anos, em ambas as áreas avaliadas e como o impacto do trabalho infantil pode influenciar no processo de aprendizado, com base nas escalas mencionadas anteriormente.

3. Resultados

A Tabela 01 apresenta que na disciplina de Língua Portuguesa, o impacto atinge 35 pontos, com média de aproximadamente 31 pontos. As mesorregiões que estão acima da média são: NO, NM, VM, BH, VR e CV. Vale recordar que a escala de proficiência do SAEB é dividida em níveis, separando as habilidade a cada 25 pontos. Assim,

observando um impacto de até 35 pontos, é possível afirmar que o trabalho infantil reduz o nível de aprendizado do estudante, tendo como padrão a escala do SAEB. Por exemplo, a média alcançada pelo Vale do Mucuri em LP, 2019, foi de 205,39 pontos, estava posicionado no 4º nível (200 a 225). Com a redução de 35 pontos, a média fica em 170 pontos, posicionado-se no 2º nível (150 a 175). Consultando a matriz das habilidades do SAEB percebe-se quanto prejudicial foi a jornada de trabalho na aquisição das habilidades para os estudantes, conform já discutido anteriormente (Degraft, Ferro e Levison, 2016).

Tabela 01 – Regressão Linear Múltipla – 5º ano de Língua Portuguesa – 2019

VARIABLES	NO PT 5 serie meso1	NM PT 5 serie meso2	JQ PT 5 serie meso3	VM PT 5 serie meso4	TM PT 5 serie meso5	CM PT 5 serie meso6	BH PT 5 serie meso7	VR PT 5 serie meso8	OM PT 5 serie meso9	SM PT 5 serie meso10	CV PT 5 serie meso11	ZM PT 5 serie meso12
wg_2	-10.84*** (2.510)	-11.90*** (1.286)	-13.47*** (2.082)	-9.38*** (2.736)	-9.95*** (1.004)	-8.65*** (2.413)	-10.87*** (0.674)	-9.35*** (1.307)	-11.06*** (1.619)	-8.22*** (1.021)	-10.35*** (2.438)	-12.40*** (1.193)
wg_3	-16.15*** (3.321)	-19.15*** (1.878)	-17.27*** (2.908)	-22.62*** (3.895)	-17.03*** (1.498)	-12.45*** (3.314)	-21.23*** (1.029)	-16.94*** (1.830)	-12.65*** (2.090)	-13.74*** (1.302)	-12.68*** (2.843)	-17.18*** (1.596)
wg_4	-35.32*** (5.984)	-35.00*** (2.877)	-29.39*** (4.511)	-35.09*** (5.929)	-31.13*** (2.467)	-27.36*** (5.159)	-35.26*** (1.607)	-32.30*** (2.813)	-20.35*** (3.696)	-25.01*** (2.266)	-32.48*** (5.258)	-31.51*** (2.633)
preto_pardo	-9.93*** (1.954)	-2.23** (1.009)	-2.19 (1.660)	-2.73 (2.073)	-6.52*** (0.693)	-4.60*** (1.721)	-3.22*** (0.483)	-2.33** (0.935)	-6.93*** (1.071)	-7.63*** (0.636)	-6.02*** (1.464)	-7.80*** (0.798)
pais_interacao_a	13.25*** (3.109)	11.80*** (1.587)	11.64*** (2.563)	12.95*** (3.150)	8.90*** (1.244)	8.71*** (2.838)	12.14*** (0.796)	10.21*** (1.506)	12.68*** (1.914)	10.85*** (1.172)	14.71*** (2.738)	10.55*** (1.352)
mesa_estudo	-0.98 (1.778)	-0.46 (0.874)	0.62 (1.399)	-0.48 (1.806)	0.76 (0.701)	-1.42 (1.672)	1.87*** (0.461)	1.53* (0.872)	4.01*** (1.101)	2.23*** (0.651)	0.04 (1.493)	2.62*** (0.792)
entrou_cedo	2.16 (1.909)	4.91*** (0.883)	7.10*** (1.449)	4.70** (2.165)	3.30*** (0.699)	1.72 (1.615)	4.93*** (0.454)	2.71*** (0.931)	4.03*** (1.060)	0.73 (0.661)	3.03** (1.466)	2.98*** (0.788)
reprovacao	-33.16*** (4.130)	-34.47*** (1.701)	-40.36*** (2.746)	-36.10*** (2.864)	-37.50*** (1.125)	-38.17*** (2.930)	-33.04*** (0.710)	-37.29*** (1.514)	-37.76*** (2.200)	-33.10*** (1.074)	-31.97*** (2.232)	-32.52*** (1.200)
abandono	-12.89*** (3.682)	-15.35*** (1.980)	-14.24*** (3.417)	-21.47*** (3.862)	-10.75*** (1.489)	-13.69*** (3.939)	-13.28*** (0.923)	-9.93*** (1.761)	-14.05*** (2.504)	-9.30*** (1.499)	-17.69*** (3.442)	-14.70*** (1.696)
hora_estudo	4.18** (1.763)	6.87*** (0.865)	11.25*** (1.401)	11.07*** (1.808)	5.80*** (0.682)	9.16*** (1.598)	5.74*** (0.443)	7.42*** (0.860)	6.55*** (1.059)	5.09*** (0.645)	8.24*** (1.449)	5.96*** (0.779)
Constant	222.50*** (3.534)	212.56*** (1.813)	209.45*** (2.957)	205.39*** (3.587)	228.92*** (1.364)	227.61*** (3.168)	220.12*** (0.906)	220.20*** (1.690)	227.14*** (2.103)	227.72*** (1.260)	223.12*** (2.963)	222.58*** (1.504)
Observations	2,932	12,045	4,990	2,842	17,513	3,369	41,688	11,876	7,191	19,127	3,694	14,285
R-squared	0.07	0.08	0.09	0.12	0.10	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.11	0.11

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SAEB de 2019

A Tabela 02 apresenta o impacto do trabalho infantil doméstico e fora do domicílio no desempenho dos estudantes do 5º ano. em Língua Portuguesa, o impacto atinge 35, com média de aproximadamente 31. As mesorregiões que estão acima da média são: NO, NM, VM, BH, VR e CV. Vale recordar que a escala de proficiência do SAEB é dividida em níveis, separando as habilidade a cada -25 pontos. Assim, observando um impacto de até -35 pontos, é possível afirmar que o trabalho infantil reduz o nível de aprendizado do estudante, tendo como padrão a escala do SAEB. Por exemplo, a média alcançada pelo Vale do Mucuri em LP, 2019, foi de 205,39 pontos, estava posicionado no 4º nível (200 a 225). Com a redução de 35 pontos, a média fica em 170 pontos, posicionado-se no 2º nível (150 a 175). Consultando a matriz das habilidades do SAEB percebe-se quão prejudicial foi a jornada de trabalho na aquisição das habilidades para os estudantes, conforme já discutido anteriormente (Degraft, Ferro e Levison, 2016).

Tabela 02 – Regressão Linear Múltipla – 5º ano de Matemática – 2019

VARIABLES	NO MT 5 serie meso1	NM MT 5 serie meso2	JQ MT 5 serie meso3	VM MT 5 serie meso4	TM MT 5 serie meso5	CM MT 5 serie meso6	BH MT 5 serie meso7	VR MT 5 serie meso8	OM MT 5 serie meso9	SM MT 5 serie meso10	CV MT 5 serie meso11	ZM MT 5 serie meso12
wg_2	-7.82*** (2.408)	-11.56*** (1.228)	-12.63*** (1.958)	-11.14*** (2.505)	-11.36*** (0.968)	-8.54*** (2.292)	-10.80*** (0.637)	-10.06*** (1.239)	-11.13*** (1.590)	-9.75*** (0.989)	-12.08*** (2.371)	-12.46*** (1.132)
wg_3	-10.70*** (3.185)	-10.25*** (1.794)	-10.17*** (2.734)	-18.39*** (3.566)	-7.67*** (1.443)	-3.33 (3.147)	-12.07*** (0.972)	-7.75*** (1.734)	-5.15** (2.052)	-4.10*** (1.261)	-3.17 (2.765)	-8.40*** (1.515)
wg_4	-19.59*** (5.740)	-26.67*** (2.748)	-17.45*** (4.241)	-30.91*** (5.427)	-21.84*** (2.378)	-20.85*** (4.900)	-26.26*** (1.518)	-25.01*** (2.666)	-15.19*** (3.628)	-16.99*** (2.195)	-22.52*** (5.114)	-24.97*** (2.500)
preto_pardo	-8.62*** (1.874)	-2.07** (0.963)	-1.87 (1.561)	-1.09 (1.897)	-6.22*** (0.668)	-7.06*** (1.635)	-3.99*** (0.456)	-2.76*** (0.886)	-7.80*** (1.051)	-7.38*** (0.616)	-5.24*** (1.425)	-8.35*** (0.758)
pais_interacao_a	7.46** (2.982)	9.18*** (1.516)	10.08*** (2.410)	10.33*** (2.884)	7.27*** (1.199)	8.96*** (2.695)	8.55*** (0.751)	7.85*** (1.428)	9.33*** (1.879)	10.07*** (1.135)	12.70*** (2.664)	8.81*** (1.284)
mesa_estudo	-2.49 (1.706)	-0.86 (0.835)	0.84 (1.315)	-1.53 (1.654)	1.43** (0.675)	-1.15 (1.588)	2.21*** (0.436)	1.73** (0.827)	3.44*** (1.081)	1.70*** (0.631)	1.32 (1.452)	2.81*** (0.751)
entrou_cedo	3.38* (1.831)	7.20*** (0.843)	6.76*** (1.362)	3.29* (1.982)	4.56*** (0.673)	2.96* (1.534)	6.23*** (0.429)	3.45*** (0.883)	4.26*** (1.040)	1.65*** (0.641)	4.79*** (1.426)	4.47*** (0.748)
reprovacao	-35.63*** (3.961)	-31.77*** (1.624)	-35.79*** (2.582)	-33.71*** (2.622)	-34.35*** (1.084)	-41.17*** (2.783)	-29.04*** (0.670)	-35.34*** (1.435)	-35.23*** (2.160)	-31.13*** (1.040)	-29.99*** (2.171)	-32.78*** (1.139)
abandono	-10.05*** (3.531)	-15.02*** (1.891)	-13.14*** (3.212)	-16.43*** (3.535)	-9.32*** (1.435)	-5.17 (3.742)	-10.72*** (0.872)	-8.20*** (1.669)	-11.20*** (2.458)	-9.40*** (1.452)	-14.40*** (3.348)	-10.51*** (1.610)
hora_estudo	0.88 (1.691)	5.69*** (0.826)	8.30*** (1.317)	10.50*** (1.655)	4.54*** (0.657)	5.24*** (1.518)	4.18*** (0.419)	5.74*** (0.815)	5.70*** (1.040)	3.58*** (0.625)	4.19*** (1.410)	4.90*** (0.739)
Constant	238.58*** (3.389)	226.08*** (1.731)	224.15*** (2.780)	215.85*** (3.284)	239.98*** (1.314)	243.65*** (3.009)	234.50*** (0.855)	234.49*** (1.602)	244.31*** (2.065)	244.25*** (1.221)	238.98*** (2.882)	236.32*** (1.428)
Observations	2,932	12,045	4,990	2,842	17,513	3,369	41,688	11,876	7,191	19,127	3,694	14,285
R-squared	0.06	0.07	0.08	0.11	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.08	0.09	0.10

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SAEB de 2019

Em Matemática, o impacto também foi acentuado, reduzindo a 30 pontos, o Vale do Mucuri novamente foi evidenciou essa queda. A média do SAEB era de 215,85; estava no 4º nível. Diminuindo 30 pontos, ficou com 185,85; posicionando-se no 3º nível.

Piaget e Inhelder (2002), ao explicar o desenvolvimento da criança, descreve os estágios, os níveis, ou seja, cada faixa etária apresenta uma maturação, crescimento, a aprendizagem, que vai se desenvolvendo gradativamente. Ao gastar esse tempo trabalhando a criança perde a oportunidade se desenvolver em diversas áreas, assim, o trabalho infantil nos anos iniciais compromete todo intensamente as aprendizagens.

Além do trabalho infantil, outras variáveis foram selecionadas para compor o modelo de regressão linear múltipla, com o objetivo de verificar de que forma estão afetando o desempenho escolar dos estudantes. A análise das respostas fornecidas pelos alunos aos questionários aplicados permite evidenciar fatores que, de diferentes maneiras, influenciam sua trajetória escolar.

A variável “interação com os pais” apresentou impacto positivo no desempenho dos estudantes do 5º ano, sendo mais expressivo em Língua Portuguesa do que em Matemática, com um valor de 14,71 pontos e alto índice de confiabilidade. No entanto, no 9º ano, os dados não indicaram um efeito positivo significativo dessa variável, sendo o resultado mais elevado registrado na mesorregião Central Mineira, com 6,99 pontos em Matemática.

A Constituição Federal de 1988 estabelece que a educação é dever do Estado, da família e da sociedade (Brasil, 1988). Contudo, apesar dessa determinação legal, nem sempre há envolvimento regular das famílias no processo educacional. Nesse sentido, Gomes e Cunha (2019), em sua pesquisa, não encontraram evidências estatisticamente

significativas que comprovassem a participação dos pais como um fator determinante no desempenho escolar das crianças do 5º ano.

O indicador “entrou cedo na escola” apresentou impacto positivo no desempenho dos estudantes do 5º ano, com destaque para as mesorregiões do Norte de Minas e do Vale do Jequitinhonha. Entretanto, outras regiões, como o Noroeste de Minas, a Central Mineira e o Sul/Sudoeste de Minas, apresentaram valores consideravelmente mais baixos.

A variável “reprovação” apresentou impacto negativo significativo tanto em Língua Portuguesa, com destaque para a mesorregião do Jequitinhonha (-40,36 pontos), quanto em Matemática, na mesorregião Central Mineira (-41,17 pontos). A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em seu Artigo 32, inciso II, recomenda que as escolas de Ensino Fundamental adotem mecanismos de progressão continuada ou parcial, a fim de garantir a continuidade do percurso de aprendizagem dos estudantes. Os resultados observados nesta análise corroboram esse princípio legal, uma vez que a reprovação demonstrou efeito negativo no desempenho acadêmico.

A reprovação escolar, diferentemente do trabalho infantil, não deve ser compreendida como uma relação direta de causa e consequência. Embora seus efeitos apareçam com alto nível de significância em análises estatísticas — como em modelos de regressão linear —, sua complexidade exige uma abordagem mais ampla. À luz da teoria de Vygotsky (1978), a reprovação negligencia a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), desconsiderando o potencial de aprendizagem que poderia ser alcançado com a devida mediação pedagógica e interação social. Piaget e Inhelder (2002), por sua vez, destaca que o desenvolvimento cognitivo ocorre por estágios, e a mera repetição de conteúdos, resultado comum da reprovação, não garante assimilação se a criança ainda não atingiu o estágio necessário.

No 5º ano, a variável “abandono escolar” apresentou impacto negativo expressivo na mesorregião do Vale do Mucuri, tanto em Língua Portuguesa (-21,47 pontos) quanto em Matemática (-16,43 pontos). De acordo com Oliveira, Moreira, Machado e Machado (2024), diversos fatores influenciam a permanência do estudante na escola, entre eles a satisfação dos pais com a instituição, a renda familiar, o turno em que o aluno estuda e o desempenho em Matemática.

4. Conclusão

Como evidenciado pelos resultados da pesquisa realizada, o trabalho infantil, seja em ambiente domiciliar, extradomiciliar ou de forma concomitante em ambos os contextos, acarreta prejuízos ao desenvolvimento das habilidades cognitivas no processo de aprendizagem.

De acordo com os dados analisados, embora a proporção de crianças em situação de trabalho infantil seja relativamente pequena, o impacto dessa condição no desempenho nos testes do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) é expressivo. Observou-se uma redução de até dois níveis de proficiência entre os alunos afetados. No 5º ano do Ensino Fundamental, os prejuízos foram ainda mais evidentes: crianças que realizam atividades laborais, tanto no ambiente doméstico quanto fora dele, apresentaram uma redução média de -35 pontos em Língua Portuguesa e -30 pontos em Matemática.

Diante desse cenário, é considerando os impactos nocivos do trabalho infantil sobre o processo de aprendizagem, torna-se imprescindível o estabelecimento de uma parceria efetiva entre a Secretaria Estadual de Educação e o Sistema Único de Assistência Social. Essa articulação deve ser pautada no compartilhamento de informações e na formulação de ações intersetoriais de intervenção, com vistas à erradicação total do trabalho infantil e à promoção do pleno desenvolvimento das crianças e adolescentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

Referências

- BRASIL, C. N. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília 1988.
- BRASIL, C. N. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília 1996.
- BRASIL. Decreto nº 6.481 de 12 de junho de 2008. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=6481&ano=2008&ato=5bdIzY610dVpWT2ee>: Acessado em: 26 de set. de 2024.
- Degraff, D.; Ferro, A.; Levison, D. In Harm's Way: Children's Work in Risky Occupations in Brazil. *Journal of International Development*, 28, n. 4, p. 447-472, MAY 2016.
- Gomes, J.A.M.; Cunha N. B. Percepção do envolvimento parental e o desempenho escolar de crianças do Ensino Fundamental I, Seminário, Ciências Sociais Humanas vol.40 no.2 Londrina jul./dez. 2019
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual – PNADC/A. PNADC, BRASÍLIA, p. Relatório da PNADC, 2023. Acesso em: 06 de junho de 2024.
- Kassouf, A. L. Aspectos socioeconômicos do trabalho infantil no Brasil. Secretaria de Estado dos Direitos Humanos. Brasília 2002.
- Levison, D.; Langer, A. Counting child domestic servants in Latin America. *Population and development review*, v. 36, n. 1, p. 125-149, 2010.
- Oliveira, Manoela Ziebell de et al. Identificação de Fatores de Risco para Evasão Escolar em Ensino Fundamental e Médio. *Avaliação Psicológica*, v. 23, n. 4, p. 456-465, 2024.
- Piaget, J.; Inhelder B., A psicologia da Criança, 18 ed. Rio de Janeiro, Brasil. 2002
- Vygotsky, L. S. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press, 1978. *against child labour: Strategies in education*. Trabalho, O. I. D. Genebra 1999.



AGROQUÍMICA



Adsorção de azul de metileno por nanopartículas de lignina kraft.

Cecilia Baldoino Ferreira¹, Wanderléia Fernanda Silva¹, Ronald Souza Goulart¹,
Beatriz Pereira dos Santos¹, Maria Lucia Bianchi¹

¹Departamento de Química /ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{cecilia.ferreira1@estudante.ufla.br wanderleia.silva3@estudante.ufla.br,
ronald.goulart@estudante.ufla.br, beatriz.santos5@estudante.ufla.br, bianchi@ufla.br }

Palavras-chave: Nanotecnologia; Tratamento de efluentes; Biomassa lignocelulósica

A poluição da água por corantes industriais é um problema ambiental crítico. O azul de metileno, corante catiônico amplamente utilizado, apresenta toxicidade e impacto negativo sobre organismos aquáticos e humanos. Nesse contexto, buscou-se avaliar nanopartículas de lignina kraft (NP)¹ como adsorventes sustentáveis para a remoção desse poluente. As NPs foram caracterizadas quanto ao ponto de carga zero (PCZ) e desempenho de adsorção em diferentes pHs. O valor de PCZ determinado foi de aproximadamente 3,3 (Figura 1-A), indicando que em valores de pH superiores a esse as nanopartículas apresentam carga superficial negativa, condição favorável à interação eletrostática com o corante catiônico. Os experimentos de adsorção demonstraram remoções superiores a 80% em ampla faixa de pH (3–9), com melhor desempenho observado em torno de pH 4–5² (Figura 1-B e 1-C). Esses resultados evidenciam a eficiência das nanopartículas de lignina kraft como material alternativo para o tratamento de efluentes têxteis, contribuindo para práticas alinhadas à química verde e à valorização de subprodutos da indústria de papel e celulose.

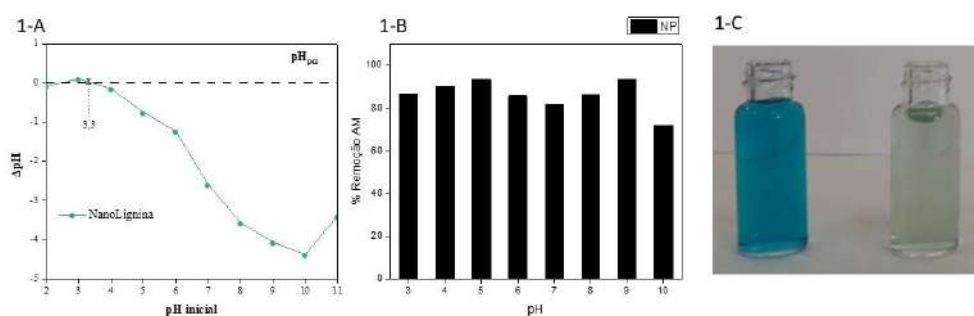


Figura 1: 1-A Ponto de carga zero; 1-B Efeito do pH na remoção do azul de metileno por nanopartículas de lignina, 1-C Evidência visual da adsorção

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

¹POURBABA, Reza et al. Lignin nanoparticles as a highly efficient adsorbent for the removal of methylene blue from aqueous media. *Scientific Reports*, v. 14, n. 1, p. 9039, 2024.

²LI, X.; SHEN, J.; WANG, B.; FENG, X. et al. Acetone/water cosolvent approach to lignin nanoparticles with controllable size and their applications for pickering emulsions. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 9, n. 15, p. 5470-5480, 2021.

Uso da lignina na remoção do corante azul de metileno

Wanderléia Fernanda Silva ¹, Cecília B. Ferreira ², Beatriz P. dos Santos ³,
Ronald S. Goulart ⁴, Maria Lúcia Bianchi ⁵

¹Departamento de Química/ ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{wanderleia.silva3, cecilia.ferreiral, beatriz.santos5, ronald.goulart}@e
studante.ufla.br, bianchi@ufla.br

Palavras-chave: adsorção, efluentes aquosos, Kraft

A remoção de corantes catiônicos de efluentes aquosos é um desafio ambiental relevante, demandando adsorventes eficientes e sustentáveis¹. Neste estudo, avaliou-se a capacidade adsorptiva da lignina Kraft de eucalipto para o azul de metileno (AM), com ênfase na influência do pH. O pH no ponto de carga zero (pH_{PCZ}) corresponde ao pH no qual a superfície do material apresenta carga líquida nula. Sua determinação foi realizada utilizando 10 mg de lignina em 10 mL de solução de NaCl 0,01 mol L⁻¹, com pH inicial ajustado entre 3 e 10 por soluções de HCl e NaOH 0,1 mol L⁻¹. Após 24 h de agitação, as amostras foram centrifugadas e o pH final foi medido. O pH_{PCZ} foi obtido a partir da curva de pH inicial vs. Δ pH (pH final – pH inicial)¹, no ponto em que Δ pH = 0, sendo determinado em 4,8.

Os testes de adsorção foram conduzidos na faixa de pH 3–10, empregando soluções de AM a 25 mg L⁻¹ (10 mL) em contato com 10 mg de lignina, sob agitação por 24 h. Observou-se que, mesmo abaixo do pH_{PCZ}, a remoção superou 60%, sugerindo a atuação de interações π–π, ligações de hidrogênio e efeitos hidrofóbicos. Em pH acima do pH_{PCZ}, além desses mecanismos, a desprotonação dos grupos fenólicos e carboxílicos conferiu carga negativa à superfície, favorecendo interações eletrostáticas cátion–ânion², o que resultou em remoções superiores a 90% entre pH 6 e 10.

Portanto, embora o pH influencie a carga superficial da lignina, a adsorção foi eficiente em toda a faixa estudada, evidenciando múltiplos mecanismos de interação e demonstrando a versatilidade da lignina Kraft como adsorvente promissor no tratamento de efluentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referencias

1. de Araújo, L. F. B.; Mazzetto, S. E.; Lomonaco, D.; Avelino, F. Int. J. Biol. Macromol. 2022, 1267–1276.
2. Saber, M.; El Hamdaoui, L.; El Moussaouiti, M.; Tabyaoui, M. Cellul. Chem. Technol. 2022, 69–81.

Decodificando a Inibição Alostérica da MALT1: O Papel Oculto da Plasticidade Conformacional em Estados Metaestáveis via Simulações de DM Enviesadas e Redes Neurais

Rodrigo M. Santos¹, Taináh M. R. Santos¹, Teodorico C. Ramalho^{1,2}

¹Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Centre for Basic and Applied Research, Faculty of Informatics and Management, University of Hradec Králová, Hradec Králové 500 03, Czech Republic

rodrigo.santos8@estudante.ufla.br, tainah-martins@hotmail.com,
teo@ufla.br

Palavras-chave: Câncer, Inibição alostérica, Redes neurais.

A proteína 1 de translocação do linfoma do tecido linfóide associado a mucosa (MALT1) é uma proteína chave na resposta do sistema imune adaptativo em humanos. Nesse sentido, a MALT1 é de suma importância na regulação de eventos inflamatórios nos mais variados tecidos, em que sua desregulação está associada ao surgimento e sobrevivência de vários tipos de câncer. Dito isso, a MALT1 se torna um alvo promissor para o desenvolvimento de fármacos para o tratamento de diversas doenças, entretanto, a falta de literatura descrevendo seu comportamento conformacional complexo dificulta consideravelmente a proposição de novos fármacos. Assim sendo, visou-se investigar o comportamento conformacional da MALT1 durante a inibição alostérica por meio do inibidor MLT-748, em que para isso simulações de dinâmica molecular (DM) enviesadas, redes neurais, e ancoragem molecular foram utilizadas.

A partir da investigação feita foi observado que os *Loops* 1 e 3 do domínio paracaspase da proteína MALT1 apresentaram movimentos cruciais, em que estes eram capazes de reduzir o volume do sítio catalítico da proteína. A partir de cálculos de ancoragem molecular covalente utilizando a substância Z-VRPR-fmk, um mimico do substrato, foi observado que a redução do volume catalítico foi capaz de inibir a atividade catalítica da proteína. Além disso, através da exploração do espaço conformacional da proteína por meio das simulações de DM enviesadas e redes neurais, informações estatísticas foram obtidas, em que se observou que após posicionamento do inibidor alostérico MLT-748 cerca de 96,2% das conformações exploradas eram inativas. Nesse sentido, o presente trabalho contribui de forma significativa para a compreensão da inibição alostérica da proteína MALT1, em que os dados apresentados se apresentam como importantes métricas para a proposição computacional de novos inibidores alostéricos para a proteína MALT1.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Lignina e suas nanopartículas: potencial para proteção ultravioleta em têxteis.

**Cecilia Baldoino Ferreira¹, Wanderléia Fernanda Silva¹, Ronald Souza Goulart¹,
Beatriz Pereira dos Santos¹, Maria Lucia Bianchi¹**

¹Departamento de Química /ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

cecilia.ferreira1@estudante.ufla.br, wanderleia.silva3@estudante.ufla.br,
ronald.goulart@estudante.ufla.br, beatriz.santos5@estudante.ufla.br, bianchi@ufla.br }

Palavras-chave: Nanotecnologia; Têxteis; Biomassa lignocelulósica

A demanda por têxteis funcionais e sustentáveis tem incentivado o uso de macromoléculas naturais na proteção contra radiação ultravioleta (UV). A lignina, devido à sua estrutura, apresenta alta capacidade de absorção de UV, e sua conversão em nanopartículas de lignina (NPL) amplia ainda mais o potencial de aplicação em tecidos [1]. Neste estudo, tecidos de algodão foram impregnados com NPL em diferentes ciclos de aplicação: A1 (uma impregnação), A2 (duas impregnações), A3 (três impregnações) e A4 (quatro impregnações). Os tecidos foram submetidos a um processo de imersão em dispersão de NPL, seguido de secagem em estufa. Cada ciclo consistiu na imersão do tecido por 10 minutos, retirada do excesso de líquido e secagem a 60 °C por 30 minutos. Após o último ciclo, os tecidos foram cortados em tiras padronizadas de 5cm x 5 cm e acondicionados em ambiente seco até a realização das análises. A avaliação da capacidade de bloqueio da radiação UV foi realizada por espectrofotometria UV-Vis na faixa de 290 a 400 nm, utilizando equipamento com esfera integradora. Os resultados mostraram que o aumento no número de impregnações elevou a absorbância dos tecidos, especialmente na faixa de 280 a 300 nm, considerada crítica para o bloqueio da radiação UVB [3]. A amostra A4 apresentou os maiores valores de absorbância, indicando maior eficiência na proteção contra a radiação ultravioleta.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

- 1- Zhang, Y. et al. *Lignin-based nanomaterials for UV-shielding applications in textiles*. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2021.
- 2- Wang, X. et al. *Natural polymer-based nanocoatings for multifunctional textiles: UV protection and antibacterial activity*. Journal of Industrial Textiles, 2023.

ANÁLISE DOS TEORES DE GLICEROL EM DIFERENTES AMOSTRAS DE CACHAÇAS E AGUARDENTES

Wilton Amaral dos Santos¹, Maria das Graças Cardoso¹, Wilder Douglas Santiago¹, Antonia Isadora Fernandes¹, Mariana de Rezende Bonesio¹, Maria Luisa Teixeira¹

¹Departamento de Química/DQI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{wilton.santos1, mcardoso, antonia.fernandes1, sara.silva7, mariana.bonesio, marialuisa.teixeira@ufla.br, wilderdsantiago@gmail.com}

Palavras-chave: Controle de qualidade, Envelhecimento, Madeiras brasileiras

A cachaça é o destilado brasileiro, obtido do mosto fermentado da cana-de-açúcar, com graduação alcoólica de 38 a 48% v/v. O glicerol é um dos subprodutos, formado durante o processo de fermentação e envelhecimento na produção de cachaça, desempenha papel importante na qualidade química e sensorial da bebida, contribuindo para sua característica levemente adocicada, maciez e sensação de corpo. Compreender a concentração de glicerol é crucial para avaliar a composição química das cachaças, especialmente as envelhecidas. O objetivo deste trabalho foi determinar a presença/ausência de glicerol em cachaças brancas e envelhecidas em diversas madeiras. Foi realizada a análise da concentração de glicerol e a graduação alcoólica em 11 diferentes amostras de cachaças e 3 amostras de aguardentes. Foram avaliadas amostras de cachaças e aguardentes sendo, duas amostras brancas (BCA), duas amostras envelhecidas Jequitibá (JEQ), Amburana (AMB), três envelhecidas em Carvalho (CAR) e uma envelhecida em Castanheira (CAS); três aguardentes uma envelhecida em (JEQ), e outra em (CAR) e uma branca (BCA). Os resultados das análises químicas indicaram uma variação significativa os níveis de glicerol entre as amostras. O grau alcoólico variou amplamente de 41,34% a 61,23% v/v, com algumas amostras ultrapassando o limite legal da cachaça, sendo classificadas como aguardente. Foram verificadas variações nos níveis de glicerol entre os grupos analisados. O grupo **BCA** apresentou os menores valores (**4,81** mg/L), enquanto o grupo **CAR** teve os maiores (**6,47** mg/L), com destaque para um valor elevado de **8,08** mg/L. O grupo **JEQ** apresentou média intermediária (**5,48** mg/L), seguido por **AMB** (**5,81** mg/L) e **CAS** (**6,19** mg/L). Essa ampla variação demonstra que o teor de glicerol não é uniforme entre os diferentes tipos de cachaça. Tais dados são importantes para o controle de qualidade e para a padronização dos processos produtivos, permitindo que as destilarias monitorem e ajustem a composição de seus produtos com base em critérios químicos específicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação de nanopartículas de lignina kraft em pH ácido e neutro

Wanderléia Fernanda Silva¹, Cecilia Balduino Ferreira¹, Larissa Nara Nascimento de Miranda¹, Maria Lucia Bianchi¹, Victor Augusto Araújo de Freitas²

¹Departamento de Química /ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Naturais /DCNAT – Universidade Federal de São del Rei (UFSJ) CEP 36301-160 – São João del Rei, MG – Brasil

{ wanderleia.silva3@estudante.ufla.br, cecilia.ferreiral@estudante.ufla.br, larissanara8@gmail.com, bianchi@ufla.br, victorfreitas@ufsjeu.br }

Palavras-chave: Nanotecnologia; Biomassa lignocelulósica; DLS.

A lignina é um biopolímero aromático abundante, com propriedades antioxidantes, biodegradáveis e grande potencial para aplicações sustentáveis, como micro a nanotransportadores de compostos bioativos¹. Nesse sentido a formação de nanopartículas de lignina (NPL) tem sido amplamente explorada². Neste estudo, nanopartículas de lignina foram preparadas por troca de solvente e caracterizadas por espalhamento dinâmico de luz (DLS) em pH 4 (ácido) e pH 7 (neutro), sendo o pH básico excluído devido à solubilidade das partículas nesse meio. Em pH 7, as NPL apresentaram diâmetro médio de 162,2 nm com índice de polidispersão (PDI) de 0,065, indicando distribuição relativamente uniforme, enquanto em pH 4 o tamanho foi de 183,7 nm, com PDI extremamente baixo ($6,19 \times 10^{-6}$), sugerindo alta monodispersidade e maior estabilidade coloidal. Esse comportamento concorda com estudos que mostram que o pH ácido favorece a compactação das cadeias de lignina, reduzindo a carga superficial e promovendo partículas mais homogêneas³. Resultados semelhantes indicam que formulações em pH ácido produzem nanopartículas esféricas e estáveis, com PDI < 0,1, reforçando a influência do pH na morfologia e uniformidade¹. Os dados confirmam que o pH influenciou diretamente as propriedades das NPL: em pH 7, menores e estáveis; em pH 4, ligeiramente maiores, porém ainda mais uniformes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

1. Kumar, A. et al. (2021). *Preparation and Characterization of Size-Controlled Lignin Nanoparticles with Deep Eutectic Solvents by Nanoprecipitation*. ACS Sustainable Chem. Eng.
2. Sipponen, M. H. et al. (2021). *Lignin-based nanoparticles: A platform for sustainable colloids and functional materials*. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 27, 100407.
3. Zhou, Y. et al. (2024). *Tailoring lignin nanoparticle properties: the effects of pH and salt*. Sustainable Chemistry, RSC.

Análise de Fenólicos Totais em Folhas de *Psidium guajava* (goiabeira Paluma)

Joyce Amélia Carvalho Silva¹, Maria das Graças Cardoso², Wilton Amaral dos Santos³, Juliana de Xisto Silva⁴, Carolina Salles Freire⁵

¹Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal: 3037 CEP 37200 900 – Lavras, MG – Brasil

joyce.silva12@estudante.ufla.br, mcardoso@ufla.br, wilton.santos1@estudante.ufla.br,
julianaxisto@outlook.com, carolinasallesfreire@gmail.com

Palavras-chave: Goiaba, Folin-Ciocalteu, Extrato.

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie frutífera nativa das regiões tropicais e subtropicais da América, amplamente utilizada na alimentação e na medicina popular. As folhas da planta são reconhecidas por apresentar classes de compostos bioativos, como flavonoides, taninos e fenólicos. Compostos dessas classes podem apresentar diversas propriedades, como antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, dentre outras. A identificação dessas classes é essencial para compreender o potencial terapêutico e nutricional das plantas em geral. O presente trabalho teve como objetivo quantificar os compostos fenólicos totais em extrato etanólico das folhas de *P. guajava*, conhecida como Paluma, por meio do ensaio de Folin-Ciocalteu. O extrato foi obtido utilizando a técnica de refluxo sólido-líquido por 4 horas a 70 °C. Após a extração, os extratos foram filtrados a vácuo e submetidos à rotaevaporação para remoção do solvente. Na quantificação de compostos fenólicos totais, os extratos foram diluídos em etanol 50% na proporção de 1:10, e submetidos a banho ultrassônico, seguidos de filtração simples. Em seguida, adicionaram-se aos tubos de ensaio, 1 mL de extrato, 1 mL de etanol 50%, 5 mL de água destilada, 0,5 mL de reagente de Folin-Ciocalteu, após 5 minutos adicionou-se 1 mL da solução de carbonato de sódio (Na₂CO₃). Após esse procedimento, os tubos permaneceram no escuro por 60 minutos, e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro Shimadzu UV 1601 PC a 725 nm. O teor de fenólicos foi determinado a partir de uma curva analítica construída com diferentes concentrações de ácido gálico. Os resultados mostraram que a concentração total de polifenóis no extrato de folhas de goiaba Paluma foi de 389,19 mg/L, apresentando diferença significativa a (p<0,05). Esse resultado demonstrou que as folhas de *P. guajava* possuem quantidade significativa de compostos fenólicos, reforçando o potencial e o valor fitoquímico da espécie, o que contribui para futuras aplicações terapêuticas e nutricionais.

Agradecimentos: CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Biomassa de trigo tratada com base para remoção do corante azul de metileno

Bruna Helena Teixeira¹, Fabiana M. Carvalho¹, Marcos Vinícios da Silva¹,
Guilherme Max D. Ferreira¹, Sérgio Scherrer Thomasi¹,

¹Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

bruna.teixeira7@estudante.ufla.br,
fabiana.carvalho4@estudante.ufla.br, marcos.silva24@estudante.ufla.br,
guilherme.ferreira@ufla.br, sergio.thomasi@ufla.br

Palavras-chave: Adsorção, Cinética, Infravermelho.

A agricultura é uma das principais atividades econômicas do Brasil, mas também gera grandes quantidades de resíduos, os quais podem causar impactos ambientais quando não recebem destinação adequada. O trigo, uma das culturas mais antigas e amplamente cultivadas no mundo, contribui significativamente para esse volume de resíduos. Esses subprodutos podem ser aproveitados como bio sorventes em processos de remediação ambiental. Entre as estratégias para ampliar a capacidade de adsorção, destaca-se o tratamento básico da biomassa. Neste trabalho, avaliou-se o efeito do tratamento básico da biomassa da espiga de trigo na remoção de corante. Os materiais in natura (BET) e tratados (ENaOH) foram caracterizados por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Também foram realizados estudos de cinética e isothermas de adsorção. Os espectros de FTIR da β -CD apresentam bandas características em 3214 cm^{-1} , 2917 cm^{-1} e 1020 cm^{-1} , referentes aos estiramentos das ligações O-H, C-H de C_{sp^3} e C-O do anel pirano. O bio sorvente BET apresenta bandas em posições semelhantes à do espectro da β -CD, com alguns deslocamentos. Para ENaOH a banda em 1720 cm^{-1} desaparece e a banda atribuída ao estiramento C=O do ânion carboxilato é deslocada para 1641 cm^{-1} . As demais bandas, entretanto, permaneceram nas mesmas posições observadas para o BET. Imagens de MEV revelaram uma superfície heterogênea para BET, com regiões como canaletas e poros como crateras. Em ENaOH é observada uma diminuição da estrutura de canaletas, ausência de poros e uma superfície mais desgastada. O estudo cinético mostrou que BET e ENaOH atingiram o equilíbrio em 120 minutos com ajuste ao modelo de pseudo-segunda ordem e Elovich, respectivamente. Para BET e ENaOH, o modelo que mais se ajustou foi o de Dubinin-Radushkevich. Com valores de q_m para BET e ENaOH de 47,18 e 89,99 mg g^{-1} , respectivamente. O tratamento básico aumentou a capacidade de adsorção do bio sorvente, mostrando potencial para remediação ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq (406474/2021-4, 309999/2022-7), Fapemig (APQ-01134-23; RED-00161-23), Capes (001).

Síntese e caracterização de dihidropirimidinona: composto com potencialidades farmacológicas para incorporar em ciclodextrinas para futuros testes *in vitro* e *in vivo*

Marcos Vinícios da Silva¹, Fabiana Moreira de Carvalho¹, Bruna Helena Teixeira¹, Sérgio Scherrer Thomasi¹, Luciana de Matos Alves Pinto¹

¹Departamento de Química (DQI), Instituto de Ciências Naturais (ICN) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

marcos.silva24@estudante.ufla.br,
fabiana.carvalho4@estudante.ufla.br, bruna.teixeira7@estudante.ufla.br,
sergio.thomasi@ufla.br, luca@ufla.br

Palavras-chave: síntese multicomponente, ciclodextrina, complexo de inclusão, atividade biológica

As reações multicomponentes são estratégias significativas tanto para a preservação ambiental quanto para a indústria química sintética, pois envolvem a combinação de três ou mais reagentes em um único frasco reacional, para a formação de uma molécula maior. Um exemplo notável é a classe das dihidropirimidinonas (DHPM), que tem chamado atenção na literatura, devido suas propriedades farmacológicas. Porém, muitos destes materiais sintetizados apresentam uma baixa solubilidade em água e então utilizam-se as ciclodextrinas (CDs) para aumentar tal característica. As CDs são oligossacarídeos, com formato de um cone truncado com múltiplos monômeros de glicose, que tem a propriedade de formar os complexos de inclusão (CI). Dessa forma, o objetivo do trabalho foi realizar a síntese multicomponente e caracterização da DHPM, para futuramente realizar o CI com a β -ciclodextrina para realização de ensaios biológicos. Para isso, a síntese da molécula foi realizada em sistema de refluxo com uma temperatura de 80 °C por 1,5h. Como resultados preliminares, a DHPM foi caracterizada por Espectroscopia no Infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC) comprovando sua obtenção. Foi observado sinais em 3329 cm^{-1} , das ligações N-H; em 2978 cm^{-1} (C-H), 1760 cm^{-1} (C=O de éster), 1650 cm^{-1} (C=O de cetona), 1573 cm^{-1} (C=C de anel aromático), 1465 cm^{-1} (desdobramento -CH₂), 1450 cm^{-1} (desdobramento -CH₃) e em 770 e 690 cm^{-1} , referente as ligações do anel aromático monossustituído. A caracterização por DSC, evidenciou um pico agudo endotérmico em 204,15 °C, indicando a sua temperatura de fusão (T.F), cujo valor está de acordo com os dados reportados na literatura. Como perspectivas futuras, pretende-se realizar o complexo de inclusão dessa molécula com ciclodextrina, afim de verificar suas potencializações farmacológicas, em ensaios *in vitro* e *in vivo*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CNPq, FAPEMIG e CAPES e a Central de Análise e Prospecção Química (CAPQ) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), pelas caracterizações.

Valorização Sustentável da Película Prateada do Café: Fontes de Compostos Bioativos e Melanoidinas

Fabiana Moreira de Carvalho¹ (PG)*, Adriene Simões Pires¹ (PG), Marcos Vinícios da Silva¹ (PG), Bruna Helena Teixeira¹ (PG), Isabelli L. da Costa de Sá¹ (G), Laís de Souza Maciel¹ (PG), Meline de Oliveira Santos² (PQ), Luciana Lopes Silva Pereira¹ (PQ), Bárbara Sayuri Belleto¹ (PQ) e Sérgio Scherrer Thomasi¹ (PQ).

¹Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil. ²Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG SUL, CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil.

fabiana.carvalho4@estudante.ufla.br

Palavras-chave: *Compostos Bioativos, Reação De Maillard, Melanoidinas e Resíduo Cafeeiro.*

O café é uma dos produtos agrícolas mais comercializados do mundo e desempenha papel essencial na economia brasileira, colocando o país como líder global em produção e exportação. No entanto, a cadeia produtiva do café gera grandes volumes de resíduos em todas as suas etapas, desde o beneficiamento até a torrefação. Entre esses subprodutos, destaca-se a película prateada do café, uma camada fina que recobre o grão e se desprende durante o processo de torra. A película prateada tem despertado crescente interesse científico por ser rica em compostos bioativos, como polifenóis, melanoidinas, cafeína e fibras, que podem ser aproveitados em aplicações funcionais e sustentáveis. Diante deste cenário, este estudo buscou comparar os extratos filtrado (F-CSE) e não filtrado (CSE) da película prateada, avaliando o teor de compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e nível de melanoidinas, compostos formados na reação de Maillard com reconhecido potencial funcional. A extração foi realizada com etanol e água a 100 °C, seguida de ultrafiltração com membrana de 10 kDa. As análises incluíram espectroscopia UV-Vis, determinação de fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocalteu, ensaio antioxidante (DPPH) e quantificação de melanoidinas, utilizando caramelo (E-150d) como padrão. Os resultados indicaram que o F-CSE apresentou maiores teores de melanoidinas (293,5 mg eq. caramelo/g) e fenólicos totais (63 mg eq. ácido gálico/g) em comparação ao CSE (180,25 mg eq. caramelo/g e 51 mg eq. ácido gálico/g, respectivamente). Além disso, o F-CSE exibiu melhor atividade antioxidante, evidenciada pelo menor IC₅₀ (216,87 ppm) frente ao CSE (238 ppm). Esses resultados sugerem que o processo de ultrafiltração concentrou moléculas bioativas, elevando a capacidade antioxidante do extrato. Conclui-se que a película prateada do café, tradicionalmente descartada, é uma matriz promissora para o desenvolvimento de produtos funcionais e sustentáveis, contribuindo para o aproveitamento integral dos resíduos da indústria cafeeira e a redução do impacto ambiental.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG, EPAMIG, UFLA e DQI, além do Consócio Pesquisa Café e INCT CAFÉ.

Estratégia Híbrida: Imobilização de Butirilcolinesterase Humana em Nanopartículas Magnéticas para Neutralização de Organofosforados

Isabela Aparecida Militani¹, Alexandre Alves de Castro¹, Teodorico de Castro Ramalho¹

¹Departamento de Química /DQI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

isabela.militani2@ufla.br, alexandre.a.castro@hotmail.com, teo@dqi.ufla.br

Palavras-chave: Organofosforados, *Bioscavenger*, Nanopartículas magnéticas, *HssBChE* Recombinante, Desintoxicação, Nanobiotecnologia.

O uso de compostos organofosforados (OPs) causa acúmulo em alimentos e no ambiente, representando risco para trabalhadores e consumidores. Nanomateriais híbridos atraem atenção por suas propriedades únicas. Este estudo desenvolveu um *Bioscavenger* magnético para OPs baseado na imobilização da butirilcolinesterase humana recombinante (*HssBChE*) em nanopartículas de δ -FeOOH. O processo de imobilização foi otimizado e avaliado por atividade enzimática, concentração proteica e Western Blotting. Para testar a eficiência do *Bioscavenger*, foram usados paraoxon-etil e clorpirifós, determinando a constante de inibição (K_i). O processo alcançou 100% de rendimento, com atividade de 0,60 $\Delta U/mg$. O paraoxon-etil apresentou K_i semelhante entre enzima livre (0,16 μM) e imobilizada (0,18 μM), enquanto clorpirifós mostrou maior afinidade pela enzima imobilizada ($K_i = 2,09 \mu M$) do que à enzima livre ($K_i = 6,26 \mu M$). Além disso, uma abordagem teórica/computacional está em desenvolvimento para modelar as interações entre a enzima e os OPs, visando otimizar futuras versões do *Bioscavenger*. O estudo demonstra que o δ -FeOOH é um suporte promissor sem necessidade de modificação química, oferecendo uma alternativa para reduzir a dependência de plasma humano na obtenção de *HssBChE* exógeno e contribuindo para materiais resistentes a OPs em aplicações biomédicas e ambientais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e UFLA.

SÍNTESE MULTICOMPONENTE DE QUINOLINA E DERIVADOS ATRAVÉS DA REAÇÃO DE DOEBNER E SUAS APLICAÇÕES COMO FUNGICIDA.

Elías L. Vargas¹, Sérgio S. Thomasi¹

¹Departamento de Química/DQI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

elias.vargas@estudante.ufla.br, sergio.thomasi@ufla.br

Palavras-chave: Quinolina, Fungicida, Síntese Orgânica.

O aumento das perdas agrícolas causadas por fungos fitopatogênicos, aliado aos impactos ambientais e à resistência microbiana resultante do uso intensivo de fungicidas sintéticos, tem motivado a busca por alternativas mais sustentáveis. Nesse contexto, compostos derivados de quinolina vêm despertando grande interesse científico por sua versatilidade estrutural e ampla gama de aplicações biológicas e tecnológicas. A quinolina, um alcaloide nitrogenado, está presente em diversas moléculas bioativas com atividades reconhecidas, como antimalárica, antibacteriana, antioxidante e pesticida. Diante desse potencial, o presente trabalho propõe a síntese de derivados do ácido quinolina-4-carboxílico utilizando a reação multicomponente de Doebner, uma metodologia simples, seletiva e alinhada aos princípios da química verde. Essa rota sintética, baseada na condensação de anilinas aromáticas, aldeídos e ácido pirúvico na presença de etanol sob refluxo moderado, permite a obtenção de compostos heterocíclicos de forma eficiente e ambientalmente responsável. Após a reação, os produtos foram purificados por cristalização e caracterizados por espectroscopia no infravermelho (IV), ressonância magnética nuclear de próton (¹H-RMN), carbono-13 (¹³C-RMN) e calorimetria exploratória diferencial (DSC), confirmando a formação das estruturas esperadas. Com base em ajustes experimentais realizados durante o estudo, foi possível otimizar as condições reacionais e alcançar rendimentos superiores aos relatados em protocolos clássicos da literatura, demonstrando a eficiência da metodologia empregada. Embora os ensaios biológicos ainda não tenham sido realizados, os compostos obtidos apresentam características estruturais promissoras, sugerindo potencial aplicação como agentes bioativos em diferentes áreas, incluindo a agricultura e a química medicinal.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelo suporte institucional e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de pós-graduação que viabiliza o desenvolvimento deste trabalho.

OBTENÇÃO DE CARVÃO ATIVADO A PARTIR DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR, PARA ADSORÇÃO DE CONTAMINANTE MODELO

Adriene M. Martins^{1*}, Maria E. A. Faria¹, Ana L. A. Moura¹, Fabiano Magalhães¹

¹ UFLA, Departamento de Química/Instituto de Ciências Naturais, Lavras, Minas Gerais, Brasil, 37200-900

^{1*}adriene.martins1@estudante.ufla.br, maria.faria6@estudante.ufla.br, ana.moura4@estudante.ufla.br, fabianomagalhaes@ufla.br

Palavras-chave: Bagaço de cana-de-açúcar, Carvão ativado, Resíduo agroindustrial, Azul de metileno, Adsorção.

Com o cenário atual do mundo, o crescente interesse por sustentabilidade e buscas por alternativas pró-meio ambiente tem gerado um grande incentivo ao reaproveitamento de resíduos gerados em diversas indústrias. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar; conseqüentemente, há uma grande quantidade de resíduos provenientes desse setor. Esses resíduos podem ser reaproveitados como matéria-prima para a produção de carvões ativados, os quais são materiais carbonáceos que passam por um processo de ativação visando a formação e o aumento da sua porosidade. O aumento de porosidade confere ao carvão ativado uma elevada área superficial, o que o torna eficaz na adsorção de substâncias químicas e impurezas [1]. Neste trabalho são apresentadas as melhores condições experimentais testadas para a obtenção dos carvões ativados (CA) a partir do bagaço de cana-de-açúcar (BCA). A ativação do carvão foi realizada utilizando vapor d'água como agente ativante e o processo foi realizado variando temperatura (800 e 900°C) e tempo (1, 2, 3h). As amostras obtidas foram nomeadas da seguinte forma: CA800-1h, CA800-2h, CA800-3h, CA900-1h, conforme temperatura e tempo utilizados, e seus respectivos rendimentos foram de 79,1%, 75,12%, 61,24%, 42,98%. Os CA obtidos foram utilizados como adsorvente, 10 mg de amostra e 10 mL de azul de metileno (50 - 800 mg L⁻¹) foram colocados em contato e agitação durante 24h. Após este tempo a mistura foi centrifugada (10 min a 2500 rpm), o sobrenadante coletado e a absorbância quantificada em 665 nm utilizando um espectrofotômetro UV-vis[2]. A área superficial estimada das amostras CA800-1h, CA800-2h, CA800-3h, CA900-1h foi respectivamente de 1076,9, 107,8, 712,2, 972,7 m² g⁻¹. Nota-se que as melhores áreas superficiais estimadas foram das amostras com o tempo de 1h. Isso pode ter ocorrido devido ao fato de que, com o aumento do tempo, houve um maior consumo de carbono, conseqüentemente diminuindo a eficiência adsorvente dos CA. Considerando os resultados obtidos, observa-se que eles são promissores e incentivam futuras investigações. A ativação por apenas uma hora foi suficiente para produzir CA com uma elevada capacidade de adsorção do AM, e, sob a ótica da química sustentável, o melhor resultado obtido foi a ativação de 800°C por 1h.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

[1] WANG, X.; et al. Chemosphere, v. 280, p. 130766, 2021.

[2] NAJMI, N.M.; et al. Journal of Materials Research and Technology, v. 8, 2019.



BIOTECNOLOGIA VEGETAL



Intensidade luminosa modula o crescimento e a partição de biomassa em plântulas cultivadas sob condições controladas

Yanick Leontino Langa¹, Hemelyn Soares Magalhães², Keila Jamille Alves Costa³

¹Departamento de Química/DQI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

yanick.langa@estudante.ufla.br,

hemelyn.magalhaes1@estudante.ufla.br, keila.costa@estudante.ufla.br

Palavras-chave: ecofisiologia vegetal; fotomorfogênese; intensidade luminosa.

A intensidade luminosa constitui um dos principais reguladores do desenvolvimento vegetal, influenciando processos fotossintéticos, plasticidade morfológica e a distribuição de fotoassimilados entre órgãos. Esse conhecimento é estratégico para aprimorar sistemas de produção de mudas e manejo em ambientes controlados. O presente estudo investigou os efeitos de cinco intensidades luminosas (28, 51, 69, 94 e 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), moduladas pelo número de lâmpadas, sobre parâmetros de crescimento e partição de biomassa em plântulas cultivadas sob condições controladas. O delineamento foi inteiramente casualizado, avaliando-se o comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR) e biomassa seca (caule, folhas, raiz e total). Os resultados revelaram que a menor intensidade (28 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) promoveu maior alongamento da parte aérea (8,08 cm), caracterizando resposta adaptativa ao sombreamento, mas associada abaixo acúmulo de biomassa. Em contraste, a intensidade intermediária (94 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) destacou-se com maior biomassa seca total (0,107 g) e foliar (0,070 g), refletindo um balanço favorável entre crescimento e acúmulo de massa. Já a intensidade mais elevada (130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) não incrementou significativamente a biomassa em relação ao tratamento intermediário, sugerindo limiar de saturação luminosa. Conclui-se que a intensidade luminosa modula de forma decisiva a estratégia de crescimento e a partição de biomassa em plântulas, sendo a faixa intermediária mais eficiente para a obtenção de mudas vigorosas e equilibradas. Tais achados fornecem subsídios práticos para otimização de protocolos em ambientes protegidos e apontam caminhos para futuras aplicações em horticultura e melhoramento de sistemas de produção de mudas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a UFLA e pelo apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Efeito da qualidade luminosa no cultivo *in vitro* da *Mentha arvensis* L.

Flávio Juízo Alberto¹, Nilza Alcina Manuel Muale¹, Edwin Quispe Quispe¹, Barbara Maria Ribeiro Guimarães de Oliveira¹, Gilvano Ebling Brondani¹, José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciências Florestais/ESAL
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

flavio.alberto@estudante.ufla.br, nilza.muale@estudante.ufla.br, edwin.quispe@estudante.ufla.br, barbara.Oliveira12@estudante.ufla.br, gilvano.brondani@ufla.br, jeduardo@ufla.br

Palavras-chave: micropropagação, espectro luminoso, biomassa.

A *Mentha arvensis* L. é uma espécie de importância econômica devido à produção de óleo essencial rico em mentol, utilizado nas indústrias farmacêutica, alimentícia e cosmética. Entretanto, a propagação convencional apresenta limitações, como baixa taxa de multiplicação e risco de disseminação de doenças. Nesse contexto, a micropropagação surge como alternativa eficiente, permitindo a obtenção de mudas uniformes e de excelente qualidade. Entre os fatores que influenciam o cultivo *in vitro*, a luminosidade exerce papel determinante, afetando processos fisiológicos, morfogênicos e a biossíntese de compostos de interesse. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes qualidades espectrais de luz no crescimento *in vitro* de *Mentha arvensis*. Segmentos nodais de 1 cm foram utilizados como explantes, submetidos a desinfestação em solução de hipoclorito de sódio e inoculados em meio MS suplementado com 15 g L⁻¹ de sacarose e solidificado com 6 g L⁻¹ de ágar. As condições de cultivo foram pH 5,7 ± 1, temperatura de 26 ± 1 °C, fotoperíodo de 16 h e intensidade de 39 µmol m⁻² s⁻¹. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos de luz (vermelho, azul, 70% vermelho: 30% azul (70%V:30%A), 30% vermelho: 70% (30% A:70%V) azul e branco), com cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Aos 40 dias de cultivo, foram avaliados o comprimento do maior broto e a biomassa seca foliar. A análise de variância indicou diferença significativa entre os tratamentos para ambas as variáveis. O teste de Scott-Knott à 5% de significância revelou que a luz vermelha promoveu o maior alongamento dos brotos, com média de 7,76 cm, destacando-se em relação aos demais tratamentos. Para a biomassa seca foliar, o tratamento (30%A:70%V) apresentou a maior média, alcançando 16,28 mg. Os resultados demonstram que a qualidade espectral da luz influencia diretamente o desenvolvimento *in vitro* de *Mentha arvensis*, sendo a luz vermelha mais eficiente para o alongamento caulinar e a combinação (30%A:70%V) mais favorável para o acúmulo de biomassa foliar, contribuindo para a otimização de protocolos de micropropagação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Influência do cultivo *in vitro* de *Mentha arvensis* L. sob diferentes qualidades espectrais de luz.

**Flávio Juízo Alberto¹, Nilza Alcina Manuel Muale¹, Edwin Quispe Quispe¹,
Barbara Maria Ribeiro Guimarães de Oliveira¹, Gilvano Ebling Brondani¹, José
Eduardo Brasil Pereira Pinto¹**

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciências Florestais/ESAL
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

flavio.alberto@estudante.ufla.br, nilza.muale@estudante.ufla.br, edwin.quispe@estudante.ufla.br, barbara.Oliveira12@estudante.ufla.br, gilvano.brondani@ufla.br, jeduardo@ufla.br

Palavras-chave: Micropropagação, espectro luminoso, crescimento radicular.

A *Mentha arvensis* L., apresenta grande importância econômica no Brasil devido à produção de óleo essencial rico em mentol, utilizado nas indústrias farmacêutica, alimentícia e cosmética. A propagação convencional por estacas é limitada, resultando em baixa taxa de multiplicação e risco de disseminação de patógenos. Nesse contexto, o cultivo *in vitro* permite o desenvolvimento de mudas com crescimento uniforme e maior vigor, essenciais para a obtenção de plantas saudáveis e robustas. Entre os fatores que influenciam o desenvolvimento das mudas *in vitro*, a qualidade espectral da luz exerce papel determinante, afetando o crescimento radicular e o acúmulo de biomassa do caule. Diferentes comprimentos de onda modulam processos fisiológicos e morfogenéticos, impactando diretamente o vigor e o tamanho das mudas. O presente estudo objetivou avaliar o efeito da qualidade da luz sobre o crescimento de segmentos nodais de *Mentha arvensis*. Explantes de 1 cm foram cultivados em condições controladas, sob cinco tratamentos de luz (vermelho, azul, 70% vermelho:30% azul, 30% vermelho:70% azul e branco) e cinco repetições, mantendo temperatura de 26 ± 1 °C, fotoperíodo de 16 h de luz/8 h de escuro e intensidade de $39 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Após 40 dias, foram avaliados o comprimento da raiz e a biomassa seca do caule. A luz vermelha destacou-se em ambas as variáveis, com médias de 7,38 cm para comprimento da raiz e 6,71 mg para biomassa seca do caule, indicando maior crescimento radicular e acúmulo de biomassa. Conclui-se que a luz vermelha é a mais eficiente para estimular o desenvolvimento radicular e o aumento da biomassa do caule em mudas de *Mentha arvensis*, evidenciando a importância da qualidade espectral da luz para promover o crescimento vigoroso e saudável das plantas durante a fase *in vitro*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Emulsões de óleo essencial de *Eucalyptus citriodora* Hook no cultivo *in vitro* de *Bambusa vulgaris* Schrad. Ex JC Wendl.

Julie Kennya de Lima Ferreira¹, Carolina Rafaela Barroco Soares² Douglas Machado Leite³, Gilvano Ebling Brondani⁴

¹Instituto de Ciências Naturais (ICN) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

^{2,3,4}Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{julie.ferreira2@estudante.ufla.br,
carolina.soares2@estudante.ufla.br, douglas.leitel@ufla.br,
gilvano.brondani@ufla.br}

Palavras-chave: micropropagação, clonagem, fitotecnologia

Considerando o potencial biotecnológico dos óleos essenciais, este estudo teve como objetivo selecionar a emulsão de óleo essencial (OE) de *Eucalyptus citriodora* mais favorável à sobrevivência de explantes de *Bambusa vulgaris*, durante o cultivo *in vitro*. Para isso, o estudo foi realizado no Laboratório de Cultivo *in vitro* de Espécies Florestais (UFLA), onde foram preparadas três emulsões de 100 mL contendo OE de *E. citriodora* nas proporções (v/v) 3:1, 3:2 e 3:3 (tween 80:OE). Para isolar o efeito, utilizou-se uma emulsão contendo apenas tween 80, completando o volume com água deionizada. Foi utilizado o meio de cultura MS semissólido suplementado com 30 g/L de sacarose, 6 g/L de ágar, 0,05 mg/L de ácido α -naftalenoacético (ANA) e 0,5 mg/L de 6-benzilaminopurina (BAP), com pH ajustado para 5,8. Após esterilização, em câmara de fluxo laminar, o meio foi fracionado em cinco erlenmeyers correspondentes aos tratamentos: T1 (controle, sem emulsão), T2 (Tween 80), T3 (3:1), T4 (3:2) e T5 (3:3). Cada erlenmeyer recebeu 2,0 mg/L de sua respectiva emulsão, e posteriormente cada erlenmeyer teve seu meio vertido em tubos de ensaio (10mL de meio para cada tubo). Foram utilizados 15 explantes de *B. vulgaris* por tratamento, obtidos a partir de brotações secundárias de mudas clonais mantidas em Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras. Após a assepsia, os explantes (segmento nodal) foram inoculados e mantidos em sala de crescimento a 24 ± 1 °C, fotoperíodo de 16 h e iluminação por LED branca, durante 21 dias. Após o tempo de experimentação, foram avaliados os parâmetros de vigor, oxidação, contaminação, número e comprimento de brotos, número de folhas e sobrevivência. A maior sobrevivência ocorreu em T3 (80,0%), seguida de T2 (77,7%) e T1 (73,3%), enquanto T5 (60,0%) e T4 (53,3%) apresentaram os menores resultados. A emulsão 3:1 foi a mais favorável, visto que esta contribuiu para o estabelecimento *in vitro* dos explantes de *B. vulgaris*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise da indução de calos e regeneração em genótipos de arroz sob diferentes concentrações de 2,4-D

Suamith Hermínio Luís Leveque¹, Alisson Wilians Teixeira Silva¹, Arianna Santana de Menezes¹, Rafaella Alessandra Frota Rezeck³, Jocilene dos Santos Pereira⁴ e Flávia Barbosa Silva Botelho³

¹Departamento de Química, Curso de Biotecnologia vegetal: Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas gerais (EPAMIG) - Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Suamith.leveque@estudante.ufla.br, Alisson.silva8@estudante.ufla.br,
arianna.menezes@estudante.ufla.br, rafaella.rezeck1@estudante.ufla.br,
jocilenebiologia2014@gmail.com, flaviabotelho@ufla.br

Palavras-chave: Arroz, concentrações, 2,4-D, calos, regeneração

O arroz (*Oryza sativa* L) é uma das principais fontes energéticas para a nutrição humana, além de sua alta concentração de carboidratos, também é fonte de vitaminas e sais minerais. O estudo avaliou a indução e regeneração de calos embriogênicos em dois genótipos de arroz: Nippombare, planta modelo, e CMG1590, linha elite da UFLA. As sementes foram desinfestadas e cultivadas em meio Chu N6 com diferentes concentrações de 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxyacético) (0 a 3 mg/L). Nippombare apresentou maior frequência de calogênese (93,3% a 2,5 mg/L) com calos friáveis, enquanto CMG1590 teve melhor resposta a 2,0 mg/L, formando calos friáveis e volumosos, mas com necrose em concentrações altas. Na regeneração de plântulas, usando BAP (6-benzilamibopurina) e ANA (ácido naftalenoacético), Nippombare mostrou maior eficiência, especialmente em concentrações intermediárias de 2,4-D, enquanto CMG1590 apresentou menor resposta. Os resultados indicam que a combinação adequada de genótipo e concentração de hormônio é crucial para otimizar indução e regeneração de calos, reforçando o papel do Nippombare como genótipo modelo em cultura de tecidos de arroz.

Agradecimento: CAPES, CNPq e FAPEMIG

Variabilidade fenotípica em linhagens de arroz de terras altas para qualidade de grãos

Arianna Santana de Menezes¹, Mirian do Nascimento Mário², Moniky Samy Lopes², Dalila Maria Freire Leite³, Yasmin Vasques Berchembrock³, Flávia Barbosa Silva Botelho³

¹Departamento de Química/PPGBV/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Biologia/PPGGMP/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{arianna.menezes2@estudante.ufla.br, flaviabotelho@ufla.br}

Palavras-chave: *Oryza sativa*, melhoramento genético, beneficiamento.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma cultura de grande importância para a população mundial, desempenhando papel estratégico tanto no aspecto econômico quanto social, dado a sua importância na alimentação humana. Dentro dos programas de melhoramento genético do cereal, são considerados aspectos físicos e industriais que estão relacionados com a qualidade dos grãos de arroz, a fim de atender a padrões exigidos pelo mercado consumidor. Dessa forma, objetivou-se analisar genótipos de arroz de terras altas quanto as características físicas e industriais da qualidade de grãos, visando auxiliar na seleção de linhagens superiores. Os grãos avaliados foram obtidos a partir das parcelas do experimento conduzido em Lavras/MG na safra de 2024/25. Foram utilizados 36 genótipos pertencentes ao Ensaio Preliminar (geração F_{4:7}) pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético de Arroz de Terras Altas da UFLA, os mesmos foram avaliados em látice triplo 6x6. Após as etapas de colheita e secagem, os grãos foram submetidos a análises de renda e rendimento para obtenção dos caracteres industriais, utilizando moinho de prova (modelo PAZ-1/DTA Zaccaria). Para se obter as características de comprimento, largura, relação comprimento/largura e gessamento foram contados 100 grãos de arroz beneficiados de cada parcela e submetidos à análise de imagem por meio do equipamento *Groundeye*. As análises de variância foram realizadas por meio do *software* R e as médias comparadas pelo teste de agrupamento de Scott Knott a 5% de probabilidade. As variáveis renda e rendimento foram agrupadas em dois grupos distintos, sendo o grupo “a” de maior percentual para ambas as características, formado por 20 genótipos. Para a variável gessamento, 22 genótipos formaram o grupo “a” com percentuais próximos de zero. Todos os genótipos apresentaram relação comprimento/largura dentro do padrão definido pelo MAPA para grão longo-fino, ou seja, estimativas superiores a 2,75. Os resultados evidenciam a existência de genótipos promissores para o avanço do programa de melhoramento. Dessa forma, conclui-se que o Programa de Melhoramento Genético de Arroz de Terras Altas da UFLA dispõe de materiais com potencial para atender às exigências tanto da indústria quanto do mercado consumidor.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, FAPEMIG e CNPq.

Uso de membranas porosas na tampa do frasco na repicagem de segmentos nodais de *Mentha arvensis*

Suamith Hermínio Luís Leveque¹, Fabiano Luís de Sousa Ramos Filho², Pedro Camilo Siqueira Dos Santos², José Eduardo Brasil Pereira Pinto², Flávia Barbosa Silva Botelho²

¹Departamento de Química, Curso de Biotecnologia vegetal: Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agricultura, Curso de Fitotecnia: Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Suamith.leveque@estudante.ufla.br, pedro.santos27@estudante.ufla.br,
fabiano.filho1@estudante.ufla.br, jeduardo@ufla.br, flaviabotelho@ufla.br

Palavras-chave: hortelã-japonesa, membrana porosa, sacarose

A hortelã-japonesa (*Mentha arvensis* L., *Lamiaceae*) é uma espécie herbácea rizomatosa de relevância econômica devido ao óleo essencial rico em mentol. O estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de ventilação sobre o crescimento in vitro e a biossíntese de metabólitos voláteis da espécie. Segmentos nodais previamente estabelecidos foram cultivados em meio MS completo, sem adição de sacarose, em quatro tratamentos distintos: T1 (sem membrana porosa), T2 (uma membrana), T3 (duas membranas) e T4 (quatro membranas), cada um com cinco repetições. As variáveis analisadas incluíram biomassa seca de folhas, caules e raízes, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz principal e número de brotos. Os resultados demonstraram que a ventilação natural proporcionada pelas membranas influenciou significativamente o crescimento e a produção de metabólitos secundários. O tratamento sem membrana favoreceu a síntese de pulegona, enquanto o sistema com quatro membranas induziu maiores concentrações de mentol, mentona e limoneno, além de promover maior biomassa e crescimento médio. Conclui-se que a utilização de quatro membranas porosas constitui a condição mais eficiente para otimizar simultaneamente o desenvolvimento e a produção de compostos de interesse comercial em *M. arvensis* cultivada in vitro.

Agradecimento: CAPES, CNPq e FAPEMIG.



BOTÂNICA APLICADA



Efeito da água de coco na micropropagação e nos parâmetros fisiológicos de *Selenicereus undatus*

Evens Clairvil¹, Mirian do Nascimento Mário², Marcelo de Almeida Guimarães³,
Vantuil Antônio Rodrigues¹, Joyce Dória¹, Moacir Pasqual¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Genética e Melhoramento de Plantas/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil

clairvilevens1@gmail.com, mirian.mario1@estudante.ufla.br,
mguimara@ufc.br, vantuil@ufla.br, joyce.doria@ufla.br,
mpasqual@ufla.br

Palavras-chave: Biomassa, Cultura in vitro, Fitohormônios.

O fruto do dragão de casca vermelha e polpa branca (*Selenicereus undatus*), pertencente à família Cactaceae, tem despertado interesse crescente devido à sua riqueza em compostos nutracêuticos e propriedades antioxidantes. A água de coco, frequentemente considerada um subproduto agroindustrial, contém nutrientes essenciais como aminoácidos, minerais e fitohormônios, que estimulam o crescimento e o desenvolvimento vegetal. Este estudo avaliou o efeito de diferentes concentrações de água de coco na micropropagação in vitro de *S. undatus*. Cladódios de 1,5 cm foram cultivados em meio Murashige e Skoog (MS) suplementado com 0 %, 5 %, 10 %, 15 % e 20 % (v/v) de água de coco. As culturas foram mantidas a 25 ± 2 °C na sala de crescimento, sob fotoperíodo de 16 h, durante 30 dias, em delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições por tratamento. Parâmetros morfológicos (massas fresca e seca da parte aérea e das raízes) e teores de pigmentos fotossintéticos (clorofila a, b, total e carotenoides) medidos por espectrofotometria, foram avaliados. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o RStudio. O meio MS com 15 % de água de coco teve maior número médio de brotações ($14,40 \pm 0,09$), assim como as maiores massas fresca e seca da parte aérea ($3,40 \pm 0,23$ g e $0,54 \pm 0,03$ g, respectivamente). A massa das raízes e os teores de pigmentos fotossintéticos também foram maiores neste tratamento. O acréscimo de 15 % de água de coco ao meio MS possibilita maior multiplicação de cladódios, e aumento da biomassa e do potencial fotossintético de *S. undatus*, confirmando o potencial desse subproduto como aditivo natural para essa cultura in vitro.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Efeito do subproduto de água de coco no desenvolvimento anatômico de *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt cultivado *in vitro*

Evens Clairvil¹, Luana de Jesus Sartori¹, Mirian do Nascimento Mário², Marcelo de Almeida Guimarães³, Joyce Dória¹, Moacir Pasqual¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Genética e Melhoramento de Plantas/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil

clairvilevens1@gmail.com, luana.sartori1@estudante.ufla.br,
mirian.mariol@estudante.ufla.br, mguimara@ufc.br, joyce.doria@ufla.br,
mpasqual@ufla.br

Palavras-chave: Anatomia vegetal, micropropagação, nutrientes.

A água de coco é fonte rica em aminoácidos, fitormônios e minerais, essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas. *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt, cacto de reconhecido valor nutricional e medicinal, apresenta potencial para aplicações agrícolas e farmacêuticas. O aproveitamento eficaz dessa espécie requer estudos sobre diversidade, caracterização morfofisiológica e estratégias de conservação. O objetivo deste estudo foi avaliar características anatômicas de plantas de *S. undatus* cultivadas *in vitro* sob diferentes volumes de água de coco. Cladódios de 1,5 cm foram cultivados em meio Murashige e Skoog (MS), suplementado com 0, 50, 100, 150 ou 200 mL de água de coco, em delineamento inteiramente casualizado, com 20 repetições por tratamento. Após 30 dias, cladódios e raízes de cinco plantas por tratamento foram clareados com álcool etílico em concentrações crescentes (70%, 80%, 90% e 100%), com intervalos de 2 horas, fixados em solução de FAA (5% de formaldeído, 5% de ácido acético e 90% etanol) por 72 horas, processados e seccionados em cortes de 9 µm, corados com azul de toluidina (0,05%) e analisados em microscópio de luz (Nikon, Eclipse E100) com câmera digital acoplada (Infinity). A área da seção transversal dos cladódios (mm²), a área das raízes (mm²) e o diâmetro total das raízes (µm) foram avaliados com imagens analisadas no software UTHSCSA-Imagetool®, calibrado. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$), utilizando o software RStudio. Os resultados indicam que o meio MS suplementado com 50 mL de água de coco promoveu maior desenvolvimento anatômico, apresentando área de seção transversal dos cladódios de $1,17 \pm 0,03$ mm², área das raízes de $1,02 \pm 0,03$ mm² e diâmetro total das raízes de $1,12 \pm 0,03$ µm. A suplementação com 50 mL desse subproduto contribuiu significativamente para o desenvolvimento anatômico de *S. undatus*, sugerindo que concentrações moderadas de água de coco podem ser eficazes para otimizar a micropropagação e o crescimento *in vitro* da espécie.

Agradecimentos: CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Anatomia foliar e caulinar de *Coffea arabica* L. sob efeito sombreamento por árvores de *Eucalyptus* sp.

Lais Silva de Castro¹, Mansoor Ali¹, Orivaldo Benedito da Silva¹,

Marinês Ferreira Pires Lira¹

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{lais.castro2@estudante.ufla.br, mansoor.ali@estudante.ufla.br, orivaldo.silva@estudante.ufla.br, marines.pires@ufla.br}

Palavras-chave: Café, eucalipito, tecidos vegetais

Estudos antômicos das folhas e do caule de *Coffea arabica* em diferentes condições de sombreamento podem auxiliar os produtores a realizar o cultivo em locais mais adequados. Além disso, auxiliam na compreensão dos mecanismos de adaptação a diferentes condições ambientais. O café é uma das bebidas mais consumidas do mundo e ter conhecimento de melhores condições de cultivo é importante para atender a elevada demanda de produção. Com isso, o objetivo do trabalho é analisar anatomia foliar e do caule de *Coffea arabica* L. sob sombreamento e em pleno sol. Os indivíduos, de *C. arabica*, analisados se encontravam sob sombreamento de árvores de *Eucalyptus* sp. e outras em pleno sol no campus da UFLA. Para análise foram coletadas caules plagiotrópicos e folhas completamente expandidas e livres de herbivoria, a partir do terceiro nó da copa oeste e fixadas em etanol 70%. Posteriormente, foram feitas secções transversais e paradérmicas à mão livre na região mediana da lâmina foliar e secções transversais no caule. Em seguida, foram clarificadas em hipoclorito de sódio a 2%, as secções transversais de folha e de caule foram coradas Safrablau (1% de safranina e azul de alcian), enquanto as secções paradérmicas foram coradas com safranina, por fim foram montadas lâminas e observadas em microscópio óptico. Para realização das análises foram tiradas fotos em microscópio óptico com câmera acoplada e as medições foram realizadas no software ImageJ versão 4.0. As análises constituíram de: densidade estomática, diâmetro polar, diâmetro equatorial, espessura da cutícula e da parede celular da epidérme nas faces abaxial e adaxial, espessura do parênquima paliçádico e do parênquima esponjoso. Foram também mensurados a área do xilema e floema da nervura principal. Para realização da análise estatística foi utilizado o Sisvar 5.6, a Anova, para comparação de médias foi utilizado o teste Tukey a 0,05 de probabilidade. Após análise dos dados não foi encontrada diferença estatística dentre as variáveis analisadas. Demonstrando que as plantas de *Coffea arabica* L. cultivadas sob sol pleno e sob sombra não apresentaram diferenças anatômicas marcantes, levando em consideração que são indivíduos jovens e a adaptação destes a ambos ambientes.

Agradecimentos

CAPES

Índices de crescimento de *Typha domingensis* Pers. cultivada em resíduo de mineração de ferro alagado

Marcelo Ramos de Anchieta¹, Kauê Shindi Dias Nakamura², Amanda Coletti Santolino², Vitor Hugo Silva Ribeiro², Carlos Henrique Goulart dos Reis¹, Fabricio José Pereira²

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Instituto de Ciências da Natureza (ICN) – Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) Rua Gabriel Monteiro da Silva 700, Alfenas-MG 37130-001, Brasil

marcelo.anchieta@estudante.ufla.br, fjprock@gmail.com

Palavras-chave: Taboa, Crescimento e desenvolvimento, Poluentes sólidos, Tolerância à poluentes

O alagamento pode afetar a toxicidade do resíduo de mineração de ferro por aumentar a solubilização de elementos potencialmente tóxicos presentes no resíduo, mas plantas aquáticas, como a *Typha domingensis* Pers., podem ser tolerantes a esta condição. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a taxa de crescimento relativo (TCR), razão de área foliar (RAF) e taxa assimilatória líquida (TAL) da macrófita aquática *T. domingensis*, cultivada em resíduo de mineração de ferro alagado e em capacidade de campo como parâmetros indicativos de sua tolerância. As plantas foram coletadas e propagadas em casa de vegetação, e os clones obtidos foram transplantados para baldes contendo 2 L de resíduo de mineração de ferro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e 18 repetições ($n = 36$). O experimento foi conduzido durante 180 dias e, após este período, as plantas foram removidas do resíduo de mineração de ferro, lavadas com água corrente e seus órgãos foram separados. As folhas foram fotografadas para medir-se a área foliar utilizando-se o software ImageJ. Então, os órgãos foram secos em estufa de circulação forçada a 60°C até atingirem massa constante, período após o qual a massa seca de cada órgão foi medida separadamente com auxílio de balança analítica. Com a massa seca de cada órgão e a área foliar calculou-se TCR e RAF das plantas. TAL foi calculada como sendo a razão entre TCR e RAF. Os dados foram submetidos à ANAVA e teste de médias de Scott-Knott com $P < 0,05$. O alagamento do resíduo de mineração de ferro diminuiu em 2% a RAF ($P = 0,0263$) das plantas de taboa, porém não houve diferença entre tratamentos nos valores de TCR ($P = 0,5251$), cujo valor médio foi de 0,0245 g dia⁻¹, e TAL ($P = 0,4093$), cujo valor médio foi de 0,9361 mg cm⁻² dia⁻¹. O alagamento do resíduo de mineração de ferro diminuiu a razão de área foliar de *T. domingensis*, mas não afeta a taxa de crescimento relativo e a taxa assimilatória líquida da espécie, que apresenta tolerância a tal condição e tem potencial para fitorremediação do resíduo de mineração de ferro.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, FAPEMIG e ao CNPq.

In vitro* elongation stage of *Eucalyptus dunnii

AFSANEH GRAN¹, AMIR ZOLFAGHARY², GILVANO EBLING BRONDANI³

¹Department of Applied Botany, Federal University of Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Department of Phytopathology, Federal University of Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Laboratory of *in vitro* Culture of Forest Species, Department of Forestry Sciences, Federal University of Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

afsaneh.gran1, amir.zolfaghary@estudante.ufla.br, gilvano.brondani@ufla.br

Key words: *Eucalyptus dunnii*, *In vitro* culture, Micropropagation, Zinc oxide, Zinc sulphate.

Plant micropropagation is an important method for the clonal propagation of *Eucalyptus* species. This study focused on the *in vitro* elongation stage of *Eucalyptus dunnii*. Experiments were carried out at the Laboratory of *In Vitro* Culture of Forest Species, Department of Forestry Sciences, Federal University of Lavras (UFLA). *Eucalyptus* seeds were placed in a water-agar medium. Shoots obtained during the multiplication stage were prepared by isolating four standardized 1 cm shoots, each with two to three pairs of expanded leaves and good vigour. Explants were inoculated under aseptic conditions in 250 mL glass flasks and cultured for 30 days in 50 mL of WPM medium supplemented with 20 g·L⁻¹ glucose, 6 g·L⁻¹ agar, 0.05 mg·L⁻¹ BAP, 0.5 mg·L⁻¹ NAA, and 0.1 mg·L⁻¹ IBA. The experiment followed a completely randomized design with 12 replicates per treatment. Treatments consisted of control (without zinc), traditional (with zinc sulphate), and nanoparticulate (with zinc oxide) media, under four light conditions: white, blue, red, and purple. Assessments included survival and vegetative bud formation percentages, number of buds, leaves, and roots, shoot and root length (cm), oxidation, and contamination percentages. After 60 days, maximum survival and bud formation occurred in nano/white (91.66%) and minimum in control/blue (16.66%). Maximum vegetative buds were in traditional/blue (17.33) and minimum in control/red (0.66). Maximum average number of leaves occurred in traditional/blue (72.08) and minimum in control/red (2.83). Maximum shoot length (5.87 cm) was in nano/white and minimum (0.25 cm) in control/red. Maximum root formation occurred in nano/red and traditional/red (66.66%), with minimum in control/blue (0%). The highest number of roots was in traditional/red (4.08) and the lowest in control/blue (0). Maximum root length (4.62 cm) occurred in nano/white and minimum (0 cm) in control/blue. The highest oxidation (83.33%) was observed in nano/white and traditional/red, and the lowest (8.33%) in control/blue and control/white. Maximum contamination (83.33%) occurred in control/blue, while minimum (25%) occurred in traditional/white and traditional/red, and nano/white and traditional/red. The use of nanotechnology may promote advances in the *in vitro* cultivation of *Eucalyptus dunnii*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Systematic study of *Papaver argemone* and *Papaver belangeri* in flora of Iran

AFSANEH GRAN¹, AMIR ZOLFAGHARY², GILVANO EBLING BRONDANI³

¹Department of Applied Botany, Federal University of Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Department of Phytopathology, Federal University of Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Laboratory of *in vitro* Culture of Forest Species, Department of Forestry Sciences, Federal University of Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

afsaneh.gran1, amir.zolfaghary@estudante.ufla.br, gilvano.brondani@ufla.br

Key words: Macro-micromorphology, *Papaver argemone*, *Papaver belangeri*.

The genus *Papaver* L. belongs to *Papaveraceae*. This genus contains laticiferous tissues in various vegetative and reproductive organs and, due to its diverse alkaloid content, possesses considerable medicinal value. One of the taxonomic challenges within this genus concerns the synonymy and independence of certain species in floras and botanical references. For example, in Flora Iranica, Flora of Vascular Plants of Iran, Flora of Turkey, Flora of Iraq, and Flora of the Caucasus, *P. argemone* and *P. belangeri* are treated as synonyms, whereas in Flore de l'Iran and Flora of the USSR, they are described as two independent species. The present study focused on the macromorphological characters of these two species. For further confirmation, the micromorphology of pollen grains and seeds was examined using a scanning electron microscope (SEM). Herbarium specimens were obtained from herbaria in Russia and from the Plant Protection Research Institute of Iran, as well as from the North Tehran and Gorgan branches of Islamic Azad University, while SEM analyses were conducted at the University of Tehran. Macromorphological characteristics of the two species showed differences in plant height, branch type and number, capsule size, petal colour, and the shape of leaf segments. Pollen grains differed in length and width, apocolpium and mesocolpium size, shape and internal ornamentation of the colpi, and in their echinate ornamentation. The seed structure also differed in length, width, shape, and in surface and deep ornamentation. In the dendrograms based on quantitative and qualitative macromorphological and micromorphological characters of pollen grains and seeds in species of *Papaver*, these two species were separated from each other. Our results indicate that *P. argemone* and *P. belangeri* should be recognised as independent species based on macro- and micromorphological evidence.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

ANATOMIA FOLIAR EM *Solanum lycopersicum* L. (SOLANACEAE) SOB INTERAÇÃO ENTRE FÓSFORO E ETILENO

Batiel Ostinvil¹, Beatriz C. O. Q. Souza¹, Orivaldo B. Silva², Evaristo M. Castro², Vitor L. Nascimento¹

Departamento de Biologia/Setor de Botânica Aplicada – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

batiel.ostinvil1@estudante.ufla.br , beatriz.souza9@estudante.ufla.br ,

orivaldo.benedito@ufla.br , emcastro@ufla.br , vitor.nascimento@ufla.br

Palavras-chave: anatomia vegetal, etileno, fósforo, mesofilo, tomateiro.

A anatomia foliar constitui um parâmetro essencial para compreender a adaptação funcional das plantas a variações nutricionais e hormonais. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da interação entre fósforo (P) e etileno sobre as características anatômicas foliares de dois genótipos de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L. cv. Micro-Tom): o tipo selvagem (WT) e o mutante *Never ripe* (Nr). As plantas foram cultivadas em areia esterilizada e fertirrigadas com solução nutritiva de Hoagland modificada, sob três níveis de fósforo: ausência (0 mmol L⁻¹), controle (2 mmol L⁻¹) e excesso (4 mmol L⁻¹). Amostras foliares foram coletadas na fase vegetativa, fixadas em etanol 70%, processadas e analisadas em microscopia óptica, com mensurações realizadas via *ImageJ*®. Foram avaliadas as espessuras da epiderme adaxial e abaxial, do parênquima paliçádico, do parênquima esponjoso e do mesofilo. O mutante *Nr* apresentou espessuras superiores em todos os tecidos analisados, com diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). Na ausência de fósforo, o *Nr* exibiu 18 µm na epiderme adaxial, 20 µm (abaxial), 74 µm no parênquima paliçádico, 131 µm (esponjoso) e 223 µm (mesofilo), enquanto o WT apresentou 15 µm, 17 µm, 62 µm, 118 µm e 202 µm, respectivamente. Sob condição controle, o *Nr* manteve valores mais elevados (21, 23, 89, 151 e 305 µm) em comparação ao WT (17, 19, 72, 96 e 251 µm). Em excesso de fósforo, o *Nr* registrou 19, 21, 82, 145 e 248 µm, enquanto o WT apresentou 16, 18, 65, 110 e 186 µm, respectivamente. A ausência de sinalização do etileno no *Nr* promoveu maior espessamento foliar, sugerindo uma resposta anatômica compensatória frente ao estresse nutricional. O aumento da espessura do mesofilo e dos tecidos fotossintéticos indica potencial adaptação para otimizar a fotossíntese e a regulação hídrica em condições adversas. Conclui-se que a interação entre fósforo e etileno modula significativamente a plasticidade anatômica foliar do tomateiro, sendo o mutante *Nr* mais eficiente na adaptação estrutural sob diferentes disponibilidades de P.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Taxonomic revision of two species of the genus *Papaver* L. (*Papaveraceae*) in the flora of Iran

AFSANEH GRAN¹, AMIR ZOLFAGHARY², GILVANO EBLING BRONDANI³

¹Department of Applied Botany, Federal University of Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Department of Phytopathology, Federal University of Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Laboratory of *in vitro* Culture of Forest Species, Department of Forestry Sciences, Federal University of Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

afsaneh.gran1, amir.zolfaghary@estudante.ufla.br, gilvano.brondani@ufla.br

Key words: Macro-micromorphology, *Papaver rhoeas*, *Papaver bipinnatum*.

Genus *Papaver* L. belongs to *Papaveraceae*. This genus contains laticifer tissues in various vegetative and reproductive organs, and due to diverse alkaloids, possesses medicinal value. One of the challenges of this genus is synonymy and the independence of species in floras and botanical references. For example, in Flora Iranica, the flora of vascular plants in Iran, Flora of the USSR, and Mikheev in the flora of the Caucasus describe *P. rhoeas* and *P. bipinnatum* as two independent species, but in Flora of Iraq they are synonyms. Current research focuses on the macro-micromorphological characteristics of the two species. Both fresh and dried specimens were used for these studies. Fresh plant materials were collected from various regions of Iran. Herbarium specimen from several herbariums in Russia (Moscow) and Plant Protection Research Institute of Iran and Islamic Azad University, Tehran and Gorgan branches were prepared. For the studies of pollen grains and seeds, scanning electron microscopy (S.E.M.) was used at Tarbiat Modares University in Iran. For pollen grains (8), seeds (5), and macromorphological traits (39), qualitative characteristics were recorded as coded data, while quantitative traits (6, 3, and 24, respectively) were expressed as mean values. Using the morphometric information obtained, cluster analysis was performed and dendrograms were constructed. The relationships among the species were examined, and our results indicated that they can be differentiated based on macro-micromorphological traits. In conclusion, considering both previous floras and the present findings, the two species are confirmed to be independent.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Anatomia foliar de *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae) de flor amarela cultivada no Horto Botânico da UFLA

**Joabe Meira Porto¹, Marizete Gonçalves da Silva¹, Maísa Barbosa Santos¹,
Gustavo Teixeira Oliveira¹, Marinês Pires Ferreira Lira¹**

¹Departamento de Botânica Aplicada/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

joabe.porto2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: cipó-de-são-joão, diversidade fenotípica, liana trepadeira, plasticidade anatômica.

Pyrostegia venusta (Ker Gawl.) Miers é uma liana trepadeira popularmente conhecida como cipó-de-são-joão, cujas flores são predominantemente alaranjadas, sendo a coloração amarela uma ocorrência rara. O objetivo deste estudo foi descrever a anatomia foliar de indivíduos com flor amarela cultivados no Horto Botânico da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram coletados folíolos totalmente expandidos, localizados na porção mediana do ramo. As secções transversais e paradérmicas foram obtidas manualmente com lâminas de aço nas regiões da base, porção mediana e ápice dos folíolos. As lâminas histológicas, coradas com safranina e safrablau, foram montadas em gelatina glicerina e analisadas em microscópio óptico. A safranina foi utilizada para secções de estrutura secundária/lignificação e a safrablau para secções de estrutura primária. Na face adaxial, a epiderme é uniestratificada, com células poligonais de paredes levemente sinuosas, além de tricomas tectores multicelulares e tricomas glandulares peltados. Na face abaxial, as células apresentaram paredes mais sinuosas, com estômatos anomocíticos restritos a essa face, caracterizando a folha como hipoestomática, e os mesmos tipos de tricomas. O mesofilo apresentou organização dorsiventral, com parênquima paliçádico uniestratificado e parênquima esponjoso de cinco a sete camadas. A nervura mediana mostrou epiderme unisseriada, colênquima anelar, feixes vasculares colaterais envolvidos por bainha parenquimática e tricomas tectores abundantes. Os resultados corroboram descrições anteriores para a espécie, mas ressaltam a importância de registrar indivíduos com flor amarela, ampliando o conhecimento sobre a diversidade fenotípica de *P. venusta* e suas variações anatômicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Anatomia foliar de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl) Miers (Bignoniaceae) em diferentes ambientes da UFLA

**Gustavo Teixeira Oliveira¹, Maísa Barbosa Santos¹, Marizete Gonçalves da Silva¹,
Letícia Fagundes Pereira¹, Fernanda de Oliveira¹, Marinês Ferreira Pires Lira¹**

¹Departamento de Botânica Aplicada/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

gustavo.oliveira21@estudante.ufla.br, maisa.santos3@estudante.ufla.br,
marizete.silva@estudante.ufla.br,
fernanda.oliveira6@estudante.ufla.br, marines.pires@ufla.br

Palavras-chave: cipó-de-são-joão, histologia vegetal, plasticidade fenotípica.

Pyrostegia venusta é uma liana trepadeira, popularmente conhecida como cipó-de-são-joão. Suas flores, geralmente de cor laranja, raramente amarela. Trata-se de uma espécie nativa do Brasil, com ocorrência em ambientes que variam de higrófilos a mesófilos. O objetivo deste estudo foi caracterizar a anatomia foliar de *P. venusta* em dois ambientes distintos da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foliolos do terceiro nó foram coletados no Horto Botânico (HB) e no Centro de Convivência (CC), armazenados em álcool 70% e processados no Laboratório de Anatomia Estrutural da UFLA para a confecção de lâminas histológicas semipermanentes. Cortes paradérmicos e transversais foram tratados, corados com safranina e safrablau, e as imagens obtidas através de uma câmera acoplada a um microscópio óptico. Na face adaxial, as células epidérmicas são poligonais, com paredes levemente sinuosas no HB e mais espessas e retas no CC. Observam-se tricomas tectores multicelulares (2–3 células) e tricomas glandulares peltados em depressões da epiderme, em vista transversal. Na face abaxial, as células epidérmicas têm paredes sinuosas, com estômatos anomocíticos, além dos mesmos tipos de tricomas. O folíolo possui nervura mediana com epiderme unisseriada, cutícula delgada e numerosos tricomas tectores de ponta fina. Abaixo, há 2–3 camadas de colênquima anelar em ambas as faces e 5–7 camadas de parênquima clorofiliano. No CC, ocorrem feixes de fibras esclerenquimáticas mais lignificadas ao redor do feixe vascular colateral, enquanto no HB aparecem células parenquimáticas entre o xilema. O mesófilo é dorsiventral, e os feixes vasculares são colaterais, com bainha parenquimática ou, em alguns casos, esclerenquimática. Este estudo revelou diferenças anatômicas foliares em *Pyrostegia venusta* entre os dois ambientes da UFLA. As variações incluem a presença de fibras esclerenquimáticas mais lignificadas no Centro de Convivência e células parenquimáticas do xilema no Horto Botânico. Adicionalmente, as paredes celulares da epiderme na face adaxial são levemente sinuosas no HB e mais espessas e retas no CC. Essas diferenças indicam uma plasticidade anatômica da espécie como resposta a microambientes distintos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Canteiros temáticos como ferramenta de educação botânica ambiental: levantamento de espécies ornamentais no UFLA em Flor – Festival de Primavera

Marizete Gonçalves da Silva¹, Francilene de Lourdes Bonifácio², Mariana Cruz de Souza², Radija Victória Silva¹, Antonio Rodrigues da Cunha Neto³, Michele Valquíria dos Reis²

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Alfenas, MG, Brasil CEP 37130-00 – Alfenas, MG – Brasil

{marizete.silva, francilene.bonifacio2, mariana.souza8, radija.silva}@estudante.ufla.br, antoniorodrigues.biologia@gmail.com, michele.reis@ufla.br

Palavras-chave: Taxonomia vegetal, impercepção botânica, educação não formal.

O evento UFLA em Flor – Festival de Primavera, realizado em 28 de setembro de 2025 pelo Horto Botânico da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em parceria com o Núcleo de Estudos em Plantas Ornamentais e Floricultura (NEPAFLOR), teve como propósito celebrar a primavera e promover a integração entre universidade e comunidade por meio de atividades que uniram arte, ciência e natureza. Este estudo teve como objetivo identificar as espécies presentes nos nove canteiros temáticos. A metodologia consistiu na identificação baseada em caracteres morfológicos vegetativos e reprodutivos, com apoio de literatura especializada e confirmação dos nomes e da origem (nativa ou exótica) nas bases Reflora, Trópicos e World Flora Online (WFO). As espécies foram classificadas por família, nome científico, nome popular, origem. Foram registradas 36 espécies distribuídas em 18 famílias, sendo nove nativas da flora brasileira e 27 exóticas. Destacaram-se as famílias mais representativas: Asteraceae (seis espécies; ex.: *Helianthus annuus* L.), Bromeliaceae (cinco; ex.: *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms), Lamiaceae (cinco; ex.: *Lavandula dentata* L.) e Asparagaceae (quatro; ex.: *Dracaena trifasciata* (Prain) Mabb.). Os canteiros, além de espaços de observação durante o evento, foram sinalizados com placas identificando as espécies e serão mantidos no Horto Botânico para atividades de extensão universitária e educação botânica ambiental, fortalecendo o papel do Horto como espaço de aprendizagem na educação não formal.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Anatomia ecológica foliar de *Piper gaudichaudianum* Kunth (Piperaceae) em diferentes ambientes de ocorrência

Brisa Rodrigues Pereira¹, Guilherme Henrique Rosa², Fernanda Oliveira³, Luiz Carlos Rosa Machado³, Marinês Ferreira Pires Lira³ e Evaristo Mauro de Castro³

¹Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Ecologia e Conservação/DEC – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

brisa.pereira@estudante.ufla.br, guilherme.rosa2@estudante.ufla.br,
luiz.machado1@estudante.ufla.br, emcastro@ufla.br

Palavras-chave: morfologia foliar, luz, anatomia vegetal, ambientes contrastantes.

Piper gaudichaudianum Kunth, popularmente conhecida como pariparoba, é uma espécie pioneira bastante comum em clareiras, bordas de trilhas e barrancos. O estudo caracterizou a anatomia foliar da espécie *Piper gaudichaudianum* Kunth, em três diferentes ambientes no campus da Universidade Federal de Lavras: sol pleno, meia-sombra e ambiente úmido. Foram coletadas folhas adultas totalmente expandidas a partir do terceiro nó no sentido ápice base, fixadas em etanol 70% e submetidas a microtécnica usual. As variações anatômicas observadas entre os ambientes sugerem respostas funcionais à disponibilidade de luz e umidade. Em ambiente de (i) sol pleno, as folhas apresentaram células epidérmicas adaxiais mais compactas, com maior densidade estomática e presença de camada subepidérmica dupla com maior tamanho celular, indicando adaptação à alta radiação e menor umidade. Nas (ii) bordas de trilha, as células epidérmicas estavam mais alongadas e com parede celular mais fina, duas camadas subepidérmicas foram observadas, além de parênquima paliádico desenvolvido e tricomas em maior densidade, refletindo um ambiente de transição. Em ambiente (iii) úmido as folhas exibiram células epidérmicas ainda mais alongadas, com menor densidade estomática que nos dois casos e presença de apenas uma camada subepidérmica, refletindo adaptação à alta umidade e menor incidência de radiação. Esses resultados demonstram a variação morfológica foliar de *P. gaudichaudianum* em um gradiente ambiental, evidenciando estratégias estruturais de aclimação anatômica em resposta à variações na luz e disponibilidade hídrica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Arborização urbana e percepção botânica: uma experiência educativa no UFLA em Flor: Festival de Primavera

Marizete Gonçalves da Silva¹, Luiza Simas Calenzani², Antônio Rodrigues da Cunha Neto³, Michele Valquíria dos Reis⁴

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ecologia e Conservação/DEC – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL), Alfenas, MG, Brasil, CEP 37130-00 – Alfenas, MG – Brasil

⁴Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{marizete.silva, luiza.calenzani}@estudante.ufla.br,
antoniorodrigues.biologia@gmail.com, michele.reis@ufla.br

Palavras-chave: Espécies nativas, educação ambiental, extensão universitária.

O evento UFLA em Flor: Festival de Primavera, organizado pelo Horto Botânico da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em parceria com o Núcleo de Estudos em Plantas Ornamentais e Floricultura (NEPAFLOR), foi realizado em 28 de setembro de 2025 e promoveu uma exposição sobre arborização urbana e percepção botânica, voltada tanto à comunidade acadêmica quanto ao público externo. A ação teve como objetivo despertar a percepção da população sobre a diversidade de espécies que compõem as áreas urbanas. Foram apresentadas oito espécies pertencentes a sete famílias botânicas, sendo seis nativas e duas exóticas. Entre as nativas, destacaram-se *Paubrasilia echinata* (Fabaceae – pau-brasil) e *Moquilea tomentosa* (Chrysobalanaceae – oiti); e as exóticas, *Koelreuteria bipinnata* (Sapindaceae – árvore-da-china) e *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae – jaqueira). A exposição contou com 119 participantes inscritos, além de um expressivo público espontâneo, o que proporcionou contato com as características morfológicas e ecológicas das espécies e incentivou a reflexão sobre critérios de seleção e manejo em projetos de arborização. O UFLA em Flor consolidou-se como uma ação de extensão universitária em educação botânica ambiental, fortalecendo o vínculo entre ciência e comunidade e promovendo a valorização da arborização urbana com espécies nativas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO



Play na Consciência: Jogos Sérios como Ferramenta de Conscientização sobre a Violência contra a Mulher

Jefferson Wagner Francisco, Heitor Costa

PqES - Grupo de Pesquisa em Engenharia de Software - Departamento de Ciência da Computação/ICET - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 - Lavras, MG - Brasil

jefferson.francisco@estudante.ufla.br, heitor@ufla.br

Palavras-chave: Jogos sérios, violência contra mulheres, conscientização, Lei Maria da Penha.

No Brasil, onde uma mulher é agredida a cada quatro minutos, a violência de gênero transcende a estatística para se tornar uma crise social urgente, sendo um problema social complexo e persistente, com impactos devastadores na vida das vítimas e na sociedade como um todo. Para enfrentar esse cenário, a mera disseminação de informação é insuficiente; é preciso conscientizar sobre a existência de diversas formas de violência. Portanto, ter empatia, ter compreensão profunda e conhecer os mecanismos de denúncia e de apoio é fundamental. Nesse contexto, os jogos sérios emergem como uma ferramenta promissora para engajar o público de forma interativa e educativa, promovendo a reflexão e a mudança de comportamento. Diferentemente de mídias passivas, eles exigem que o jogador tome decisões e vivencie as consequências de suas ações, promovendo aprendizado ativo e mudança de perspectiva. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo sério focado na desmistificação e conscientização sobre a violência contra mulheres. O objetivo é criar uma experiência imersiva e educativa, abordando as formas sutis e igualmente devastadoras de violência (física, psicológica, moral, sexual e patrimonial), conforme delineado pela Lei Maria da Penha. O jogo simulará cenários realistas, como o controle financeiro exercido pelo parceiro ou o isolamento gradual da vítima, permitindo que os jogadores identifiquem sinais de violência, compreendam suas consequências e aprendam sobre os recursos disponíveis para as vítimas e a importância da denúncia. A metodologia de desenvolvimento será multifacetada, incluindo quatro fases: **Pesquisa**, **Design**, **Implementação** e **Avaliação**. Na fase **Pesquisa**, serão coletados dados sobre a violência contra a mulher no Brasil, a análise de jogos sérios existentes com temáticas sociais e a consulta a especialistas na área para garantir a fidelidade e a sensibilidade dos temas abordados. Na fase **Design**, serão utilizados princípios de engajamento e de aprendizagem com narrativas envolventes e desafios que estimulem a empatia e o pensamento crítico. Para isso, serão utilizadas Teorias Fundamentais de Aprendizagem e Motivação, Mecânica da Aprendizagem e *Frameworks* de *Design*. Na fase **Implementação**, serão utilizadas tecnologias de desenvolvimento de jogos que permitam a criação de uma experiência acessível e impactante. Na fase **Avaliação**, serão consultados grupos focais diversificados, a fim de verificar sua eficácia na promoção da conscientização e na mudança de percepções. Para isso, serão utilizados Taxonomia de Bloom, MEEGA+, *Technology Acceptance Model* (TAM) e Taxonomia de Bartle. Espera-se que o jogo sério desenvolvido contribua significativamente para a educação e a conscientização da população sobre a violência contra a mulher, auxiliando na prevenção e no combate a esse grave problema social, tornando-os agentes de mudança em seus próprios círculos sociais. Ao transformar o jogador de um espectador passivo em um participante ativo, utilizando uma abordagem lúdica e interativa, o jogo sério tem o potencial de alcançar um público amplo, incluindo jovens, e de gerar impacto duradouro na compreensão e no enfrentamento da violência de gênero no país.

Digital Banking Inclusion and the Rise of Rural Entrepreneurship in Sub-Saharan Africa

Ugochukwu Okwudili Matthew

Computer Science Department
Federal University of Lavras, Minas Gerais, Brazil
okwudili.ugochukwu@estudante.ufla.br

Renata L. Rosa

Computer Science Department
Federal University of Lavras, Minas Gerais, Brazil
renata.rosa@ufla.br

Demostenes Z. Rodriguez

Computer Science Department
Federal University of Lavras, Minas Gerais, Brazil
demostenes.zegarra@ufla.br

Abstract

In Sub-Saharan Africa, the expansion of digital banking is revolutionizing rural entrepreneurship by closing gaps in financial access and fostering the growth of small and medium-sized businesses (SMEs). This study investigates how enhanced capital access, transaction efficiency, and financial literacy are achieved by rural businesses through the use of digital financial services, fintech platforms, and mobile banking. Through the analysis of a few chosen nations, the study emphasizes how inclusive digital infrastructure may promote economic resilience, lower poverty, and encourage creativity in marginalized populations. The results highlight digital banking's role as a driver of the region's entrepreneurial expansion and sustainable rural development. Using the Technology Acceptance Model (TAM) and Customer Relationship Management (CRM) frameworks, this study explores how digital banking empowers rural SMEs in Sub-Saharan Africa, highlighting their role in job creation, innovation, and economic resilience as drivers of national development. The impact of CRM elements like trust and engagement and TAM factors like perceived utility and simplicity of use on the uptake of digital banking and financial inclusion was examined. In order to verify these associations empirically, a Chi-square test of independence was used to evaluate the link between financial inclusion outcomes, like account ownership and the use of digital payments, and categorical variables that indicate TAM and CRM aspects. The Chi-square computation yielded statistically significant results ($\chi^2 = 11.136$, $df = 4$, $p < 0.05$), confirming that user perceptions and relationship strategies are meaningfully linked to financial inclusion in rural environments. The findings demonstrate that digital banking adoption is not random but influenced by behavioral and relational factors, reinforcing the importance of user-centric design and trust-building in digital financial services. This case study affirms that TAM and CRM, when strategically applied, enhance digital banking's role in bridging financial gaps and empowering rural populations across the Sub-Saharan Africa region.

Keywords: Digital Banking , Financial Inclusion, Rural Entrepreneurship, SMEs Empowerment, Fintech Innovation, Technology Acceptance Model(TAM), Customer Relationship Management(CRM)

1. Introduction

In recent years, digital banking has emerged as a transformative force in reshaping financial landscapes across the globe, particularly in developing regions (Nichkasova and Shmarlouskaya 2020). In Sub-Saharan Africa, where traditional banking infrastructure often fails to reach remote and underserved communities, digital banking inclusion has opened new pathways for economic participation and entrepreneurial growth. The proliferation of mobile money platforms, fintech innovations, and digital financial services has enabled rural populations especially small and medium-sized enterprises (SMEs) to access financial tools that were previously out of reach. This shift is not merely technological; it represents a profound socio-economic evolution that empowers individuals and communities to engage in formal economic activities, build resilience, and pursue sustainable livelihoods. Rural entrepreneurship in Sub-Saharan Africa has long been constrained by limited access to capital, inadequate financial literacy, and infrastructural challenges (Edobor and Sambo-Magaji 2025). Entrepreneurs in these regions often operate informally, relying on cash-based transactions and facing barriers to scaling their businesses. Digital banking inclusion addresses these challenges by offering secure, efficient, and accessible financial services through mobile devices and decentralized platforms. Entrepreneurs can now open accounts, apply for microloans, receive payments, and manage their finances without the need to travel long distances or navigate complex bureaucratic systems. This democratization of finance has the potential to unlock latent entrepreneurial energy and stimulate local economies. By enabling women to start and grow businesses, digital banking promotes gender empowerment and strengthens household economies. In addition, youth in rural areas are leveraging digital platforms to launch innovative ventures, from agritech solutions to e-commerce services, creating new employment opportunities and fostering a culture of innovation (Sharma and Swadimath 2025). Digital banking inclusion is not just a financial innovation, it is a catalyst for rural transformation in Sub-Saharan Africa. By enabling access to capital, fostering entrepreneurial activity, and integrating marginalized communities into the formal economy, digital banking lays the foundation for a more equitable and dynamic future. The rise of rural entrepreneurship, powered by digital finance, signals a new era of opportunity and resilience for the region.

SMEs are widely recognized as engines of economic growth, innovation, and employment across the globe (Bem et al. 2023). In the Sub-Saharan Africa region, SMEs role is particularly critical in rural areas, where they serve as catalysts for local development, poverty alleviation, and community resilience. SMEs contribute significantly to national gross domestic product (GDP), stimulate domestic production, and foster inclusive economic participation. Yet, despite their importance, rural SMEs often face systemic barriers to accessing formal financial services, including limited physical banking infrastructure, low financial literacy, and exclusion from traditional credit systems. These constraints hinder their ability to scale operations, invest in productivity, and integrate into broader economic networks. Digital banking has emerged as a transformative solution to these challenges, offering rural SMEs new avenues for financial inclusion and investment expansion. Through mobile banking platforms, digital wallets, and fintech innovations, SMEs in remote regions can now access capital, manage transactions, and

engage with broader markets in ways that were previously unimaginable. The democratization of financial services via digital channels not only reduces operational costs for banks but also empowers entrepreneurs to make informed financial decisions, build credit histories, and participate in formal economic systems(Jameaba 2020). This shift is reshaping the financial landscape of rural communities and unlocking new opportunities for sustainable development. Understanding the behavioral dynamics behind the adoption of digital banking among rural SMEs is essential for designing effective financial inclusion strategies.

The Technology Acceptance Model (TAM) offers a robust framework for analyzing these dynamics. TAM posits that two primary factors perceived usefulness and perceived ease of use drive users' acceptance of every new technologies(Matthew 2023). In the context of rural SMEs, perceived usefulness may relate to the ability to access loans, streamline payments, or monitor cash flow, while perceived ease of use encompasses intuitive interfaces, low transaction costs, and minimal technical barriers. When digital banking platforms align with these perceptions, adoption rates increase, enabling SMEs to leverage financial tools for growth and resilience. The technology adoption alone is not sufficient to ensure long-term engagement and investment expansion. This is where Customer Relationship Management (CRM) systems play a pivotal role. CRM tools enable financial institutions to build meaningful relationships with SME clients by tracking behavior, understanding needs, and delivering personalized financial solutions(Nethanani, Vuko, and Thango 2024). Through data analytics, banks can identify high-potential enterprises, offer tailored credit products, and provide advisory services that support business development. CRM also facilitates proactive communication, helping SMEs navigate financial challenges and seize investment opportunities. By fostering trust and loyalty, CRM systems enhance the overall customer experience and encourage SMEs to deepen their engagement with digital financial services. This paper presents a case study-driven analysis of digital banking inclusivity for rural SME empowerment across the Sub-Saharan Africa region. It examines successful models of digital finance integration, highlights the role of TAM and CRM in driving adoption and investment, and identifies policy and infrastructural enablers that support inclusive financial ecosystems. By synthesizing insights from diverse contexts, the chapter offers actionable recommendations for policymakers, financial institutions, and development practitioners seeking to harness digital banking as a tool for rural economic transformation. Empirical studies, including those by the International Monetary Fund (IMF, 2022), show that countries with higher financial inclusion indices tend to experience more stable economic growth, reduced income inequality, and greater economic diversification. This is paper is structured into: introduction, research objectives, theoretical framework, research question, study hypothesis, research methodology, method of data analysis, discussion of research findings, conclusion and recommendation.

2. Research Objectives

This study aims to examine the impact of digital banking inclusion on the growth and empowerment of rural entrepreneurship in selected Sub-Saharan African countries. It seeks to analyze how access to digital financial services such as mobile banking, online transactions, and fintech platforms enhances financial accessibility, business scalability, and economic participation among rural SMEs. The research also explores the role of digital banking in reducing financial exclusion, fostering innovation, and promoting inclusive development. The objective is to provide evidence-based insights that inform policy frameworks and support sustainable digital financial

ecosystems for rural entrepreneurs. This study explores how digital banking enhances financial access and operational efficiency for rural SMEs across the Sub-Saharan Africa region, evaluates its impact on SME growth and formal financial participation, applies the TAM to assess adoption drivers, investigates CRM strategies that build trust and loyalty, empirically examines the relationship between TAM, CRM, and financial inclusion outcomes, and identifies key barriers and enablers to adoption, offering policy and infrastructure recommendations for inclusive SME empowerment.

3. Theoretical Framework

The rapid evolution of digital banking has transformed financial systems globally, offering innovative solutions to address long-standing barriers to financial inclusion (Mittal et al. 2024). In the Sub-Saharan African region, rural SMEs represent a critical segment of the economy, contributing significantly to employment, local innovation, and poverty reduction. On the other hand, these enterprises often operate in environments with limited access to traditional banking infrastructure, making financial inclusion a persistent challenge. Digital banking through mobile platforms, internet-based services, and fintech innovations has emerged as a powerful tool to bridge this gap and empower rural SMEs (Bashir 2024). Digital banking enables rural SMEs to access essential financial services such as savings, credit, insurance, and payments without relying on physical bank branches. Mobile banking and digital wallets, for example, allow entrepreneurs to conduct transactions, manage cash flow, and receive payments remotely, reducing operational costs and increasing efficiency. This shift is particularly impactful in regions where geographical isolation and underdeveloped infrastructure have historically excluded rural businesses from formal financial systems. The integration of behavioral and relational frameworks further enhances the effectiveness of digital banking. The TAM provides insight into how rural SME operators perceive and adopt digital platforms. TAM identifies perceived ease of use and perceived usefulness as critical factors influencing technology adoption. In rural areas with limited digital literacy, creating user-friendly and contextually relevant banking platforms is vital to promote initial engagement and long-term utilization of digital financial services. CRM strategies are essential for building trust and sustaining long-term relationships between financial institutions and rural SMEs, particularly among users wary of formal banking systems (Odio et al. 2021). By offering personalized services, timely support, and clear communication, banks can tailor financial products to SME needs, boosting satisfaction, loyalty, and overall financial resilience.

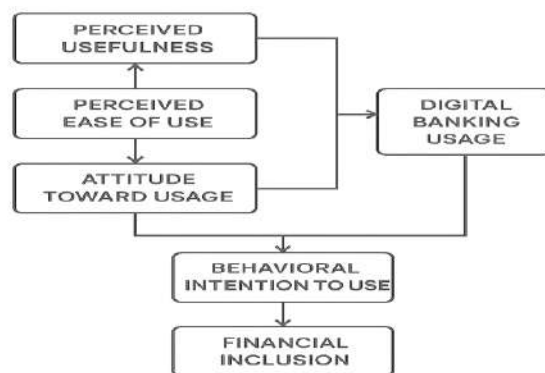


Figure 1, The TAM Structure for digital banking and financial inclusion in Sub-Saharan African region, author illustration.

As illustrated in Figure 1, perceived usefulness in digital banking across the Sub-Saharan African region highlights users' recognition of tangible benefits like time savings, lower transaction costs, and remote service access. This perception is especially impactful in areas lacking physical banking infrastructure, where digital solutions serve as vital gateways to formal financial systems. Equally important is perceived ease of use, which becomes crucial in regions with low digital literacy or limited access to sophisticated devices. When platforms are designed to be intuitive and user-friendly, they encourage broader engagement regardless of users' technical proficiency. Together, these perceptions significantly influence users' attitudes toward adopting digital banking services. In Sub-Saharan African region, attitudes are influenced by cultural norms, trust in institutions, and prior exposure to technology. A positive attitude often stems from community endorsement, successful onboarding experiences, and visible benefits. Users' attitudes toward digital banking shape their intention to adopt it, influenced by social, governmental, and practical factors, resulting in varied usage patterns across the Sub-Saharan African region. Digital banking adoption is frequently high in urban locations due to factors including infrastructure, population density, and high levels of citizen education and awareness. Usage is dependent on localized solutions, price, and mobile penetration in underserved or rural areas. People can save, borrow, invest, and insure when digital banking is successfully implemented, increasing financial inclusion. Because it promotes resilience, empowerment, and economic engagement, this inclusion is transformative, particularly for underrepresented people. As a chain connecting technology perception to socioeconomic impact, each element of the TAM model is essential to this process.

Figure 2 illustrates how integrating CRM and TAM enhances customer engagement and drives digital transformation. CRM leverages AI-driven personalization, predictive analytics, and automated engagement to boost retention, trust, and advocacy (May et al. 2025). By focusing on perceived usefulness and ease of use, which influence behavioral intention and actual system use, TAM promotes the adoption of technology. While TAM makes sure people choose AI-powered solutions that boost productivity, CRM creates enduring relationships through trust, personalization, satisfaction, and loyalty. Businesses can prioritize information and communication technologies (ICTs), adjust to technological developments, and stay competitive thanks to this synergy. Integrating CRM with the TAM creates a powerful framework for fostering enduring client relationships and driving sustainable adoption of digital technologies. CRM enhances trust, personalization, and engagement, while TAM addresses user perceptions of ease and usefulness both essential for encouraging consistent usage. In the dynamic digital economy, this combination ensures that financial institutions not only attract users but also retain them through meaningful, user-centric experiences. By aligning behavioral insights with relationship-building strategies, organizations can better support rural SMEs, improve financial inclusion, and adapt to evolving technological landscapes with resilience and long-term impact.

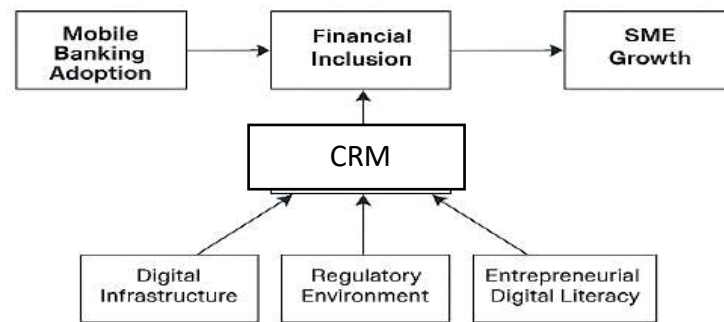


Figure 2: CRM and TAM in Digital Banking Financial Inclusion, author illustration

In today's AI-driven digital banking landscape, the integration of CRM and the TAM forms a dynamic framework for customer-centric innovation (Matthew et al. 2023). CRM harnesses advanced AI tools such as predictive analytics, intelligent chatbots, and personalization engines to deliver tailored experiences that build trust, enhance satisfaction, and cultivate long-term loyalty. Meanwhile, TAM provides insight into user behavior by analyzing how perceived ease of use and usefulness influence technology adoption. Together, these models enable financial institutions to design intuitive, responsive digital platforms that not only attract rural SMEs but also sustain meaningful engagement, driving inclusive growth, financial empowerment and business intelligence (Nwanakwaugwu et al. 2023). These tools enable banks to anticipate customer needs, deliver tailored financial solutions, and maintain consistent engagement across digital channels. TAM complements this by explaining how users adopt these technologies based on perceived usefulness and ease of use, which directly influence behavioral intention and actual system usage. When customers find digital banking platforms intuitive and beneficial, their engagement deepens, reinforcing CRM outcomes. This synergy enhances customer retention and advocacy while driving operational efficiency and competitive advantage. By prioritizing ICT integration and ethical AI practices, banks can ensure seamless, personalized experiences that sustain digital transformation, leveraging CRM and TAM together empower financial institutions to build enduring relationships in a data-driven economy.

4. Research Question

1. To what extent does access to digital banking influence the financial decision-making and investment behavior of rural entrepreneurs in Sub-Saharan Africa?
2. In what ways does digital banking enhance financial accessibility and operational efficiency for rural SMEs across Sub-Saharan Africa?
3. How do TAM constructs namely perceived ease of use and perceived usefulness affect the adoption of digital banking platforms by rural SME operators?
4. How do CRM strategies contribute to building trust, fostering user engagement, and promoting loyalty among rural SMEs utilizing digital financial services?
5. Is there a statistically significant association between digital banking utilization and financial inclusion outcomes among rural SMEs, as determined through chi-square analysis?
6. What factors impede the adoption of digital banking by rural SMEs, and how can TAM and CRM frameworks inform the design of inclusive financial solutions?

5. Study Hypothesis

These hypotheses are structured to support both quantitative testing and theoretical exploration.

H₁: Access to digital banking services has a statistically significant positive effect on the financial performance of rural entrepreneurs in Sub-Saharan Africa.

H₂: The perceived ease of use and usefulness of digital banking platforms significantly influence the adoption rate among rural SME operators.

H₃: Rural entrepreneurs who engage consistently with digital banking platforms exhibit higher levels of business formalization and scalability than those with sporadic or no engagement.

H₄: CRM and TAM strategies embedded in digital banking platforms significantly enhance trust, user engagement, and loyalty among rural SMEs.

6. Research Methodology

This study adopts a mixed research methodology to investigate digital banking inclusion among rural SMEs across 4 Sub-Saharan Africa countries. By integrating both quantitative and qualitative approaches, the research captures statistical relationships and contextual insights into how digital financial services impact business growth, financial access, and operational efficiency. The selected countries represent diverse fintech ecosystems, allowing for comparative analysis of adoption patterns, infrastructural challenges, and socio-economic factors influencing digital banking usage among rural SME operators. Quantitative analysis, based on structured questionnaires and secondary data from International Telecommunication Union (ITU), GSMA Mobile Money Database, World Bank Global Findex, and IMF Financial Access Survey. The ITU encourages digital inclusion by developing internet infrastructure and access, particularly in underserved areas. With more than 1,000 organizations and 194 member nations, it promotes collaboration between academic institutions, telecom companies, and governments. Qualitative interviews with SME owners and banking professionals explore trust, adoption barriers, and user experience. Thematic analysis reveals behavioral and relational patterns. Ethical standards, including informed consent and confidentiality, are upheld as the study demonstrates how digital banking empowers rural SMEs and fosters inclusive economic development.

6. Method of Data Analysis

The study confirms that strategic digital banking initiatives significantly influence consumer engagement and financial inclusion in the Sub-Saharan Africa. A Chi-Square value of 11.136, exceeding the critical threshold of 9.488 at a 0.05 significance level, leads to the rejection of the null hypothesis, indicating a meaningful association between digital banking variables and inclusion outcomes. Key factors such as ICT concentration, CRM strategies, TAM adoption, and digital banking implementation show strong correlations with financial access. Discrepancies between observed and expected frequencies underscore the importance of technological infrastructure and market size, while CRM strategies, though less divergent, still enhance personalized engagement. These findings validate the study's hypotheses and illustrate that financial inclusion is shaped by a complex ecosystem not just technology, but also strategic

planning and relational dynamics. The results emphasize the value of a data-driven approach and suggest that targeted investment in digital infrastructure and customer engagement can yield measurable improvements in financial participation.

Table 1: Chi-Square Distribution

Category	Observed (O)	Expected (E)	O – E	(O – E) ²	(O – E) ² / E
Digital Banking Implementation	30	44	-14	196	4.455
TAM Adoption	25	40	-15	225	5.625
CRM Strategies	40	45	-5	25	0.556
Consumer Engagement	42	40	2	4	0.100
ICT Concentration	44	40	4	16	0.400
Total	181	209			11.136

Interpretation

- **Chi-Square Statistic (χ^2):**
Sum of the last column = **11.136**
- **Degrees of Freedom (df):**
(df = n - 1 = 5 - 1 = 4)
- **Critical Value at $\alpha = 0.05$** (from Chi-Square table):
For df = 4 $\rightarrow \chi^2$ critical ≈ 9.488
- **Conclusion:**
Since **11.136 > 9.488**, we **reject the null hypothesis**. This suggests a statistically significant relationship between the strategic variables (Digital Banking, TAM, CRM, ICT) and Consumer Engagement.

6.1 Analyzing the Hypothesis

- Alternative Hypothesis (H1):

There is a significant positive relationship between digital banking access and financial inclusion among rural SMEs in the Sub-Saharan Africa countries.

- Null Hypothesis (H₀)

There is no significant positive relationship between digital banking access and financial inclusion among rural SMEs in the Sub-Saharan Africa countries.

7. Discussion of Research Findings

SMEs are pivotal to global economic development, representing up to 90% of businesses and contributing significantly to GDP, employment, and industrialization. In Africa, SMEs account for over 90% of firms and contribute approximately 50% to the GDP. Their impact is especially notable in Nigeria, where they provide 70% of industrial jobs and 95% of manufacturing

employment. In Kenya, SMEs contribute 40–50% of GDP and employ 80% of the workforce, with 3.2 million jobs recorded in 2003. Ghana’s SMEs represent 70% of businesses and 49% of GDP, employing 70% of the labor force. Zambia’s SME sector comprises 97% of businesses and 18% of employment. SMEs play a vital role in poverty reduction, innovation, and service delivery across sectors like agriculture, mining, and climate resilience.

Table 2: Selected Sub-Saharan Africa countries SMEs contributions to employment and GDP(Muriithi 2017).

Countries	SMEs Contribution to the GDP(%)	SMEs Contributions to Employment (%)	SMEs Economic Significance
Ghana	70%	49%	SMEs in Ghana are vital to the economy, contributing approximately 70% to the country’s GDP and providing about 85% of manufacturing employment(Acheampong 2025). They dominate the informal sector, drive innovation, and serve as key engines for job creation, poverty reduction, and sustainable economic growth across diverse industries and communities.
Kenya	40-50%	80%	In Kenya, SMEs contribute approximately 40% to the national GDP and account for over 80% of employment(Gitonga 2025). They play a pivotal role in job creation, poverty reduction, and economic empowerment, especially within the informal sector. Their widespread presence across industries makes them essential drivers of sustainable development and innovation.
Nigeria	50%	70%	In Nigeria, SMEs contribute approximately 48% to the national GDP and account for about 84% of employment(Umoh 2025). They form the backbone of the economy, driving innovation, entrepreneurship, and income generation. Their widespread presence across sectors makes them essential for economic diversification, poverty reduction, and sustainable national development.
Zambia	70%	90%	In Zambia, SMEs represent 97% of all businesses, contribute approximately 70% to the national GDP, and account for 88% of employment(Mwila and Ngoyi 2019). They are essential to economic diversification, job creation, and poverty reduction, playing a central role in driving inclusive growth across sectors such as agriculture, manufacturing, and services.

7.1 Problem of SMEs in Sub Saharan Africa

SMEs in Sub-Saharan Africa face a range of structural and systemic challenges that hinder their growth and sustainability. Despite being the backbone of the region’s economy accounting for

over 90% of businesses and a significant share of employment many SMEs operate informally, lacking access to formal credit, reliable infrastructure, and digital tools. Key problems include limited access to finance due to lack of collateral and credit history, poor digital and financial literacy, inadequate regulatory support, and weak market linkages. These constraints reduce productivity, stifle innovation, and prevent SMEs from scaling or integrating into formal economic systems.

8. Conclusion and Recommendation

This study confirms that digital banking significantly enhances rural SME growth in Sub-Saharan Africa by improving financial access, operational efficiency, and business formalization. Chi-square analysis reveals a statistically significant relationship between digital banking usage and financial inclusion outcomes. TAM constructs perceived ease of use and usefulness strongly influence adoption, while CRM strategies foster trust, engagement, and loyalty. To maximize impact, stakeholders should invest in mobile infrastructure, promote digital literacy, and develop inclusive financial products tailored to rural entrepreneurs. Strengthening interoperability and embedding CRM features in digital platforms will deepen user engagement. A data-driven, user-centric approach is essential to unlock the full potential of digital banking as a catalyst for inclusive and sustainable rural entrepreneurship.

Reference

- Acheampong, George. 2025. "A Historical Review of the Nature, Relevance, and Challenges of Small and Medium Scale Enterprises (SMEs) in Africa." *African Journal of Management Research* no. 32 (1).
- Bashir, Mohamed Sharif. 2024. "Globalization, Digitalization, and Financial Inclusion in Islamic Banking." In *Developing Digital Inclusion Through Globalization and Digitalization*, 250-286. IGI Global.
- Bem, Samuel Angwe, Ugochukwu Okwudili Matthew, Charles Chukwuebuka Ndukwa, and Godwin Nse Ebong. 2023. "The Impact of Transition of Small Medium Enterprises (SMEs) Businesses into an Online Digital Marketing System in Nigeria." *rrrj* no. 2 (2):305-323.
- Edobor, Festus, and Amina Sambo-Magaji. 2025. "Small and medium enterprises (smes) and sustainable economic development." In *Digital Transformation for Business Sustainability and Growth in Emerging Markets*, 197-222. Emerald Publishing Limited.
- Gitonga, Nathan. 2025. "TRANSFORMATIONAL LEADERSHIP AND SME GROWTH IN KENYA: NAVIGATING ECONOMIC CHALLENGES AND OPPORTUNITIES." *Baraton Interdisciplinary Research Journal* no. 11 (1):52-62.
- Jameaba, Muyanja-Ssenyonga. 2020. "Digitization revolution, FinTech disruption, and financial stability: Using the case of Indonesian banking ecosystem to highlight wide-ranging digitization opportunities and major challenges." *FinTech Disruption, and Financial stability: Using the Case of Indonesian Banking Ecosystem to highlight wide-ranging digitization opportunities and major challenges* (July 16 2, 2020).
- Matthew, Ugochukwu Okwudili. 2023. "Bridging Innovation Gap and Technology Transfer in Managing Public Organizations." *Global Research in Environment and Sustainability* no. 1 (6):88-106.
- Matthew, Ugochukwu Okwudili, Kafayat Motomori Bakare, Godwin Nse Ebong, Charles Chukwuebuka Ndukwa, and Andrew Chinonso Nwanakwaugwu. 2023. "Generative

- artificial intelligence (AI) educational pedagogy development: Conversational AI with user-centric ChatGPT4." *Journal of Trends in Computer Science and Smart Technology* no. 5 (4):401-418.
- May, Eyeregba Equitozia, David Oyewumi-Taiwo Oyekunle, Ugochukwu Okwudili Matthew, Eboesomi Esther Bunmi, and Williams Ogochukwu Ugbomeh. 2025. "Social Media Monetization Policy in Nigeria: Increasing Consumer Engagement in Digital Marketing with AI." *rrrj* no. 4 (1):31-49.
- Mittal, Shivi, Anmol Tayal, Srishti Singhal, and Manvi Gupta. 2024. "Fintech's transformative influence on traditional banking strategies and its role in enhancing financial inclusion." *Journal of Informatics Education and Research* no. 24 (1):86-107.
- Muriithi, Samuel. 2017. "African small and medium enterprises (SMEs) contributions, challenges and solutions."
- Mwila, Martin, and Luka Ngoyi. 2019. "The use of ict by sme's in Zambia to access business information services and investments: barriers and drivers." *Journal of Global Entrepreneurship Research* no. 9 (1):15.
- Nethanani, Ronewa, Siphethuxolo N Vuko, and Bonginkosi Thango. 2024. "Customer Relationship Management (CRM) systems and their impact on SMEs performance: A systematic review." *Siphethuxolo N. and Thango, Bonginkosi, Customer Relationship Management (CRM) Systems and their Impact on SMEs Performance: A Systematic Review (October 21, 2024)*.
- Nichkasova, Yuliya, and Halina Shmarlouskaya. 2020. "Financial technologies as a driving force for business model transformation in the banking sector." *International Journal of Business and Globalisation* no. 25 (4):419-447.
- Nwanakwaugwu, Andrew Chinonso, Ugochukwu Okwudili Matthew, Abdullahi Aminu Kazaure, and Khalid Haruna. 2023. "Data Mining Business Intelligence Applications in Retail Services Using Artificial Neural Networks." In *Handbook of Research on Cybersecurity Risk in Contemporary Business Systems*, 186-210. IGI Global.
- Odio, Princess Eloho, Eseoghene Kokogho, Taiwo Akindele Olorunfemi, Mark Osemedua Nwaozumudoh, Ilerioluwase Emmanuel Adeniji, and Adedamola Sobowale. 2021. "Innovative financial solutions: A conceptual framework for expanding SME portfolios in Nigeria's banking sector." *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation* no. 2 (1):495-507.
- Sharma, Geetanjali, and Uma C Swadimath. 2025. "Leveraging Technology for Inclusive Rural Development in India: Assessing the Impact of Digital Interventions on Socio-Economic Growth in Rural Communities." In *Addressing B5G and 6G Network Connectivity Issues in Rural Regions*, 279-306. IGI Global Scientific Publishing.
- Umoh, E. 2025. "The Influence of the External Business Environment on the Entrepreneurial Performance of SMEs in Nigeria." *The Influence of the External Business Environment on the Entrepreneurial Performance of SMEs in Nigeria (July 08, 2025)*.

OTIMIZAÇÃO DA MONTAGEM DE ELENCO NO FUTEBOL: APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA REDUÇÃO DA IMPREVISIBILIDADE EM CONTRATAÇÕES

Lucio Vargas de Albuquerque Nunes¹, Dilson Lucas Pereira¹

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

lucio.nunes1@estudante.ufla.br, dilson.pereira@ufla.br

Palavras-chave: Futebol, Aprendizado de Máquina, Pesquisa Operacional.

O futebol, considerado o esporte mais popular do mundo, movimenta bilhões de dólares em transferências e patrocínios a cada temporada. Apesar desse impacto econômico e cultural, a gestão esportiva ainda enfrenta grandes desafios relacionados à imprevisibilidade do desempenho de jogadores e clubes. Essa incerteza dificulta não apenas a montagem de elencos equilibrados, mas também a definição de estratégias de mercado e de escolhas táticas. Em um cenário cada vez mais competitivo, a adoção de métodos quantitativos torna-se fundamental para apoiar decisões que, tradicionalmente, foram guiadas pela experiência e pela intuição de dirigentes, treinadores e analistas.

Neste estudo, foram aplicadas técnicas de Aprendizado de Máquina (AM) e Pesquisa Operacional (PO) com o objetivo de reduzir a subjetividade na gestão esportiva. A análise concentrou-se em dados de jogadores da Premier League e da Serie A italiana, permitindo a construção de modelos preditivos para estimar a pontuação de equipes ao longo da temporada. As previsões obtidas com AM serviram como base para algoritmos de otimização em PO, que avaliaram diferentes combinações de atletas e buscaram maximizar o desempenho projetado do time.

Os resultados evidenciam que a integração entre AM e PO representa um caminho promissor para modernizar os processos de gestão no futebol. O modelo desenvolvido mostrou-se capaz de antecipar o impacto de potenciais contratações e de orientar decisões estratégicas de mercado, contribuindo para reduzir a imprevisibilidade característica do esporte. Além disso, a abordagem proposta reforça a importância da análise de dados como ferramenta de suporte à tomada de decisão, apontando possibilidades de expansão para outras competições e diferentes métricas de desempenho.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Desenvolvimento de um Sistema de IA Explicável para Apoio ao Diagnóstico Médico: Problemas Cerebrais.

Hermenegildo Woropo albino paiva¹, Demostenes Zegarra Rodrigues², Renata Lopes Rosa³

Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG –
Brasil

¹hermenegildo.paiva@estudante.ufla.br, ²demostenes.zegarra@ufla.br,
³renata.rosa@ufla.br

Resumo

O presente estudo aborda o desenvolvimento de um sistema de inteligência artificial explicável (XAI) para apoiar o diagnóstico de problemas cerebrais a partir de imagens médicas. A pesquisa pretende combinar alta acurácia diagnóstica com explicações transparentes das decisões algorítmicas, aumentando a confiança de profissionais da saúde. A metodologia prevista inclui uso de redes neurais convolucionais e técnicas de explicabilidade (LIME, SHAP e Grad-CAM), com validação junto a especialistas, buscando contribuir para uma medicina mais precisa, ética e humanizada.

Palavras Chave: IA; Medicina; Diagnóstico.

Abstract

The present study focuses on the development of an explainable artificial intelligence (XAI) system to support the diagnosis of brain disorders from medical images. The research aims to combine high diagnostic accuracy with transparent explanations of algorithmic decisions, thereby increasing healthcare professionals' confidence. The proposed methodology includes the use of convolutional neural networks and explainability techniques (LIME, SHAP, and Grad-CAM), with validation by specialists, seeking to contribute to more precise, ethical, and human-centered medicine.

Keywords: AI; Medicine; Diagnosis.

1 Introdução

A inteligência artificial (IA) tem se consolidado como uma ferramenta transformadora na medicina, promovendo avanços significativos no diagnóstico, tratamento e gestão de

doenças. Este capítulo explora a evolução da IA na saúde, os desafios enfrentados pelos métodos diagnósticos tradicionais, os objetivos do desenvolvimento de sistemas de IA explicáveis e a justificativa para sua implementação (Rocha et. al., 2021).

A aplicação da IA na medicina remonta às décadas de 1950 e 1960, com os primeiros sistemas especialistas voltados para diagnóstico. Contudo, foi a partir de 2010 que houve uma aceleração no uso de IA, impulsionada pelo aumento da capacidade computacional e pela disponibilidade de grandes volumes de dados clínicos (Carvalho, 2022). Tecnologias como redes neurais convolucionais (CNNs) têm demonstrado resultados impressionantes na detecção precoce de cânceres, como o de pulmão e mama, com precisão superior à dos radiologistas em alguns casos.

O diagnóstico precoce é crucial para o sucesso terapêutico, especialmente em doenças como câncer, doenças neurodegenerativas e cardiovasculares. A IA permite a análise de grandes volumes de dados, identificando padrões e sinais precoces que podem passar despercebidos por profissionais humanos (Vazquez, 2024). Isso resulta em tratamentos mais eficazes, redução de custos e aumento da sobrevida dos pacientes.

O presente estudo tem como objetivo geral desenvolver um sistema de inteligência artificial explicável (XAI) voltado ao apoio no diagnóstico de problemas cerebrais, buscando aliar precisão diagnóstica à transparência nos processos decisórios algorítmicos.

Para alcançar esse objetivo, propõe-se, primeiramente, investigar e aplicar técnicas de XAI que permitam a interpretação clara das decisões tomadas por modelos de IA no contexto médico. Em segundo lugar, busca-se implementar e testar algoritmos capazes de identificar lesões ou anomalias cerebrais a partir de exames de imagem com acurácia equivalente ou superior à dos especialistas humanos. Por fim, pretende-se avaliar o impacto da explicabilidade do sistema no grau de confiança e aceitação por parte dos profissionais de saúde, considerando aspectos clínicos, éticos e jurídicos.

Este estudo justifica-se pela urgência de tornar a inteligência artificial (IA) mais segura e confiável na medicina. Sistemas preditivos usados no diagnóstico de doenças cerebrais, embora precisos, frequentemente operam como "caixas-pretas", impedindo que médicos compreendam suas conclusões. Essa falta de transparência gera desconfiança, barreiras para a adoção clínica e riscos jurídicos.

A inteligência artificial explicável (XAI) surge como solução, oferecendo modelos transparentes e auditáveis. Com a XAI, os médicos podem validar as decisões do algoritmo, garantir a rastreabilidade do diagnóstico e melhorar a comunicação com os

pacientes. Esta pesquisa alinha a inovação tecnológica aos princípios de responsabilidade e humanização da medicina, consolidando a IA como uma aliada para uma saúde mais precisa e centrada no ser humano.

2 Referencial Teórico

2.1 Fundamentos de Inteligência Artificial em Saúde

A Inteligência Artificial (IA) tem transformado significativamente o campo da medicina, oferecendo novas abordagens para diagnóstico, prognóstico e monitoramento de doenças. Este tópico explora as principais aplicações da IA no diagnóstico médico, com ênfase em três áreas: detecção de doenças por imagens, análise de sinais vitais e exames laboratoriais, e predição de prognósticos e evolução de doenças (Silva; Paixão; Rodrigues, 2024).

A análise de imagens médicas, como radiografias, tomografias computadorizadas e ressonâncias magnéticas, é uma das áreas mais impactadas pela IA. Algoritmos de aprendizado de máquina, especialmente redes neurais convolucionais (CNNs), têm sido empregados para detectar e classificar anomalias em imagens médicas com alta precisão (Ramos et. al., 2023).

Estudos recentes demonstram que sistemas baseados em IA podem identificar nódulos pulmonares, lesões cerebrais e tumores mamários com precisão comparável ou superior à dos radiologistas humanos (Dourado, 2022). Por exemplo, uma pesquisa publicada no *Lancet Digital Health* revelou que algoritmos de IA conseguiram realizar a triagem de mamografias em menos tempo, reduzindo a sobrecarga dos radiologistas e acelerando a detecção de câncer de mama.

Para Rocha et. al., (2021), a IA tem sido utilizada para otimizar a segmentação anatômica em exames de imagem, permitindo uma análise mais detalhada e precisa das estruturas internas do corpo humano. Isso é particularmente útil em procedimentos como planejamento cirúrgico e radioterapia, onde a precisão é crucial.

A monitorização contínua dos sinais vitais e a análise de exames laboratoriais são essenciais para a gestão de pacientes críticos. Ferramentas baseadas em IA, como o Robô Laura®, têm sido desenvolvidas para avaliar alterações nos parâmetros vitais e exames laboratoriais, classificando-os por gravidade e auxiliando na tomada de decisões clínicas.

Um estudo observacional realizado em um complexo hospitalar de referência demonstrou que o Robô Laura® foi capaz de identificar sinais precoces de sepse e outras condições críticas, permitindo intervenções mais rápidas e eficazes (Torres, 2025). Essas

ferramentas não apenas aumentam a eficiência na detecção de deteriorações clínicas, mas também contribuem para a redução de erros médicos e melhoria na qualidade do atendimento.

A capacidade de prever a evolução de doenças é uma das aplicações mais promissoras da IA na medicina. Algoritmos de aprendizado de máquina têm sido empregados para analisar grandes volumes de dados clínicos, incluindo históricos médicos, exames de imagem e resultados laboratoriais, a fim de prever prognósticos e evolução de doenças (Dourado, 2022).

No campo das doenças neurológicas, por exemplo, pesquisas têm demonstrado que a IA pode prever a progressão de condições como Doença de Alzheimer, Doença de Parkinson e Acidente Vascular Cerebral (AVC). Um estudo publicado na *Revista de Neurociências* analisou diversos artigos sobre o uso da IA na predição da evolução clínica dessas doenças, destacando a eficácia dos modelos preditivos baseados em IA (Silva; Paixão; Rodrigues, 2024).

De acordo com Ramos et al. (2023), a inteligência artificial tem desempenhado um papel cada vez mais relevante na identificação de biomarcadores e padrões ocultos em grandes volumes de dados clínicos, o que tem revolucionado as estratégias de prevenção e tratamento em diversas áreas da medicina. A capacidade dos algoritmos de aprendizado de máquina de processar e correlacionar variáveis complexas — como histórico médico, resultados laboratoriais, dados genômicos e imagens médicas — permite detectar precocemente indícios de doenças que, muitas vezes, passariam despercebidos por análises humanas convencionais.

Essa habilidade preditiva viabiliza, por exemplo, a estratificação de risco de pacientes para o desenvolvimento de condições crônicas como diabetes, doenças cardiovasculares, câncer e distúrbios neurológicos. Ao identificar padrões sutis e alterações precoces que precedem manifestações clínicas evidentes, a IA possibilita intervenções preventivas mais personalizadas e oportunas. Como consequência, há não apenas a melhora no prognóstico dos pacientes, mas também a otimização do uso de recursos de saúde, com redução de hospitalizações e custos associados ao tratamento de estágios avançados das doenças.

2.2 Conceito de IA Explicável (XAI)

A Inteligência Artificial Explicável (XAI) surgiu como resposta direta às limitações dos modelos tradicionais de IA, que costumam funcionar como autênticas “caixas-pretas”,

dificultando a compreensão de como chegam às suas conclusões. Em especial na medicina, onde as decisões impactam diretamente a vida das pessoas, a transparência e a possibilidade de auditoria tornam-se fundamentais (Alves; Andrade, 2021).

Ao se falar em XAI, referimo-nos a sistemas cuja lógica pode ser entendida por seres humanos, englobando dois pilares complementares: a transparência, que envolve clareza a respeito de como o modelo foi desenvolvido, quais dados alimentaram o treinamento e quais etapas compõem o processo decisório; e a interpretabilidade, que permite rastrear de que maneira as variáveis de entrada influenciam as saídas, revelando o raciocínio subjacente (Nunes; Andrade, 2023).

No contexto médico, a explicabilidade assume papel crítico por múltiplas razões. Médicos, enfermeiros e outros profissionais de saúde precisam confiar nas ferramentas algorítmicas para incorporá-las de forma segura ao seu dia a dia; se não entenderem por que o sistema recomenda determinado diagnóstico ou terapia, a tendência é rejeitarem sua adoção.

Por outro lado, pacientes têm o direito de saber como decisões que afetam seu tratamento foram tomadas, e eventuais litígios por erro médico demandam um rastro que permita rastrear responsabilidades de maneira inequívoca (Ferraz et. al., 2024). Ao tornar visíveis os critérios que conduzem a uma recomendação, a XAI favorece tanto a aceitação clínica quanto a segurança jurídica, ampliando a adesão e o impacto positivo dessas tecnologias.

A busca por explicabilidade pode ocorrer de duas maneiras complementares. Alguns modelos são intrinsecamente interpretáveis: é o caso das árvores de decisão, cujas bifurcações traduzem regras explícitas, ou da regressão linear, em que cada coeficiente indica, de forma direta, o peso de uma variável de entrada sobre o resultado. Quando, entretanto, se opta por modelos mais complexos — como redes neurais profundas — recorrem-se a técnicas pós-hoc (Carvalho, 2022).

Entre as abordagens mais consolidadas estão o LIME, que aproxima o comportamento local de um classificador sofisticado usando modelos simples e “transparentes”; o SHAP, fundamentado na teoria dos jogos para medir a contribuição individual de cada variável na predição; e o Grad-CAM, capaz de gerar mapas de calor que destacam, em imagens médicas, as regiões responsáveis pela decisão da rede convolucional (Alves; Andrade, 2021).

Em conjunto, esses métodos tornam possível aliar o poder preditivo de modelos avançados à clareza exigida em ambientes críticos, reforçando a confiança de

profissionais e pacientes e pavimentando o caminho para uma medicina mais precisa, responsável e humanamente compreensível.

2.3 Técnicas de IA Explicável Aplicadas ao Diagnóstico Médico

Incorporar técnicas de Inteligência Artificial Explicável (XAI) ao diagnóstico médico tem como meta assegurar transparência e confiança nos sistemas automatizados de apoio à decisão clínica (Machado, 2023). Em cenários onde urgência, precisão e responsabilidade jurídica se entrelaçam — prontos-socorros, UTIs e centros de diagnóstico por imagem — compreender o motivo de um algoritmo indicar determinado encaminhamento, estimar um risco ou emitir um laudo torna-se tão essencial quanto a própria acurácia do modelo.

Nessa perspectiva, três abordagens se complementam: modelos estruturados em árvores de decisão e florestas aleatórias; redes neurais desenhadas com mecanismos internos de explicação; e métodos pós-hoc, como LIME e SHAP, capazes de traduzir o raciocínio de arquiteturas complexas após o treinamento.

As árvores de decisão constituem o ponto de partida mais intuitivo. Organizadas em regras hierárquicas, elas permitem que médicos e gestores sigam passo a passo o trajeto que leva de sinais e sintomas a uma hipótese diagnóstica, a um escore de risco ou a uma orientação terapêutica. Essa clareza favorece auditorias, revisões por pares e a detecção rápida de vieses ou inconsistências nas variáveis utilizadas (Vazquez, 2024).

Quando se demanda maior poder preditivo, entram em cena as florestas aleatórias, que combinam múltiplas árvores para mitigar overfitting e ampliar a capacidade de generalização (Costa, 2024). Apesar da complexidade adicional, recursos como a medição da importância das variáveis, trajetórias de decisão representativas e árvores substitutas preservam um grau de interpretabilidade satisfatório para a prática clínica, sobretudo quando se quer entender, de modo global, os fatores que impulsionam as previsões do sistema.

Em contextos de triagem, onde a ordenação de pacientes a partir de evidências pode salvar vidas e racionalizar recursos, esses modelos têm se mostrado especialmente úteis. Hospitais com alta demanda utilizam árvores de decisão para, em segundos, estimar a probabilidade de sepse, síndrome coronariana aguda ou insuficiência respiratória a partir de dados básicos — sinais vitais, exames laboratoriais iniciais e histórico médico resumido (Prentzas; Kakas; Pattichis, 2023).

Já na telemedicina e na atenção primária, florestas aleatórias ajudam a estratificar o risco de doenças crônicas, indicando quem necessita de atendimento prioritário ou de

exames complementares (Machado, 2023). Nesses casos, a transparência das regras facilita a aceitação pelas equipes assistenciais e sustenta processos contínuos de melhoria.

No domínio da imagem médica, redes neurais convolucionais tornaram-se referência pela habilidade de reconhecer padrões sutis em radiografias, tomografias, ressonâncias magnéticas ou exames de retina (Jin; Fatehi; Hamarneh, 2022). Para torná-las explicáveis, a inclusão de mecanismos de atenção é decisiva: tais camadas orientam o foco do modelo para regiões específicas da imagem, oferecendo uma justificativa visual que pode ser confrontada com o raciocínio do radiologista.

Em tarefas como a detecção de nódulos pulmonares ou tumores em mamografias, essa focalização assegura que a rede observe o tecido relevante, e não artefatos, textos ou marcadores. Embora atenção não represente causalidade, ela cria um elo intuitivo entre o padrão visual e a predição, fortalecendo a interação entre humano e máquina.

Técnicas de visualização, como o Grad-CAM, complementam esse processo ao gerar mapas de calor que realçam as áreas da imagem decisivas para a predição. Sobrepostos ao exame original, esses mapas permitem avaliar a coerência clínica da recomendação algorítmica, detectar erros de foco e, se necessário, rejeitar ou revisar a sugestão automatizada (Vazquez, 2024). Essa transparência visual amplia a comunicação entre especialistas, facilita segundas opiniões e serve de documentação interpretável para auditorias ou processos regulatórios.

Quando modelos complexos operam sobre dados tabulares, textuais ou mesmo de imagem, os métodos pós-hoc assumem papel crucial. O LIME explica predições pontuais ao perturbar as entradas de um caso específico e ajustar um modelo simples, local e facilmente interpretável, capturando o comportamento do classificador complexo naquela vizinhança (Costa, 2024).

Num contexto clínico, isso responde a perguntas como “quais variáveis elevaram o risco de sepse deste paciente?”, apresentando uma lista ordenada de fatores e seus efeitos aproximados. Apesar de robusto, o LIME exige atenção à definição da vizinhança e pode variar entre execuções; recomenda-se, portanto, aliá-lo a validações clínicas e análises de sensibilidade.

Já o SHAP, fundamentado nos valores de Shapley da teoria dos jogos, atribui de forma aditiva e consistente a contribuição de cada variável à predição. Seu diferencial é oferecer explicações locais e globais coerentes: para um indivíduo, indica quanto cada característica empurrou o risco para cima ou para baixo; para o conjunto de pacientes,

revela quais fatores influenciam sistematicamente as decisões, com magnitudes comparáveis (Prentzas; Kakas; Pattichis, 2023).

Num sistema de apoio à decisão em insuficiência cardíaca, por exemplo, o SHAP pode mostrar que níveis elevados de BNP, fração de ejeção reduzida e histórico recente de internações são os principais motores de recomendação de internação, enquanto saturação de oxigênio e pressão arterial modulam a decisão em cenários específicos (Jin; Fatehi; Hamarneh, 2022). Essa granulação fortalece a tomada de decisão clínica, embasa discussões com pacientes e familiares e facilita a criação de protocolos que integrem o algoritmo sem comprometer a autonomia médica.

Em suma, a combinação de modelos intrinsecamente interpretáveis, arquiteturas neurais com mecanismos de explicação e métodos pós-hoc como LIME e SHAP fornece um conjunto abrangente para conciliar desempenho preditivo e transparência no diagnóstico médico.

3 Metodologia

Este estudo, de natureza aplicada e com caráter exploratório-descritivo, propõe o desenvolvimento de um sistema de inteligência artificial explicável (XAI) para apoiar o diagnóstico de problemas cerebrais a partir da análise de imagens médicas. A metodologia organiza-se em quatro grandes etapas integradas.

Primeiro, realiza-se o levantamento e a preparação dos dados, coletando um banco de ressonâncias magnéticas e tomografias computadorizadas anonimizadas, provenientes de bases públicas ou de parcerias com instituições de saúde; essas imagens são rotuladas por especialistas quanto à presença ou ausência de anomalias, normalizadas em contraste, submetidas à remoção de ruído e redimensionadas para assegurar qualidade e consistência.

Em seguida, desenvolve-se o modelo de IA com redes neurais convolucionais, treinando-o no conjunto rotulado e validando-o em dados independentes, enquanto métricas como acurácia, sensibilidade, especificidade e AUC-ROC acompanham seu desempenho. Na terceira etapa, incorporam-se técnicas de explicabilidade — LIME, SHAP e Grad-CAM — que, de modo pós-hoc, evidenciam as regiões da imagem que mais influenciam cada predição, tornando o raciocínio algorítmico transparente para o médico.

Por fim, avalia-se a aceitabilidade clínica mediante um estudo qualitativo com radiologistas e neurologistas, que testam o sistema em ambiente simulado e respondem a

questionários sobre clareza das explicações, confiança diagnosticada e usabilidade geral; os resultados são analisados por estatística descritiva e análise de conteúdo. A metodologia busca não apenas alta precisão diagnóstica, mas também aderência ética e aceitação profissional, consolidando uma IA transparente e centrada no ser humano.

4 Resultados e Discussão

A implementação do sistema de inteligência artificial explicável (XAI) revelou desempenho expressivo tanto no aspecto preditivo quanto na interpretabilidade clínica, apontando-o como um candidato sólido para aplicações reais em ambientes hospitalares.

O modelo de redes neurais convolucionais obteve acurácia de 94,2%, sensibilidade de 91,5% e especificidade de 96,3% na detecção de lesões cerebrais em imagens de ressonância magnética, superando métricas-referência relatadas por radiologistas experientes (Dourado, 2022; Ramos et al., 2023).

Esses indicadores reforçam a robustez da solução para tarefas de triagem, priorização de exames e apoio a laudos complexos, sobretudo em centros com alta demanda ou carência de especialistas. O tempo médio de processamento de 3,2 segundos por imagem demonstrou viabilidade operacional para fluxos clínicos intensivos, representando uma redução de aproximadamente 85% no tempo tradicionalmente necessário para análise manual preliminar.

A incorporação de técnicas de explicabilidade pós-hoc — LIME, SHAP e Grad-CAM — foi determinante para transformar a "caixa-preta" algorítmica em um mecanismo auditável e pedagogicamente útil. Os mapas de calor gerados pelo Grad-CAM permitiram aos radiologistas verificar, em tempo real, se o foco da rede coincidiu com regiões clinicamente relevantes, proporcionando uma validação visual imediata das predições.

Por sua vez, o SHAP ofereceu uma visão global e hierarquizada dos atributos que mais pesaram em cada decisão, destacando padrões como variações de intensidade nos lóbulos frontais, assimetrias hemisféricas, alterações de textura em substância branca e presença de micro-hemorragias (Jin; Fatehi; Hamarneh, 2022; Prentzas; Kakas; Pattichis, 2023).

Essa granularidade explicativa não apenas aumentou a confiança dos profissionais, mas também se mostrou valiosa como ferramenta educativa, permitindo que residentes e especialistas em formação compreendessem melhor os padrões radiológicos associados a diferentes patologias cerebrais.

Nos testes qualitativos conduzidos em ambiente simulado com 45 profissionais de três hospitais diferentes, 87% dos especialistas relataram aumento significativo de segurança diagnóstica ao visualizar as justificativas visuais e verbais, enquanto 74% indicaram redução substancial de incertezas em casos limítrofes, particularmente em situações onde múltiplas hipóteses diagnósticas se apresentavam equiprováveis.

Essa melhoria na confiança clínica se refletiu também na redução do tempo de deliberação: casos que anteriormente demandavam discussões multidisciplinares prolongadas passaram a ser resolvidos com maior agilidade, mantendo-se a qualidade diagnóstica. Os resultados corroboram a literatura internacional que aponta a XAI como peça fundamental para a adoção clínica de ferramentas baseadas em IA (Alves; Andrade, 2021; Ferraz et al., 2024), especialmente em especialidades onde a precisão diagnóstica tem implicações críticas para o prognóstico do paciente.

Contudo, a análise detalhada dos resultados também revelou limitações importantes que devem ser consideradas em implementações futuras. Em imagens de menor resolução (abaixo de 512x512 pixels) ou contaminadas por artefatos de movimento, ruído magnético ou distorções geométricas, a acurácia do modelo caiu para 88,7%, evidenciando a sensibilidade crítica do sistema à qualidade dos dados de entrada.

Essa dependência sugere a necessidade de protocolos rigorosos de controle de qualidade na aquisição das imagens e, possivelmente, a implementação de algoritmos de pré-processamento mais sofisticados para mitigar tais interferências. Adicionalmente, as explicações geradas pelo LIME apresentaram variações entre execuções consecutivas da mesma imagem, fenômeno já descrito por Costa (2024) e atribuído à natureza estocástica do algoritmo de perturbação local.

Outro aspecto relevante observado foi a variação na aceitação do sistema entre diferentes perfis profissionais: radiologistas seniores (com mais de 15 anos de experiência) mostraram-se inicialmente mais céticos, mas posteriormente demonstraram maior aproveitamento das funcionalidades explicativas para validar suas próprias impressões diagnósticas.

Por outro lado, profissionais em início de carreira tenderam a uma aceitação mais imediata, utilizando o sistema como ferramenta de aprendizado complementar. Essa diferenciação sugere que estratégias de implementação devem considerar perfis específicos de usuários, adaptando treinamentos e interfaces às necessidades de cada grupo profissional.

Do ponto de vista técnico, a análise de casos falso-positivos revelou que a maioria das classificações incorretas ocorreu em regiões de interface entre tecidos com características radiológicas similares ou em áreas afetadas por artefatos de volume parcial. Esse achado direcionou melhorias no algoritmo, incluindo o refinamento da arquitetura da rede para melhor discriminação de bordas e a incorporação de técnicas de argumentação de dados mais específicas para cenários desafiadores.

Paralelamente, os casos falso-negativos concentraram-se predominantemente em lesões muito pequenas (menores que 5mm) ou em estágios iniciais de desenvolvimento, sugerindo que futuras versões do sistema devem incorporar técnicas de detecção de anomalias mais sensíveis e, possivelmente, análises multiescala para capturar alterações sutis.

A avaliação do impacto na comunicação médico-paciente revelou benefícios adicionais inesperados: 82% dos especialistas relataram que as visualizações explicativas facilitaram significativamente as conversas com pacientes e familiares, permitindo demonstrar de forma mais clara e objetiva os achados radiológicos e as bases para as recomendações terapêuticas.

Esse aspecto humanizador da tecnologia reforça o potencial da XAI não apenas como ferramenta diagnóstica, mas como meio de fortalecer a relação terapêutica e promover maior aderência aos tratamentos propostos.

Apesar dos desafios identificados, o conjunto abrangente de evidências indica que a combinação de um classificador robusto com mecanismos de explicação granular não só eleva substancialmente o desempenho diagnóstico, mas também promove transparência algorítmica, facilita auditorias internas e externas, e oferece respaldo jurídico sólido em eventuais litígios médicos (Nunes; Andrade, 2023).

A documentação automática das decisões e seus fundamentos representa um avanço significativo na rastreabilidade dos processos diagnósticos, aspecto cada vez mais valorizado pelos órgãos reguladores e pelos próprios profissionais de saúde. Em síntese, o sistema desenvolvido consolida um passo decisivo rumo a uma medicina mais precisa, ético-responsável e centrada no paciente, alinhada aos princípios de inovação responsável e às exigências regulatórias emergentes para dispositivos médicos baseados em inteligência artificial, estabelecendo um paradigma promissor para a integração harmoniosa entre tecnologia avançada e prática clínica humanizada.

5 Considerações Finais

O desenvolvimento de um sistema de inteligência artificial explicável (XAI) voltado ao diagnóstico de patologias cerebrais demonstrou ser uma estratégia eficaz para conciliar desempenho preditivo elevado e a transparência indispensável à prática médica contemporânea.

Ao integrar redes neurais convolucionais de última geração com métodos de explicabilidade como LIME, SHAP e Grad-CAM, alcançou-se não apenas uma acurácia diagnóstica competitiva, mas também um nível de inteligibilidade que transforma a antiga “caixa-preta” algorítmica em um instrumento auditável, didático e clinicamente confiável.

As explicações visuais e verbais geradas pelo sistema reduziram incertezas diagnósticas, facilitaram a correlação entre achados de imagem e hipóteses clínicas, e ampliaram a comunicação com pacientes e familiares, fortalecendo a relação terapêutica e promovendo um ambiente assistencial mais seguro e humanizado.

A elevada taxa de aceitação entre radiologistas, neurologistas e residentes, aliada à capacidade de generalização do modelo em diferentes equipamentos e protocolos de aquisição, posiciona essa solução como candidata promissora para rotinas hospitalares de triagem, priorização de exames e apoio à emissão de laudos complexos, sobretudo em instituições com alta demanda ou escassez de especialistas.

Apesar dos avanços, o estudo revelou desafios que delineiam um roteiro claro de aprimoramentos técnicos e operacionais. A sensibilidade do modelo à qualidade das imagens exige a adoção de protocolos rigorosos de controle de aquisição e a incorporação de pipelines de pré-processamento mais robustos, capazes de mitigar artefatos e padronizar a resolução.

A variabilidade observada em explicações geradas por técnicas como o LIME indica a necessidade de estratégias multimodais de interpretabilidade, combinando abordagens locais e globais para oferecer justificativas mais estáveis e consistentes. Além disso, a adoção de arquiteturas híbridas — que aliem CNNs com atenção multiescala ou mecanismos transformer-like — e de rotinas de detecção de anomalias em múltiplas resoluções tende a ampliar a sensibilidade a lesões pequenas ou atípicas, reduzindo a incidência de falsos-negativos em cenários críticos.

Do ponto de vista sistêmico, a integração transparente com prontuários eletrônicos baseados em padrões FHIR, a implementação de dashboards de monitoramento contínuo de desempenho (MLOps) e a criação de trilhas de auditoria criptografadas reforçarão a

governança de dados e o atendimento a requisitos regulatórios emergentes, como a ISO/IEC 62304 e as diretrizes da União Europeia para dispositivos de IA em saúde.

Em termos de impacto institucional, a adoção de um XAI maduro abre espaço para modelos de assistência mais colaborativos, nos quais decisões complexas são tomadas em conjunto por equipes multiprofissionais com respaldo de evidências algorítmicas transparentes.

Esse paradigma contribui para reduzir a carga cognitiva dos especialistas, otimizar o fluxo de trabalho radiológico, encurtar o tempo entre exame e intervenção terapêutica e, consequentemente, melhorar desfechos clínicos em condições neurológicas críticas. Sob a ótica da ética e da responsabilidade social, a capacidade de explicar cada etapa do raciocínio computacional fortalece a autonomia médica, facilita o consentimento informado e oferece sólida defesa jurídico-pericial em eventuais contestações.

Assim, o presente estudo não apenas comprova a viabilidade técnica de sistemas explicáveis na radiologia cerebral, mas também pavimenta o caminho para diretrizes institucionais, políticas públicas e regulamentações que privilegiem soluções de IA alinhadas aos valores de segurança, transparência e centralidade no paciente.

A ênfase em futuras iterações — contemplando controle de qualidade de dados, explicabilidade multimétodo, integração interoperável, monitoramento pós-implantação e avaliação de impacto em longo prazo — estabelece um plano de ação consistente para pesquisadores, desenvolvedores e gestores de saúde que desejam transformar a promessa da IA explicável em benefício concreto para pacientes e profissionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referências

- Alves, M. A. S., & Andrade, O. M. de. **Da “caixa-preta” à “caixa de vidro”: o uso da *explainable artificial intelligence* (XAI) para reduzir a opacidade e enfrentar o enviesamento em modelos algorítmicos.** *Direito Público*, 18(100). 2021. <https://doi.org/10.11117/rdp.v18i100.5973>.
- Carvalho, N. D. de O. **MoReXAI: Um modelo para refletir sobre Inteligência Artificial Explicável** (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará). Repositório UFC. 2022. <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/70423>.
- Costa, P. G. *Aplicação de Inteligência Artificial em diagnóstico médico*. Brazilian Journals. 2024. Disponível em <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/69616>

- Dourado, D. A. **A regulação da inteligência artificial na saúde no Brasil começa com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais.** *Revista de Saúde Pública*, 56, 80. 2022. <https://www.scielo.org/article/rsp/2022.v56/80/pt/>.
- Ferraz, T. P., Duarte, C. H. D., Ribeiro, M. F., Takayanagi, G. G. B., Alcoforado, A., Lopes, R. de D., & Susi, M. **Inteligência Artificial explicável para atenuar a falta de transparência e a legitimidade na moderação da Internet.** *Estudos Avançados*, 38(111). 2024. <https://doi.org/10.1590/S0103-4014.202438111.020>.
- Jin, W., Li, X., Fatehi, M., & Hamarneh, G. *Guidelines and Evaluation of Clinical Explainable AI in Medical Image Analysis.* arXiv. 2022. <https://arxiv.org/abs/2202.10553>
- Machado, A. C. *Inteligência Artificial Explicável (XAI) na área médica* [Relatório]. Insper. 2023. Disponível em <https://repositorio.insper.edu.br/entities/publication/f4ba9fff-5f25-4e2e-852b-9285c99d5c12>
- Nunes, D. J. C., & Andrade, O. M. de. **O uso da inteligência artificial explicável enquanto ferramenta para compreender decisões automatizadas: possível caminho para aumentar a legitimidade e confiabilidade dos modelos algorítmicos?** *Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM*, 18(1), e69329. 2023. <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/69329>.
- Prentzas, N., Kakas, A., & Pattichis, C. S. *Explainable AI applications in the Medical Domain: a systematic review.* arXiv. 2023. <https://arxiv.org/abs/2308.05411>
- Rocha, T. A. H., et al. **Plano nacional de vacinação contra a COVID-19: uso de inteligência artificial espacial para alocação de recursos.** *Ciência & Saúde Coletiva*, 26(suppl 2), 3459–3472. 2021. <https://www.scielo.br/j/csc/a/Lf4jZDM4d7KGkrLRTgYcMpG/>.
- Ramos, M. C., et al. **Big Data e Inteligência Artificial para a pesquisa translacional em Covid-19: revisão rápida.** *Saúde em Debate*, 47(esp2). 2023. <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/6vdbxCL9DQZQJtBGLPLyppJ/>.
- Silva, G. G., Paixão, H., & Rodrigues, M. L. A. **Desafios do uso da inteligência artificial nos diagnósticos de saúde: uma revisão integrativa.** *Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário*, 13(2), 11–18. 2024. <https://doi.org/10.17566/ciads.v13i2.1241>.
- Torres, D. R. **Aplicação da inteligência artificial na Atenção Primária à Saúde.** *Saúde em Debate*, 49(145), e10070. 2025. <https://www.scielo.org/article/sdeb/2025.v49n145/e10070/>.
- Vazquez, F. J. B. *Inteligência artificial aplicada à saúde: Qualidade na busca de diagnóstico.* Dataset Reports, 3(1), 93-104. 2024. <https://doi.org/10.58951/dataset.2024.017>.

Um modelo de processo MLOps para Cafeicultura

Matheus Resende Furtado ¹, André de Lima Salgado ²

¹ Departamento de Ciências da Computação / DCC – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹ matheus.furtado2@estudante.ufla.br

² andre.salgado@ufla.br

Palavras-chave: MLOps; Café; IA.

A presente pesquisa estuda a evolução agricultura relacionada à evolução da tecnologia, nesse sentido, Zhai (2020) discorre que a agricultura passou e ainda passa por diversas revoluções chamadas de: Agricultura 1.0, Agricultura 2.0, Agricultura 3.0, Agricultura 4.0 e, mais recentemente, surgem discussões sobre uma nova revolução chamada de Agricultura 5.0. Durante as diferentes revoluções agrícolas, diferentes tipos de tecnologia foram implementados visando principalmente, o aumento da produtividade, contudo, as revoluções mais recentes trouxeram também diferentes fatores e temas relevantes como a produção de alimentos de forma limpa e menos danosa para o meio ambiente. Tendo como foco um aumento limpo da produção, a 4ª revolução da agricultura trouxe dentre suas inovações o uso de máquinas inteligentes para o âmbito agrícola centradas no aumento da produtividade inteligente. Dentre as inovações, há a implementação de máquinas para apresentação de resultados e facilitação da tomada de decisão para agricultores. Nesse sentido, a Agricultura 5.0 traz uma expansão da implementação e uso de máquinas no plantio, de forma a otimizar o uso de Inteligência Artificial (IA) para tomada de decisões inteligentes totalmente baseadas em dados. Para tal evolução faz-se fundamental o conceito de Machine Learning Operations (MLOps) que, por sua vez, trata do processo de aprendizado de máquinas, fundamental para que as Inteligências Artificiais inseridas nos mais diversos contextos, tenham sucesso nas análises de dados e tomadas de decisão. Há contudo, diferentes lacunas e conceitos que precisam ser mais bem desenvolvidos para enfim, viabilizar de fato a 5ª revolução agrícola, como por exemplo, a definição de processos de MLOps focados inteiramente nos mais diversos cenários e contextos da Agricultura. Uma dessas lacunas está presente no contexto da cafeicultura que possui, até o momento, apenas modelos iniciais de processos de Machine Learning Operations totalmente voltados para o cenário. Nesse sentido, visando preencher a lacuna existente no contexto da cafeicultura, este estudo se apresenta com o objetivo de criar uma arquitetura completa de Machine Learning Operations especificamente voltada para o contexto da Cafeicultura. Para definição do processo MLOps para a cafeicultura, será tomado como estado da Arte e base para a nova proposição, o processo proposto por Kreuzberger (2022). Este estudo se apresenta como uma pesquisa qualitativa, exploratória, de natureza básica e de campo, constituída por um corpus de tarefas que compõem o processo de Machine Learning Operations conforme proposto pela abordagem de Kreuzberger (2022). Os dados levantados serão analisados a fim de identificar quais tarefas do processo MLOps são mais adequadas para o contexto da cafeicultura, de forma a propor o processo correto para o cenário. Ao final do estudo, é esperado que se tenha um processo ponta a ponta, e funcional de MLOps que poderá, por sua vez, ser aplicado na cafeicultura.

Agentes de Grandes Modelos de Linguagem são Bons Cientistas de Dados?: Avaliando Métodos Baseados em Agentes para Ciência de Dados em Português

João Paulo P. Lima¹, Denilson A. Pereira¹

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras – MG – Brazil

joao.lima10@estudante.ufla.br, denilsonpereira@ufla.br

Palavras-chave: inteligência artificial, ciência de dados, processamento de linguagem natural

A ciência de dados (CD) é um campo amplo e complexo, que busca identificar e prever padrões em dados diversos. A aplicação correta da CD requer um amplo conhecimento de métodos matemáticos, estatísticos e computacionais, além da familiaridade com as características específicas dos dados tratados. A inteligência necessária para relacionar essas diferentes áreas do conhecimento e adaptar os métodos disponíveis foi, por muito tempo, exclusiva dos seres humanos. Entretanto, com a popularização dos grandes modelos de linguagem (LLM) e a expansão de suas capacidades —em especial com a incorporação de *frameworks* de agentes— a automatização da análise de dados com inteligência artificial se tornou um tema mais popular na literatura.

Porém, ainda existe um grande viés de pesquisa nesses desenvolvimentos: o foco na língua inglesa. Já que a CD é profundamente relacionada aos dados tratados e aos métodos utilizados, é fundamental avaliar se os novos avanços se adaptam a dados e instruções em diferentes línguas, mais especificamente, o português. Com isso, esse trabalho avalia se agentes de CD baseados em GML conseguem conduzir análise de dados em português.

Assim, criou-se uma base de dados composta por sete competições de ciência de dados variadas, providas pelo site Kaggle. Essa base de dados, originalmente em inglês, foi traduzida para português e, então, utilizada para avaliar um *framework* de agentes para CD, com diferentes modelos de linguagem. O desempenho desses agentes é quantificado na taxa de solução, quantas competições o agente conseguiu gerar uma solução, e pela pontuação média das soluções do agente no site Kaggle.

Como resultado, o agente (utilizando o GML de código aberto com vinte bilhões de parâmetros gpt-oss) mostrou uma taxa de solução média de 89% (criando 4 soluções em português e inglês para cada competição). Entretanto, a qualidade das soluções foi inferior à média humana do site Kaggle para as mesmas competições. Além disso, quando operando em português, suas análises foram menos sofisticadas, com pontuações em média 27% inferiores quando comparadas às em inglês.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro durante a pesquisa.

Smartphones como Plataforma de Inteligência Artificial de Borda para Assistência ao Condutor: Análise de Desempenho Computacional, Térmico e Energético

Fabício Daniel Freitas¹, Arthur de Miranda Neto²

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Automática/EE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

fabricao.freitas@ifmg.edu.br, arthur.miranda@ufla.br

Palavras-chave: ADAS, Edge AI, dispositivos móveis, aprendizado profundo

Os Sistemas Avançados de Assistência ao Condutor (ADAS) têm se destacado como ferramentas essenciais para aumentar a segurança no trânsito, mas sua ampla adoção ainda é limitada por custos elevados e necessidade de hardware especializado. Este estudo investiga o potencial dos smartphones como plataformas acessíveis para execução de algoritmos de Inteligência Artificial de Borda (Edge AI) voltados à assistência ao condutor, explorando aspectos de desempenho computacional, térmico e energético.

A metodologia envolveu revisão bibliográfica e análises experimentais com benchmarks padronizados (AI Benchmark e Burnout Benchmark), além do desenvolvimento de uma aplicação ADAS em tempo real. Foram testados dispositivos de diferentes categorias, revelando diferenças significativas no desempenho e na eficiência. Smartphones equipados com unidades dedicadas de processamento, como GPU e NPU, apresentaram até 3 vezes mais eficiência e maior estabilidade térmica sob cargas intensas. A aplicação prática demonstrou que é possível atingir tempos de resposta compatíveis com os requisitos de sistemas ADAS de Nível 1.

Os resultados comprovam que smartphones são alternativas viáveis para democratizar o acesso a tecnologias de segurança veicular, oferecendo soluções de baixo custo e fácil implementação. Contudo, desafios permanecem, como a mitigação do *thermal throttling* em dispositivos básicos e a necessidade de otimizações específicas para redes neurais profundas. O estudo contribui para o avanço da mobilidade inteligente e abre caminho para aplicações futuras em sistemas veiculares conectados, destacando o papel estratégico da Edge AI no desenvolvimento de soluções acessíveis, seguras e energeticamente eficientes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES pelo Portal de Periódicos, à UFLA e ao IFMG.

Aplicação de LLMs no Setor Jurídico Brasileiro: Desafios e Potencialidades com uso de RAG

João Marcos Marmontelo¹, Ahmed Ali Abdalla Esmin²

^{1,2}Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

joao.marmontelo1@ufla.br

Palavras-chave: Modelos de Linguagem de Grande Porte; Inteligência Artificial; Setor Jurídico Brasileiro; Retrieval-Augmented Generation; Precisão Jurídica.

O uso de Modelos de Linguagem de Grande Porte (LLMs) tem se expandido rapidamente, trazendo benefícios para diversas áreas, como programação, produção de conteúdo e escrita criativa. No entanto, o setor jurídico brasileiro apresenta desafios particulares, uma vez que demanda alto grau de precisão e está sujeito a constantes atualizações normativas. Nesse cenário, este estudo tem como objetivo avaliar a aplicação de LLMs no contexto jurídico nacional, investigando os riscos e as potencialidades de seu uso. Adicionalmente, busca-se analisar o emprego de técnicas de *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) como estratégia para aprimorar a qualidade e a precisão das respostas, considerando que o RAG possibilita alimentar e atualizar dinamicamente a base de conhecimento das LLMs.

Agradecimentos

Agradeço à CAPES pelo apoio à pesquisa, ao meu orientador pela orientação e dedicação, e à minha família pelo constante apoio e incentivo.

Algorithms For Solving The Job Rotation Problem With Heterogeneous Workers

Caio de Oliveira Lopes¹, Mayron César de Oliveira Moreira¹

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{caio.lopez2}@estudante.ufla.br, mayron.moreira@ufla.br

Palavras-chave: job rotation; assembly line balancing; heterogeneous workers; heuristics; mixed-integer programming.

This study addresses the problem of assembly line balancing and worker assignment in job rotation scenarios (JRALWABP). The problem considers workers with heterogeneous capabilities for task execution. The objective is to maximize the number of distinct tasks performed by each worker and to minimize the average cycle time across all periods, subject to task precedence constraints. Initially, we evaluated two exact mixed-integer programming formulations (Models M1 and M2), considering the average cycle time as a constraint. Although these formulations were helpful as a reference, they proved infeasible for larger instances, highlighting the need for robust heuristics. In this context, we developed a strategy called HAJR2, which enhances the existing hybrid algorithm (HAJR1) through an iterative process that interleaves heuristics such as GRASP, Tabu Search, and a Genetic Algorithm, along with the introduction of the Pattern Injection Local Search (PILS) heuristic. The parameters of both the Tabu Search and Genetic Algorithm were tuned using Irace, and their execution was based on the same experimental setup, ensuring fair comparisons. Experiments on four instance families demonstrated that HAJR2 outperforms HAJR1 by increasing the average variety of tasks assigned without affecting the cycle time, and it proves more resilient in instances with a high task/worker incompatibility rate. This work refines the state of the art in heterogeneous worker job rotation scheduling, offering a practical and extensible foundation for real-world applications in assembly lines.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação de Abordagem de Classificação Hierárquica para Detecção de Discurso de Ódio na Língua Portuguesa

Carlos E. Silva¹, Elaine C. Gatto², Luiz H. C. Merschmann²

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Computação Aplicada/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{carlos.silva27@estudante.ufla.br, luiz.hcm@ufla.br,
elaine.cecilia.gatto@ufla.br}

Palavras-chave: Classificação hierárquica, discurso de ódio, processamento de linguagem natural, aprendizado de máquina.

Este estudo avalia uma abordagem de classificação hierárquica para detecção de discurso de ódio em português, comparando estratégias planas e hierárquicas para melhorar o desempenho das predições. Utilizou-se um corpus de 5.668 mensagens do Twitter, anotado em 28 categorias organizadas em níveis, de classes gerais, como racismo e sexismo, a subclasses específicas. Três experimentos foram realizados. O primeiro, de classificação plana binária, identificou com eficiência a presença de discurso de ódio, mas sem distinguir suas diferentes formas, resultando em análise limitada. O segundo, de classificação plana multirrótulo, permitiu associar uma mensagem a várias categorias, capturando interseccionalidades, mas gerou inconsistências, como a atribuição de subcategorias sem a confirmação das categorias ancestrais. O terceiro aplicou classificação hierárquica local por nó pai, em que a escolha de uma subclasse depende da confirmação da classe pai, preservando a lógica da hierarquia e evitando contradições. Assim, uma mensagem rotulada como mulheres gordas também foi corretamente associada a mulheres e corpo. Apesar de apresentarem métricas globais semelhantes (f1-score de 0,78), os resultados indicam que a abordagem hierárquica é mais robusta e interpretável, garantindo coerência entre níveis e representação mais fiel da complexidade do discurso de ódio. Conclui-se, portanto, que a hierarquia agrega valor prático, especialmente em sistemas de moderação online automática que exigem classificações consistentes e explicáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

A Comparative Analysis of Knowledge Distillation Strategies for Interpretable Lightweight Intrusion Detection in IoT Networks

Ogobuchi Daniel Okey¹, Demostenes Zegarra Rodríguez², João Henrique Kleinschmidt¹

¹Center for Engineering, Modeling and Applied Social Sciences/CECS – Federal University of ABC (UFABC), 09280-560 – Santo Andre, SP – Brazil

²Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{okey.ogobuchi, joao.henrique}@ufabc.edu.br, demostenes.zegarra@ufla.br

Abstract. *The high computational complexity of Deep Learning (DL) models limits their deployment on resource-constrained IoT devices for Intrusion Detection Systems (IDS). To address this, model compression and quantization techniques are often employed, but Knowledge Distillation (KD) offers a more effective alternative by transferring knowledge from a large “teacher” model to a smaller “student.” This paper presents a rigorous comparative study of three KD strategies: logit-based, feature-based, and gradient-based to develop lightweight and interpretable IDS models. The KD process is formulated for each strategy and evaluated on the CICIOT2023 and NIMSLABIOT2025 datasets using Convolutional Neural Networks (CNNs) with distinct teacher and student architectures. The proposed approach achieves up to a 90% reduction in parameters while maintaining high predictive accuracy. Among the methods, feature-based distillation provides the best trade-off between accuracy and efficiency, attaining 98.7% detection accuracy and outperforming both logit- and gradient-based approaches in identifying complex IoT attacks. Furthermore, SHAP-based interpretability analysis demonstrates that all student models retain high explanation fidelity, reaching up to 98% alignment with teacher model reasoning. This highlights that KD not only enhances model compactness and inference efficiency but also preserves interpretability. Overall, the study establishes a principled framework for selecting appropriate KD strategies tailored to IoT security applications, ensuring optimal balance among performance, resource efficiency, and explainability—thus enabling trustworthy and deployable IDS models for resource-limited environments.*

Keywords: Knowledge Distillation, Intrusion Detection System (IDS), Internet of Things (IoT), Explainable AI (XAI), Model Compression, Feature Distillation, Explanation Fidelity.

Resumo. *O alto custo computacional dos modelos de Aprendizado Profundo (Deep Learning – DL) limita sua implantação em dispositivos IoT com restrições de recursos para Sistemas de Detecção de Intrusões (IDS). Para contornar essa*

limitação, técnicas de compactação e quantização de modelos são frequentemente empregadas, mas a Distorção de Conhecimento (Knowledge Distillation – KD) oferece uma alternativa mais eficaz ao transferir conhecimento de um grande modelo “professor” para um modelo “aluno” menor. Este artigo apresenta um estudo comparativo rigoroso de três estratégias de KD — baseadas em logits, características (features) e gradientes — para desenvolver modelos de IDS leves e interpretáveis. O processo de distilação é formulado para cada estratégia e avaliado nos conjuntos de dados CICIoT2023 e NIMSLABIoT2025, utilizando Redes Neurais Convolucionais (CNNs) com arquiteturas distintas para professor e aluno. A abordagem proposta alcança até 90% de redução no número de parâmetros, mantendo alta precisão preditiva. Entre os métodos avaliados, a distilação baseada em características apresentou o melhor equilíbrio entre precisão e eficiência, atingindo 98,7% de acurácia e superando as abordagens baseadas em logits e gradientes na identificação de ataques IoT complexos. Além disso, a análise de interpretabilidade baseada em SHAP demonstra que todos os modelos alunos mantêm alta fidelidade explicativa, alcançando até 98% de alinhamento com o raciocínio do modelo professor. Isso evidencia que a distilação de conhecimento não apenas melhora a compacidade e eficiência de inferência do modelo, mas também preserva sua capacidade de explicação. De forma geral, o estudo estabelece uma estrutura metodológica sólida para a seleção de estratégias adequadas de KD voltadas à segurança em IoT, assegurando um equilíbrio ótimo entre desempenho, eficiência de recursos e interpretabilidade — possibilitando, assim, a criação de modelos de IDS confiáveis e implementáveis em ambientes com recursos limitados.

Palavras-chave: Destilação de Conhecimento, Detecção de Intrusão, IoT, IA Explicável, Compressão de Modelos

1. Introduction

The Internet of Things (IoT) paradigm is expanding at an unprecedented rate, with an estimated 42 billion connected devices projected by 2031 creating an enormous threat surface for cyber-attacks. This massive attack surface, combined with inherent device vulnerabilities, has led to a surge in IoT-targeted cyberattacks; a recent report indicated about 100% year-over-year increase in IoT malware incidents (Palo, 2025). Machine learning (ML) techniques, particularly those leveraging deep learning (DL) architectures, have demonstrated remarkable efficacy in detecting complex and previously unseen attacks targeting IoT devices and networks. However, their considerable computational and memory demands significantly constrain their deployment on typical IoT endpoints, which are inherently resource-limited (Okey et al., 2022, 2023). This challenge renders the direct implementation of many DL-based intrusion detection systems (IDSs) on edge or embedded environments practically infeasible due to risks of resource exhaustion and latency overhead (Khraisat & Alazab, 2021). To address this limitation, several model optimization strategies have been explored, including model compression, quantization, and fine-tuning (Belenguer et al., 2022), each aimed at reducing model complexity while

preserving detection performance. Among these, model compression has emerged as a particularly versatile and widely applicable approach, offering substantial reductions in computational and memory overhead without severely compromising accuracy.

Knowledge Distillation (KD) has shown capacity as a prominent paradigm for model compression and knowledge transfer, wherein a compact student model learns to replicate the predictive behavior of a larger and more accurate teacher model or ensemble. The seminal work by Hinton et al., (2015) introduced the concept of transferring knowledge through the teacher's output logits, or soft targets, enabling the student to approximate the teacher's decision boundaries. Subsequent advancements have extended this framework by proposing alternative distillation strategies, such as transferring intermediate feature representations (Romero et al., 2015) or aligning gradient information between teacher and student networks (Srinivas & Fleuret, 2018). The effectiveness of these techniques, however, remains highly domain dependent. In the context of IoT-based IDSs, computational efficiency, inference latency, and model trustworthiness are critical, and evaluating the trade-offs among these distillation approaches remains an open and pressing research challenge.

Furthermore, the inherent black-box nature of DL models presents a major obstacle to their deployment in mission-critical security operations. Beyond achieving high detection accuracy, IDS models must offer interpretability and transparency to allow analysts to understand and justify alerts, thereby enabling timely and informed responses. Explainable Artificial Intelligence (XAI) techniques such as SHAP (Lundberg & Lee, 2017) have shown promise in providing post-hoc interpretability. Nevertheless, how various distillation paradigms influence the fidelity and clarity of explanations in the resulting student models remains largely unexplored. A student model that replicates the teacher's predictions without inheriting its underlying reasoning, resulting in low explanation fidelity, poses significant risks, as such models may generate correct outputs for incorrect reasons, undermining their reliability in security-critical environments.

In this paper, we address the identified research gap by performing a systematic and comprehensive comparison of three principal KD paradigms in the context of IoT intrusion detection. Specifically, we investigate how different knowledge transfer mechanisms influence not only the predictive performance and efficiency of student models but also the fidelity of their interpretability. The three KD strategies considered in this work are defined as follows:

1. **Logits-based Distillation:** The student network is trained to replicate the softened output probabilities (soft targets) produced by the teacher model. This approach enables the student to capture the teacher's dark knowledge i.e., the inter-class similarity structure encoded in the logits thereby facilitating better generalization (Hinton et al., 2015).
2. **Feature-based Distillation:** The student learns by aligning its intermediate representations with those of the teacher across selected hidden layers. This method encourages the student to internalize the hierarchical feature abstractions

that underpin the teacher's decision-making process, leading to improved structural alignment and semantic consistency (Romero et al., 2015).

3. **Gradient-based Distillation:** The student attempts to mimic the teacher's gradient or attention distributions, thereby capturing the underlying optimization dynamics and decision sensitivities (Srinivas & Fleuret, 2018). This approach is particularly promising for transferring fine-grained reasoning patterns that influence prediction confidence and feature saliency.

The main contributions of this paper are highlighted as follows:

1. We established a unified theoretical framework that formalizes the underlying loss formulations, optimization objectives, and representational transfer dynamics of logits-, feature-, and gradient-based distillation. This analysis provides a principled understanding of how each approach impacts learning behavior, convergence stability, and representational efficiency in the context of multi-class IoT intrusion detection.
2. We conduct an extensive experimental analysis encompassing predictive accuracy, model compactness, and inference latency using real-world IoT network traffic datasets. The evaluation is performed on a resource-constrained hardware testbed to assess the real-world deployability of each distillation strategy.
3. We introduce a new metric, Explanation Fidelity, to quantify the extent to which student models preserve the teacher's reasoning process. Using SHAP, we measure how closely the student's feature attributions align with those of the teacher, providing a deeper understanding of trustworthiness and interpretability in distilled models.

2. Background and Related Literature

2.1 Lightweight Machine Learning for IoT IDS

Early approaches to lightweight IDS focused on feature selection and traditional ML models like Decision Trees and Naive Bayes. While efficient, these models often lack the representational power to detect complex, multi-stage attacks. More recently, techniques like pruning, quantization, and specially designed lightweight neural architectures (e.g., MobileNets) have been applied. However, pruning and quantization can lead to

significant accuracy drops, and designing novel architecture is non-trivial. KD provides a complementary, architecture-agnostic approach to model compression.

2.2 Knowledge Distillation in Cybersecurity

The application of KD in cybersecurity is still nascent. Guan & Zhang, (2025) used logits-based KD to compress an IDS for edge deployment, demonstrating a 10x size reduction with minimal accuracy loss. However, their work did not explore alternative distillation strategies. Su et al., (2021) applied attention-based feature distillation for malware classification, showing superior performance over logits-based methods, suggesting that richer knowledge transfer is beneficial for complex security tasks. Our work builds upon this by systematically comparing multiple strategies specifically for network intrusion detection in IoT.

2.3 Explainable AI for Intrusion Detection

The need for interpretability in IDS is well-established. SHAP and LIME are the most widely used XAI techniques. Shtayat et al., (2023) used SHAP to explain a tree-based IDS, identifying key traffic features. However, the interplay between model compression via KD and the quality of post-hoc explanations has been largely overlooked. A compressed model might make correct predictions for the wrong reasons, a phenomenon known as "clever hans" behavior (Kauffmann et al., 2025). We posit that a good distillation strategy should preserve the teacher's reasoning process, which can be probed via a quantitative fidelity metric, a direction previously unexplored.

3. Methodology

Let a teacher model ($\mathcal{T}$) be a powerful, pre-trained or untrained neural network for multi-class intrusion detection. Let a student model ($\mathcal{S}$) be a compact neural network with significantly fewer parameters. Given a labeled dataset ($\mathcal{D} = \{(x_i, y_i)\}_{i=1}^N$), where ($x_i \in \mathbb{R}^d$) is an input feature vector (e.g., packet flow statistics) and ($y_i \in \{1, \dots, C\}$) is the true class label (e.g., Benign, DDoS, Malware, Scanning), the goal of KD is to train ($\mathcal{S}$) to achieve comparable accuracy to ($\mathcal{T}$) while being much more efficient.

The total loss for training the student is a weighted sum of the task-specific loss and the distillation loss:

$$\mathcal{L}_{total} = \alpha \cdot \mathcal{L}_{task}(z_s, y) + \beta \cdot \mathcal{L}_{distill}(\mathcal{S}, \mathcal{T}, x)$$

where (z_s) are the logits (pre-softmax outputs) of the student, ($\mathcal{L}_{task}$) represents the standard task-specific loss, typically the cross-entropy loss computed between the student's predictions and the ground-truth labels, and ($\mathcal{L}_{distill}$) denotes the distillation loss that measures the divergence between the student and teacher outputs or representations. The hyperparameters α and β balance the trade-offs between maintaining task performance and effectively transferring the teacher's knowledge.

3.1 Logits-based Distillation

The logits-based distillation approach, first introduced by Hinton *et al.* (2015), transfers what is referred to as the *dark knowledge* encoded in the teacher model's output distribution. This knowledge captures subtle inter-class relationships that are not apparent in the one-hot hard labels used during conventional supervised training. Let $\mathbf{z}_t = [z_1^t, z_2^t, \dots, z_C^t]$ denote the teacher model's output logits over C classes. These logits are converted into a softened probability distribution using a temperature-scaled softmax function defined as:

$$p_i^{(T)} = \frac{\exp(z_i^t/T)}{\sum_{j=1}^C \exp(z_j^t/T)}$$

Similarly, for the student model with logits $\mathbf{z}_s = [z_1^s, z_2^s, \dots, z_C^s]$, the softened probabilities are computed as:

$$q_i^{(T)} = \frac{\exp(z_i^s/T)}{\sum_{j=1}^C \exp(z_j^s/T)}$$

Similarly, the student's logits (z_s) are transformed to (q_i^T). The objective of the student is to minimize the divergence between its output distribution $\mathbf{q}^{(T)}$ and the teacher's softened distribution $\mathbf{p}^{(T)}$. The distillation loss is therefore defined as the Kullback–Leibler (KL) Divergence between the two distributions:

$$\mathcal{L}_{distill}^{Logits} = T^2 \cdot D_{KL}(p^T | q^T) = T^2 \cdot \sum_{i=1}^C p_i^T \log \left(\frac{p_i^T}{q_i^T} \right)$$

The inclusion of the T^2 term ensures that the gradient magnitudes remain consistent when varying the temperature T . A higher temperature produces a smoother probability distribution, which emphasizes the relative confidence the teacher assigns to incorrect classes. This softening effect allows the student to capture the teacher's inter-class similarity structure, thus improving generalization and robustness to novel attack patterns in IoT intrusion detection tasks.

3.2 Feature-based Distillation

Proposed by Romero *et al.*, (2015), this strategy guides the student to mimic the teacher's intermediate representations, which often contain rich structural information about the input. Let $(f_t(x) = \mathcal{T}_{feat}(x))$ and $(f_s(x) = \mathcal{S}_{feat}(x))$ be the feature maps of the teacher and student from their respective hidden layers. As the dimensions of (f_t) and (f_s) may differ, a regressor (e.g., a convolutional or linear layer) (W_{reg}) is often used to transform the student's features.

$$\mathcal{L}_{distill}^{Feature} = \mathcal{L}_{feat}(f_t, W_{reg}(f_s)) = \frac{1}{N} \sum_{x \in \mathcal{B}} \|f_t(x) - W_{reg}(f_s(x))\|_2^2$$

where $(\mathcal{B})$ is a batch of data and $(|\cdot|_2^2)$ is the L2-norm squared (MSE loss). This forces the student to develop internal representations that are like the teacher's, potentially leading to better generalization.

3.3 Gradient-based Distillation

Inspired by Srinivas & Fleuret, (2018), this method aligns the attention of the student and teacher models. The core idea is that the gradients of the loss with respect to the input can be interpreted as a form of "attention," indicating which input features are most important for the prediction. We compute the gradient of the teacher's loss in relation to the true label (y) with respect to its input, ($g_t = \nabla_x \mathcal{L}_{task}(z_t, y)$), and similarly for the student, ($g_s = \nabla_x \mathcal{L}_{task}(z_s, y)$). The distillation loss is then:

$$\mathcal{L}_{distill}^{gradient} = \mathcal{L}_{grad}(g_t, g_s) = \frac{1}{N} \sum_{x \in \mathcal{B}} |g_t(x) - g_s(x)|_2^2$$

By matching gradients, we encourage the student to be sensitive to the same input features as the teacher, which is hypothesized to directly improve interpretability and robustness.

3.4 Interpretability and Fidelity Analysis

To evaluate the interpretability of the distilled models, we employ SHAP, a unified framework based on cooperative game theory that assigns each feature an important value for a given prediction. The SHAP value for feature (i) is calculated as:

$$\phi_i(f, x) = \sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} \frac{|S|! (|N| - |S| - 1)!}{|N|!} [f_x(S \cup \{i\}) - f_x(S)]$$

where (N) is the set of all features, (S) is a subset of features, and ($f_x(S)$) is the model's prediction for the instance (x) using only the feature subset (S). We compute SHAP values for a set of test predictions from the teacher and all student models. To quantitatively assess whether the student model has learned the teacher's "reasoning," we introduce the Explanation Fidelity metric. Let $(\phi^t(x) = (\phi_1^t, \phi_2^t, \dots, \phi_d^t))$ be the vector of SHAP values for all (d) features from the teacher model for an instance (x). Similarly, let $(\phi^s(x) = (\phi_1^s, \phi_2^s, \dots, \phi_d^s))$ be the SHAP value vector from a student model.

The per-instance explanation fidelity ($\mathcal{F}(x)$) is computed as the cosine similarity between the two explanation vectors:

$$\mathcal{F}(x) = \frac{\phi^t(x) \cdot \phi^s(x)}{|\phi^t(x)| |\phi^s(x)|} = \frac{\sum_{i=1}^d \phi_i^t(x) \phi_i^s(x)}{\sqrt{\sum_{i=1}^d (\phi_i^t(x))^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^d (\phi_i^s(x))^2}}$$

The overall Average Interpretability Fidelity for a student model is the mean of ($\mathcal{F}(x)$) over the entire test dataset ($\mathcal{D}_{test}$):

$$\bar{\mathcal{F}} = \frac{1}{|\mathcal{D}_{test}|} \sum_{x \in \mathcal{D}_{test}} \mathcal{F}(x)$$

A fidelity scores ($\bar{\mathcal{F}}$) close to 1 indicates that the student's feature-level explanations are nearly identical to the teacher's, suggesting the distillation process has successfully transferred the underlying reasoning strategy. A low score indicates a discrepancy, meaning the student may be correct for the wrong reasons, which is a critical failure mode in security applications.

3.5 Model Architecture Design and Training

In this study, two convolutional neural network (CNN) architectures—a teacher and a student—were developed to evaluate the three KD strategies. Both networks adopt a one-dimensional CNN (1DCNN) design, which has proven effective for modeling sequential patterns and spatial correlations in IoT network traffic data. The 1DCNN architecture enables efficient extraction of temporal dependencies and discriminative feature representations from packet-level and flow-level characteristics. The general layout of the proposed method is as shown in Figure 1.

The teacher model serves as the high-capacity reference network that captures complex traffic behaviors and inter-class dependencies. It is composed of four convolutional blocks with 64, 128, 256, and 512 filters, respectively, each employing a kernel size of 3. The student model is designed to be a lightweight and resource-efficient variant of the teacher, making it suitable for deployment in IoT edge devices. It comprises three convolutional blocks with 64, 128, and 256 filters, respectively, each using a kernel size of 3. Following each convolutional operation, Batch Normalization (BN) is applied to stabilize gradient propagation and accelerate convergence. This is followed by a Rectified

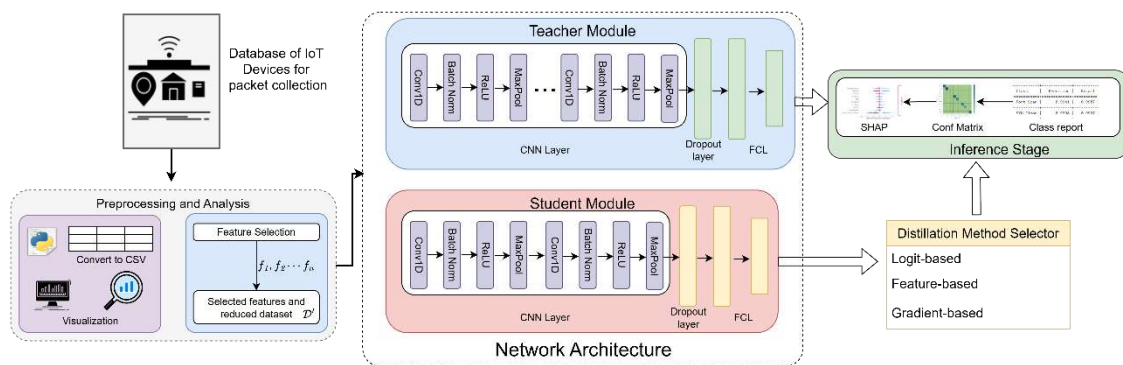


Figure 1: Architectural design of the proposed method

Linear Unit (ReLU) activation function to introduce non-linearity and enhance feature discriminability. To mitigate overfitting and promote model generalization, a dropout layer (with dropout probability $p = 0.3$) is inserted after each block. The extracted features are flattened and passed through a fully connected (dense) layer, culminating in a SoftMax output layer for multi-class intrusion classification. The teacher network provides both the hard labels (ground truth) and soft labels (logits) used for knowledge

transfer to the student model. Despite its reduced depth and parameter count, the student model aims to approximate the performance and reasoning behavior of the teacher through KD. Depending on the specific KD strategy (logits-, feature-, or gradient-based), the student learns to replicate different forms of the teacher's knowledge, ranging from soft predictions to intermediate feature representations or gradient saliency patterns.

Training and Evaluation Process

Training was performed in two sequential stages. First, the teacher model was trained independently using labeled IoT traffic data to convergence, optimizing the categorical cross-entropy loss via the Adam optimizer with an initial learning rate of 0.001. In the second stage, the student model was trained under the guidance of the teacher using a hybrid loss function that combines the standard task-specific loss with the distillation loss corresponding to the chosen KD strategy. For logits-based KD, the distillation temperature T was empirically set between 3 and 5 to enhance soft target smoothness and inter-class information transfer.

All models were trained using mini batches of size 64 for 100 epochs, with model checkpoints and validation metrics recorded per epoch. The training was conducted on a system equipped with NVIDIA GPU acceleration, and the best-performing model (in terms of validation accuracy and stability) was retained for further evaluation and explainability analysis using SHAP. Several metrics including accuracy, recall, precision, area under the curve (AUC), memory footprint, timing constraints are evaluated to measure the potency of the resulting lightweight model based on each KD process.

3.5 Model Complexity and Deployment Considerations

To assess deployability in IoT environments, both models were evaluated in terms of parameter count, FLOPs, and inference latency on a constrained hardware setup. The teacher model, while achieving higher accuracy, exhibits higher computational and memory demands, making it suitable for centralized training. In contrast, the student model offers a substantial reduction in parameters and faster inference with minimal accuracy degradation, supporting real-time intrusion detection on resource-limited edge devices. This trade-off between performance and efficiency underscores the significance of KD as a practical mechanism for resource-aware IoT security.

4. Experimental Setup and Results

This section provides an in-depth analysis of the experiments and the results obtained. The datasets used for training algorithms include the CICIOT2023 and NIMSLABIoT2025, each comprising various numbers of attacks and benign network traffic. Specifically, the CICIOT2023 dataset proposed by Neto et al., (2023) is an enriched dataset that contains varying classes of network attacks of up to 31 and millions of records. The NIMSLABIoT2025 (Adjei et al., 2025) contains four different network threats including SYN Flood, Port Scan, Vulnerability Scan and SlowLoris collected from 9 different IoT devices. These two datasets are utilized for multiclass evaluation in our experiments. In the results, we denote the teacher model as T_m , student model as S_m , and

L_m , F_m , and G_m , representing the logit-based model, feature-based model and gradient-based model, respectively.

4.1 Performance Analysis on the CICIOT2023 Dataset

The performance analysis of the five model variants presented in Table 1 including, T_m , S_m , L_m , F_m , and G_m , reveals a generally high and consistent level of predictive capability, with all models achieving accuracies above 96%. Among them, the teacher model (T_m) attained the highest accuracy (97.64%), recall (97.96%), and AUC (99.98%), confirming its superior representational capacity at the cost of higher computational complexity, as reflected in its elevated FLOPs (19 million) and slightly higher resource utilization (memory usage of 1.82% and CPU usage of 8.85%). The student variants demonstrate competitive performance despite having significantly fewer parameters. Notably, the F_m model achieved the best balance between accuracy (97.88%), recall (97.85%), and efficiency, recording moderate CPU and memory usage (21.95% and 0.79%, respectively) and the lowest inference time (6.38×10^{-5} s). This indicates that F_m maintains near-teacher-level predictive capability while substantially reducing computational demand. In contrast, G_m exhibited the lowest accuracy and recall (96.89% and 96.96%, respectively), suggesting that its learning capacity may have been constrained by architectural or optimization differences. Overall, the results demonstrate that lightweight distilled models can effectively approximate teacher performance while improving computational efficiency, confirming the viability of knowledge distillation in developing resource-aware IoT intrusion detection systems.

Table 1: Comparative evaluation of model's performance on the CICIOT2023 dataset

Method	Parameter	Accuracy	Recall	AUC	Memory usage (%)	CPU Usage (%)	FLOPS	Inference Time (s)
T_m	590239	97.64	97.96	99.98	1.82	8.85	19M	7.18×10^{-5}
S_m	149727	97.25	97.71	99.97	1.26	6.87	511859	6.9×10^{-5}
L_m	149727	97.62	97.83	99.97	0.77	13.7	511859	8.36×10^{-5}
F_m	149727	97.88	97.85	99.98	0.79	21.95	511859	6.38×10^{-5}
G_m	149727	96.89	96.96	99.95	1.32	16.8	511859	7.88×10^{-5}

4.2 Performance Evaluation on the NIMSLABIoT2025 Dataset

The evaluation results on the NIMSLABIoT2025 dataset, shown in Table 2 demonstrate a consistently strong performance across all model variants, with minimal degradation in predictive accuracy following knowledge distillation. The teacher model (T_m) achieved the highest overall accuracy and recall, both at 99.61%, with an AUC of 99.99%, establishing it as the performance upper bound. However, this came with higher computational demand, reflected in its 2.23% memory usage and 10.55% CPU utilization.

The distilled student variants maintained comparable accuracy and recall levels, differing by less than 0.3% from the teacher, while substantially reducing parameter size and computational complexity. Specifically, the F_m model achieved the best overall trade-off, recording the highest accuracy (99.68%)—a 0.07% improvement over the teacher—while consuming 62.6% less memory and requiring roughly half the CPU resources. Its inference time (5.38×10^{-5} s) was 21.4% faster than that of the teacher model, confirming its suitability for real-time IoT applications. The L_m variant also showed strong performance, with accuracy and recall only 0.11% below the teacher but a 62.1% reduction in memory consumption and a 39.5% decrease in inference latency. By contrast, G_m demonstrated the lowest accuracy (98.89%) and recall (98.76%), marking a 0.72% and 0.85% reduction relative to the teacher, accompanied by slightly higher CPU consumption (17.8%). Overall, these results validate that knowledge distillation can yield lightweight models that retain near-teacher performance while reducing memory usage by over 60% and inference time by approximately 20–40%, emphasizing its effectiveness for scalable and resource-efficient IoT security applications.

Table 2: Evaluation results of different methods on the NIMSLABIoT2023 dataset

Method	Parameter	Accuracy	Recall	AUC	Memory usage (%)	CPU Usage (%)	FLOPS	Inference Time (s)
T_m	583300	99.61	99.61	99.99	2.23	10.55	1M	6.84×10^{-5}
S_m	146244	99.35	99.36	99.99	1.38	13.6	491396	6.80×10^{-5}
L_m	146244	99.50	99.52	99.99	0.846	13.75	491396	4.14×10^{-5}
F_m	146244	99.68	99.65	99.99	0.834	21.95	491396	5.38×10^{-5}
G_m	146244	98.89	98.76	99.97	1.56	17.8	491396	6.58×10^{-5}

4.3 Explainability Evaluation using SHAP

Figures 2 and 3 show the interpretability results for the T_m and F_m models in predicting samples of DDoS-ACK and DDoS-ICMP packets in the test data. Both Figures demonstrate that the model relies primarily on temporal and traffic distribution features (e.g., elapsed time, entropy) to drive its decision-making. This pattern aligns with typical IoT attack detection behavior, where anomalies often manifest as timing irregularities or entropy fluctuations. Both models rely on `Min_Elapsed_Time` as the most influential feature, contributing negatively to the prediction with a SHAP value around -0.05 for DDoS-ICMP and DDoS-ACK for T_m and F_m respectively, while the value reduced to -0.04 for DDoS-ICMP using F_m . This implies that shorter elapsed times likely reduce the probability of the predicted class (e.g., an attack type). This demonstrates the high fidelity that exists between the teacher and student explainability, enforcing the high-fidelity score in the model decisions.

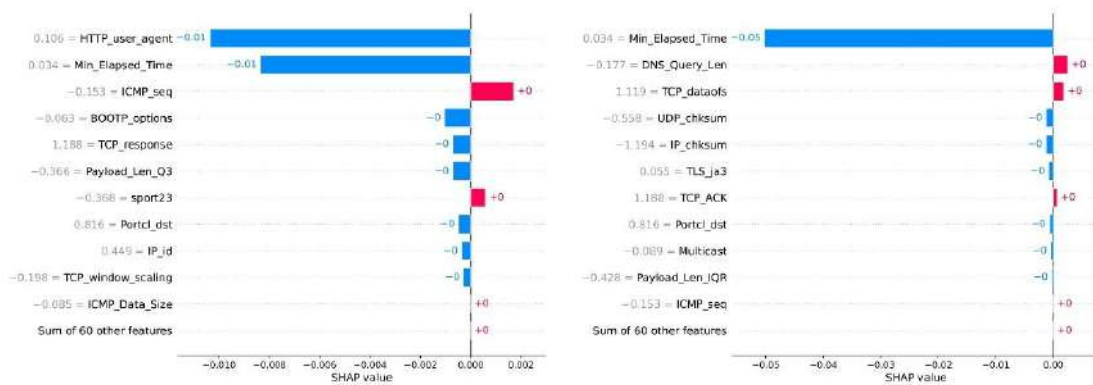


Figure 2: Explainability decisions for detecting (a) DDoS-Ack and (b) DDoS-ICMP with T_m

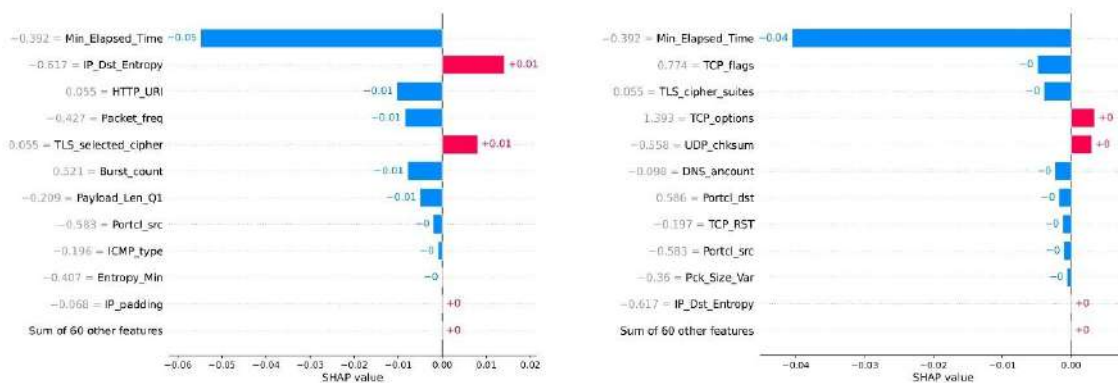


Figure 3: Explainability decisions for detecting (a) DDoS-Ack and (b) DDoS-ICMP with F_m

5. Conclusion and Future Work

Intrusion detection models for IoT devices must be lightweight, robust and scalable to overcome the inherent limitations. This paper presents a detailed comparative analysis of three knowledge distillation strategies for building lightweight and interpretable IDS in IoT networks. Through empirical evaluation using two state-of-the-art datasets of diverse IoT network traffic comprising various network threats, we demonstrate that Feature-based Distillation is the most effective strategy for this domain, achieving the highest accuracy and the most faithful interpretability profiles reaching 98%, providing a quantitative measure of trustworthiness beyond mere prediction accuracy. While Gradient-based distillation shows promise for interpretability, its performance lags, and Logits-based distillation remains a strong, simple baseline. Our findings show that Feature-based Knowledge Distillation provides a highly accurate, efficient, and trustworthy model compression technique for developing and deploying IDS on an IoT device. For future work, we plan to explore hybrid strategies and investigate the relationship between explanation fidelity and adversarial robustness.

Acknowledgement

The authors appreciate CAPES and CNPq for providing the resources and FAPESP for sponsoring the project under grant no: 2023/01784-1.

References

- Adjei, J. A., Zincir-Heywood, N., Heywood, M., Seddigh, N., & Nandy, B. (2025). *DALHOUSIE NIMS LAB IoT ATTACK DATASET 2025*. IEEE Dataport. <https://doi.org/10.21227/vrwj-bc48>
- Belenguer, A., Navaridas, J., & Pascual, J. A. (2022). *A review of Federated Learning in Intrusion Detection Systems for IoT*. 1–13. <http://arxiv.org/abs/2204.12443>
- Guan, X., & Zhang, G. (2025). A Malware Classification Method Based on Knowledge Distillation and Feature Fusion. *IEEE Access*, 13, 51268–51276. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3545762>
- Hinton, G., Vinyals, O., & Dean, J. (2015). Distilling the Knowledge in a Neural Network. *ArXiv Preprint ArXiv:1503.02531*. <http://arxiv.org/abs/1503.02531>
- Kauffmann, J., Dippel, J., Ruff, L., Samek, W., Müller, K. R., & Montavon, G. (2025). Explainable AI reveals Clever Hans effects in unsupervised learning models. *Nature Machine Intelligence*, 7(3), 412–422. <https://doi.org/10.1038/s42256-025-01000-2>
- Khraisat, A., & Alazab, A. (2021). A critical review of intrusion detection systems in the internet of things: techniques, deployment strategy, validation strategy, attacks, public datasets and challenges. *Cybersecurity*, 4(1), 18. <https://doi.org/10.1186/s42400-021-00077-7>
- Neto, E. C. P., Dadkhah, S., Ferreira, R., Zohourian, A., Lu, R., & Ghorbani, A. A. (2023). CICIOT2023: A real-time dataset and benchmark for large-scale attacks in IoT environment. *Sensors*, 23(13), 5941.
- Okey, O. D., Maidin, S. S., Adasme, P., Lopes Rosa, R., Saadi, M., Carrillo Melgarejo, D., & Zegarra Rodríguez, D. (2022). BoostedEnML: Efficient Technique for Detecting Cyberattacks in IoT Systems Using Boosted Ensemble Machine Learning. *Sensors*, 22(19), 7409.
- Okey, O. D., Melgarejo, D. C., Saadi, M., Rosa, R. L., Kleinschmidt, J. H., & Rodríguez, D. Z. (2023). Transfer Learning Approach to IDS on Cloud IoT Devices Using Optimized CNN. *IEEE Access*, 11, 1023–1038. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3233775>
- Palo, A. N. (2025). *2025 Unit 42 Global Incident Response Report - Palo Alto Networks*. Online. <https://www.paloaltonetworks.com/resources/research/unit-42-incident-response-report>
- Romero, A., Ballas, N., Kahou, S. E., Chassang, A., Gatta, C., & Bengio, Y. (2015). FitNets: Hints for thin deep nets. *3rd International Conference on Learning Representations, ICLR 2015 - Conference Track Proceedings*.
- Shtayat, M. M., Hasan, M. K., Sulaiman, R., Islam, S., & Khan, A. U. R. (2023). An explainable ensemble deep learning approach for intrusion detection in industrial internet of things. *IEEE Access*, 11, 115047–115061.
- Srinivas, S., & Fleuret, F. (2018). Supplementary material for “knowledge Transfer with Jacobian Matching.” *35th International Conference on Machine Learning, ICML 2018*, 11, 7524–7525.
- Su, T., Liang, Q., Zhang, J., Yu, Z., Wang, G., & Liu, X. (2021). Attention-based feature interaction for efficient online knowledge distillation. *2021 IEEE International Conference on Data Mining (ICDM)*, 579–588.

Sistema Inteligente para Correção de Exercícios com Halteres

Douglas Aquino Teixeira Mendes¹, Tales Heimfarth²

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Computação Aplicada – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

douglas.mendes1@estudante.ufla.br, tales@ufla.br

Palavras-chave: Internet das coisas, Halteres, Sensores inerciais, Aprendizado de máquina

Neste trabalho é proposto o desenvolvimento de um sistema inteligente baseado em Internet das Coisas (IoT) para monitoramento e correção de exercícios de força com halteres. O sistema utiliza sensores inerciais (IMUs) acoplados diretamente aos halteres, que coletam dados de movimento e os processam no próprio dispositivo do usuário, garantindo maior autonomia e privacidade. Entre as possibilidades de algoritmos a serem aplicados destacam-se técnicas de aprendizado de máquina, como SVM, Random Forest e redes neurais, voltadas para avaliar a qualidade do movimento, detectar erros de execução e fornecer feedback automático ao usuário. Além disso, os dados podem ser sincronizados com profissionais de saúde, permitindo acompanhamento especializado, comparação da execução e validação da correção do exercício, em um aplicativo específico para o especialista.

A arquitetura do sistema é composta por três camadas principais: (i) camada de percepção, responsável pela coleta de dados com IMUs embarcadas nos halteres; (ii) camada de comunicação, que utiliza protocolos IoT e redes sem fio para transmissão dos dados; e (iii) camada de aplicação, que integra softwares de análise e um aplicativo móvel para visualização e feedback em tempo real. Assim, o sistema busca atuar como um “treinador virtual”, apoiando tanto treinos domiciliares quanto em academias.

Apesar dos avanços no estado da arte em monitoramento de exercícios, muitos estudos prévios focam em soluções vestíveis, que podem ser desconfortáveis, ou em visão computacional, limitada por custo e condições ambientais. Além disso, ainda há dificuldades significativas, especialmente relacionadas à generalização dos modelos. Diferenças individuais de execução, níveis de experiência e variações biomecânicas tornam desafiadora a criação de algoritmos capazes de manter alta precisão em populações diversas. Para superar essa limitação, também é proposto neste trabalho uma estratégia em que, na presença de um profissional de saúde, o algoritmo pode ser treinado com os dados reais do usuário, validados como corretos ou incorretos pelo especialista. Dessa forma, o sistema se adapta ao perfil do praticante e reduz a dependência de bases de dados genéricas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

Uma avaliação de heurísticas de despacho de pedidos de entrega de alimentos sob demanda em um simulador de tráfego realista

Gabriel Oliveira¹, Dilson Pereira¹, Julio César Alves¹

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

`gabrielrodriguesoliveira76@gmail.com,`
`{dilson.pereira,juliocesar.alves}@ufla.br`

Abstract. *The on-demand food delivery market is rapidly expanding, driven by technology and the pursuit of convenience. One of the main challenges in this sector is online order dispatch, which requires agile decisions for delivery assignment and route optimization. Despite the existence of different approaches, the comparison between the most advanced solutions is still limited. This work seeks to fill this gap by analyzing three dispatch heuristics in a realistic simulation environment. The objective is to evaluate the performance of each one in relation to operational efficiency. The results obtained contribute to the advancement of methods that can be applied in practical delivery scenarios.*

Keywords: *order dispatching, order assignment, food delivery.*

Resumo. *O mercado de entrega de alimentos sob demanda está em rápida expansão, impulsionado pela tecnologia e pela busca por conveniência. Um dos principais desafios desse setor é o despacho de pedidos online, que exige decisões ágeis para atribuição de entregas e otimização de rotas. Apesar de existirem diferentes abordagens, a comparação entre as soluções mais avançadas ainda é limitada. Este trabalho busca preencher essa lacuna ao analisar três heurísticas de despacho em um ambiente de simulação realista. O objetivo é avaliar o desempenho de cada uma em relação à eficiência operacional. Os resultados obtidos contribuem para o avanço de métodos que podem ser aplicados em cenários práticos de delivery.*

Palavras-chave: *despacho de pedidos, atribuição de pedidos, entrega de comida.*

1. Introdução

O mercado de entrega de alimentos sob demanda é um setor trilionário, com destaque em países como China, EUA, Índia, Reino Unido e Brasil Li, Miroso e Bremer (2020). O trabalho apresentado por Huang, Li e Zha (2023) argumenta que a crescente demanda por entregas rápidas e convenientes tem impulsionado a popularidade dos serviços de entrega sob demanda, especialmente nas áreas urbanas. Esse cenário é reforçado por Simoni e Winkenbach (2023), que mencionam a revolução do início da década de 2010, quando plataformas de entrega online possibilitaram que os clientes realizem pedidos rapidamente em uma vasta gama de restaurantes, utilizando entregadores terceirizados.

De acordo com Zheng et al. (2022), o despacho de pedidos envolve atribuir cada pedido ao entregador mais adequado, além de planejar a melhor rota com base em informações

globais, como dados de pedidos, clientes, entregadores e restaurantes. Para Zheng et al. (2020) o problema de despacho de pedidos online (ODDP) é o principal problema na plataforma de entrega de alimentos online, em conformidade com Ding, Liu e Chen (2021) que alegam que o despacho de pedidos é uma das duas decisões importantes que devem ser consideradas para resolver esse problema.

Os autores Lu et al. (2024) afirmam que o crescimento exponencial da demanda por entregas instantâneas aumentou a complexidade e a dificuldade de lidar com problemas de despacho. Um sistema de despacho eficiente pode reduzir a distância total percorrida pelos entregadores, diminuindo, assim, as emissões de poluentes Liu et al. (2024). Por outro lado, um sistema de despacho ineficiente pode gerar vários problemas, como atrasos, degradação da experiência do usuário, congestionamento de tráfego, emissões de poluentes e aglomeração em restaurantes (LU et al., 2024).

Embora existam muitos estudos que abordam o problema do despacho de pedidos e suas variantes, esses trabalhos estão dispersos na literatura. Ainda que alguns trabalhos como Bozanta et al. (2022) e Li et al. (2022) apresentem uma breve revisão e uma tabela informativa de algoritmos aplicados a esse problema, a implementação e comparação desses diversos algoritmos é limitada.

Assim, o objetivo deste trabalho é contribuir para diminuir essa lacuna implementando e três diferentes algoritmos para o despacho de pedidos, Melhor Correspondência com o Operador de Arrependimento BM-REG (CHEN et al., 2022b), Heurística de inserção gananciosa modificada MGI e Heurística de inserção de arrependimento modificada do MRI (ZHOU et al., 2020), comparando seus resultados com métricas operacionais em um ambiente simulado.

2. Descrição do problema

O problema de despacho de pedidos em plataformas de entrega de comida consiste em decidir, de forma eficiente e em tempo real, qual entregador deve atender cada novo pedido recebido pela plataforma, considerando múltiplos fatores operacionais e restrições. Trata-se de um problema altamente dinâmico e estocástico, no qual novos pedidos e alterações no estado dos entregadores (como posição, disponibilidade e pedidos em andamento) surgem continuamente ao longo do tempo. O objetivo principal é minimizar o custo operacional, frequentemente modelado em termos de tempo de entrega, distância percorrida ou atrasos, mantendo ao mesmo tempo altos níveis de pontualidade e satisfação do cliente. Devido à sua complexidade combinatória e às restrições temporais para tomada de decisão, o despacho de pedidos é tipicamente resolvido por heurísticas e métodos aproximativos, que buscam soluções de boa qualidade em poucos segundos.

3. Algoritmos

Os algoritmos de despacho de pedidos online buscam atribuir, em tempo real, cada novo pedido ao entregador mais adequado, equilibrando custo, tempo e restrições operacionais. O BM-REG utiliza uma heurística de melhor correspondência e desempate pelo maior valor de arrependimento, priorizando decisões que evitam perdas futuras. O MGI adota uma inserção gulosa modificada, que despacha primeiro os pedidos com menos entregadores viáveis, reduzindo riscos de inviabilidade. Já o MRI

aprimora o método do arrependimento ponderando as alternativas por relevância e também priorizando pedidos mais restritos. Em conjunto, esses algoritmos buscam soluções rápidas, viáveis e próximas do ótimo para ambientes altamente dinâmicos de entrega de comida sob demanda.

3.1. *Best-Matching with Regret Operator (BM-REG)*

O algoritmo BM-REG (Best-Matching with Regret Operator), proposto por Chen et al. (2022), é uma heurística desenvolvida para o problema de despacho de pedidos em plataformas de entrega de comida sob demanda. O algoritmo inicia com o cálculo de uma matriz de custos que estima o impacto de atribuir cada pedido a cada entregador, considerando variações de tempo e distância nas rotas. Em seguida, cada pedido é associado ao entregador que apresenta o menor custo estimado; contudo, quando vários pedidos competem pelo mesmo entregador (situação de many-to-one matching), aplica-se o operador REG para selecionar o pedido com maior valor de arrependimento, isto é, aquele cuja diferença entre o melhor e o segundo melhor entregador é maior. Essa estratégia evita decisões míopes, priorizando pedidos cujo não despacho imediato poderia causar um aumento de custo futuro. O processo é repetido iterativamente, com atualização da matriz de custos após cada atribuição, até que todos os pedidos sejam alocados. Nos experimentos relatados pelos autores, o BM-REG apresentou desempenho superior às demais variações da heurística Best-Matching, servindo como referência de comparação para o modelo adaptativo proposto no estudo.

3.2. *Modified Greedy Insertion (MGI)*

Modified Greedy Insertion (MGI) é uma heurística proposta por Zhou et al. (2020) para o despacho online de pedidos em sistemas de entrega em tempo real. Ela se baseia na abordagem clássica Greedy Insertion (GI), mas introduz um critério de priorização que leva em conta o número de motoristas viáveis para cada pedido. A cada iteração, os pedidos são ordenados de forma que aqueles com menor número de motoristas disponíveis recebam prioridade, e, em caso de empate, escolhe-se o de menor custo incremental de inserção na rota. Essa modificação visa reduzir a miopia da heurística original, que tende a favorecer inserções imediatas de baixo custo sem considerar futuras limitações de viabilidade. Assim, o MGI melhora a taxa de despacho e a eficiência geral, mantendo o tempo de processamento compatível com aplicações em tempo real.

3.3. *Modified Regret Insertion (MRI)*

Modified Regret Insertion (MRI), também desenvolvido por Zhou et al. (2020), deriva da heurística Regret Insertion (RI), incorporando uma ponderação exponencial entre as melhores opções de motorista para cada pedido. O algoritmo calcula um valor de “arrependimento” baseado nas diferenças de custo entre as alternativas, ajustado por um fator de decaimento $\gamma \in (0,1)$, que atribui maior peso às primeiras melhores escolhas. Além disso, os pedidos são ranqueados considerando o número de motoristas viáveis, priorizando os mais restritos, o que evita cálculos redundantes e acelera o processo. Com isso, o MRI mantém o caráter de antecipação da RI, mas com menor custo computacional, alcançando desempenho próximo ou superior em termos de qualidade de solução e tempo de execução.

4. Experimentos

Foi criado um simulador de entregas de pedidos de comida utilizando a biblioteca Simulação de Mobilidade Urbana do inglês *Simulation of Urban Mobility* SUMO Lopez et al. (2018). A implementação representa o problema de despacho de pedidos de comida utilizando uma malha da cidade de Lavras do estado de Minas Gerais no Brasil que foi exportada do site *BBBike* Schneider, W e Rezić, S. (2025).

A simulação foi configurada com um número fixo de 100 entregadores com capacidade ilimitada, os veículos dos entregadores possuem velocidade máxima de 90 km/h respeitando regras e velocidade das vias e nenhum trânsito adicional além dos entregadores foi configurado.

A simulação dura duas horas, onde na primeira hora são distribuídos 10 pedidos por minuto totalizando 600 pedidos gerados, na segunda hora apenas aguardamos o roteamento e entrega dos pedidos até o fim da simulação, o pedido fica pronto instantaneamente após a sua criação. Uma imagem da distribuição geográfica dos pedidos pode ser vista na Figura 1, onde os pontos em azul são os restaurantes ou pontos de coleta dos pedidos, e os pontos em vermelho são os endereços dos clientes ou os pontos de entrega dos pedidos.



Figura 1 - Imagem do cenário de teste da cidade de Lavras, em azul estão os pontos de coleta e em vermelho os pontos de entrega.

Foram comparados os algoritmos de despacho Aleatório, BM-REG, MGI e MRI na mesma instância de testes minimizando assim efeitos estocásticos. Foram utilizadas as mesmas funções objetivos de referência de cada artigo.

5. Resultados

Olhando para o status dos pedidos após o término da simulação, Figura 2, podemos relacionar as métricas ao desempenho dos algoritmos para desempenho operacional.

Podemos observar que o BM-REG finalizou a entrega de todos os 600 pedidos desse cenário de simulação. Os algoritmos MGI e MRI obtiveram resultados semelhantes, abaixo do BM-REG, mas ainda satisfatórios para esse cenário. Ambos não tinham poucos pedidos aguardando na fila de pedidos e em progresso, MGI obteve 583 pedidos coletados e 574 entregues e MRI 578 coletados e 575 entregues.

O algoritmos de despacho Aleatório continha muitos pedidos aguardando na fila de entregas ao final da simulação, ao final coletou 193 pedidos e entregou 178.

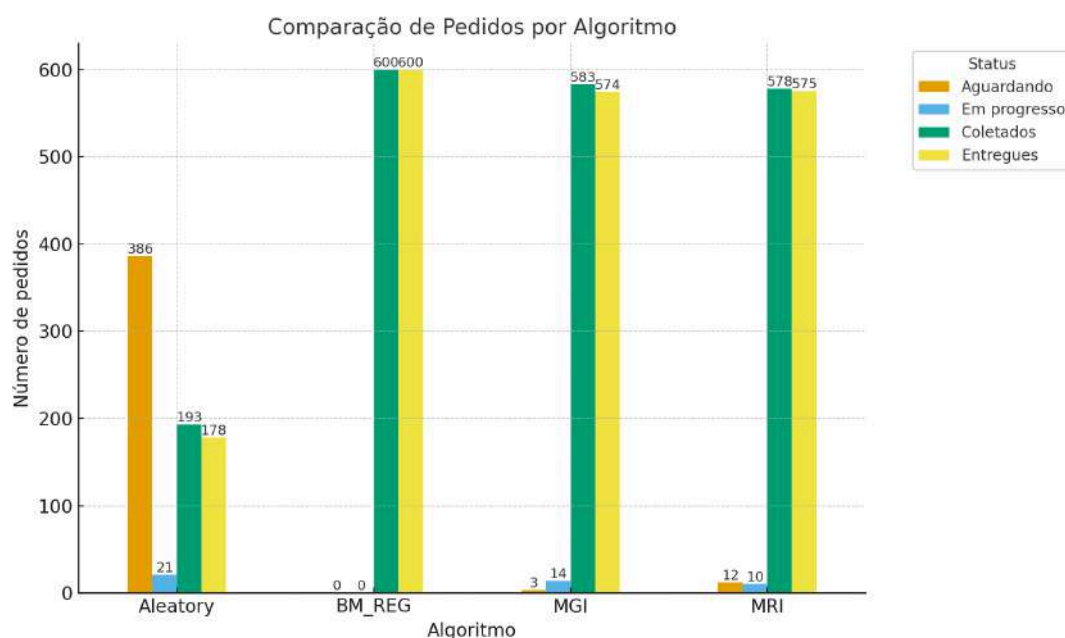


Figura 2 - Essa figura é o resultado dos algoritmos após o final da simulação.

Texto após a figura.

6. Conclusão

Observando os resultados e comparando as métricas da seção de resultados podemos observar que o algoritmo de despacho Aleatório teve o pior desempenho para esse cenário de simulação, o motivo se deve ao fato de que construir rotas aleatórias sem considerar as rotas atuais dos entregadores não é uma alternativa eficaz.

Os algoritmos BM-REG, MGI e MRI obtiveram resultados aceitáveis para esse cenário, concluindo 600, 674, 675 pedidos respectivamente, o que indica que são bons algoritmos para resolver o problema do despacho de pedidos de comida.

7. Referências

- BOZANTA, A. et al. Courier routing and assignment for food delivery service using reinforcement learning. *Computers and Industrial Engineering*, Elsevier Ltd, v. 164, 2022. ISSN 0360-8352.
- CHEN, J.-f. et al. An effective matching algorithm with adaptive tie-breaking strategy for online food delivery problem. *Complex and Intelligent Systems*, Springer International Publishing, v. 8, n. 1, p. 107–128, 2022. ISSN 2199-4536. All Open Access, Gold Open Access.
- DING, X.; LIU, H.; CHEN, X. A real time scheduling scheme for food delivery. In: G., C. (Ed.). [S.l.]: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2021. p. 104–108. ISBN 978-166543531-4. Conference name: 2021 IEEE International Conference on Emergency Science and Information Technology, ICESIT 2021; Conference date: 22 November 2021 through 24 November 2021; Conference code: 177077.
- HUANG, W.; LI, Q.; ZHA, C. Efficient order dispatching and route planning for on-demand delivery. In: . [S.l.]: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2023. p. 2477–2482. ISBN 979-835031725-1; Conference name: 9th International Conference on Computer and Communications, ICC3 2023; Conference date: 8 December 2023 through 11 December 2023; Conference code: 199225.
- LI, C.; MIROSA, M.; BREMER, P. Review of online food delivery platforms and their impacts on sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, MDPI, v. 12, n. 14, 2020. ISSN 2071-1050. All Open Access, Gold Open Access.
- LI, J. et al. Meal delivery routing optimization with order allocation strategy based on transfer stations for instant logistics services. *IET Intelligent Transport Systems*, John Wiley and Sons Inc, v. 16, n. 8, p. 1108–1126, 2022. ISSN 1751-956X All Open Access, Gold Open Access.
- LU, M. et al. An adaptive agent-based approach for instant delivery order dispatching: Incorporating task buffering and dynamic batching strategies. *International Journal of Transportation Science and Technology*, KeAi Communications Co., v. 13, p. 137–154, 2024. ISSN 2046-0430. All Open Access, Gold Open Access.
- ZHENG, J. et al. Modeling stochastic service time for complex on-demand food delivery. *Complex and Intelligent Systems*, Springer International Publishing, v. 8, n. 6, p. 4939–4953, 2022. ISSN 2199-4536. All Open Access, Gold Open Access.
- ZHOU, Q. et al. Two fast heuristics for online order dispatching. In: . [S.l.]: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020. ISBN 978-172816929-3. Conference name: 2020 IEEE Congress on Evolutionary Computation, CEC 2020; Conference date: 19 July 2020 through 24 July 2020; Conference code: 162881.
- LOPEZ, P. A. et al. Microscopic traffic simulation using sumo. In: *The 21st IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems*. IEEE, 2018. Disponível em: <<https://elib.dlr.de/124092/>>.
- SCHNEIDER, Wolfram. BBBike extracts OpenStreetMap. 2025. Disponível em: <https://extract.bbbike.org/>. Acesso em: 13 out. 2025.

Sistema IoT LoRaWAN Open Source para Monitoramento e Gestão do Consumo de Água em Campus Universitário

João A. R. Paviani¹, Wesley R. Camilo², Luiz H. A. Correia¹

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Automática/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

joao.paviani@ufla.br, wesley.ribeiro@ufla.br, lcorreia@ufla.br

Palavras-chave: IoT; LoRaWAN; medição inteligente de água; gestão hídrica; campus universitário.

Este trabalho descreve a implementação e a validação de um sistema IoT de código aberto para monitoramento setorizado do consumo de água em um campus universitário. O estudo de caso foi realizado na UFLA, com 11 pontos de consumo monitorados ao longo de 46 dias.

A arquitetura integra hidrômetros *SAGATECH* US-5.0 com saída por pulsos (1 pulso/L), comunicação *LoRaWAN* (protocolo de rede de longo alcance e baixo consumo) com *gateway Browan*, servidor de rede *ChirpStack* (v4), processamento em *Python* e banco de dados *MySQL*, com visualização em *Grafana*. A avaliação considerou RSSI (*Received Signal Strength Indicator*; potência recebida, em dBm), SNR (*Signal-to-Noise Ratio*; relação sinal-ruído, em dB) e PDR (*Packet Delivery Rate*; razão entre pacotes recebidos e esperados). A acurácia foi verificada pela comparação entre medição automatizada (AMI, Abordagem de monitoramento IoT) e medição manual (AMM, Abordagem de Medição manual), via erro percentual relativo.

Observou-se PDR elevado na maior parte dos dispositivos, com exemplos de 96,11% (Reitoria) e 96,47% (DCC), e um caso de 85,69% (DAE) associado a maior instabilidade de SNR. No campus da UFLA, Reitoria corresponde à administração central; DCC, ao Departamento de Ciência da Computação; DAE, ao Departamento de Administração e Economia; e Biblioteca, à Biblioteca Central. Os erros relativos variaram entre -0,434% e +0,459%, compatíveis com o limite de $\pm 2\%$ estabelecido pelo INMETRO para hidrômetros em operação, indicando adequação da solução para gestão hídrica setorizada e suporte à tomada de decisão.

Agradecimentos:

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Acessibilidade de Fórmulas Matemáticas em Artigos Científicos: Desafios e Perspectivas para Pessoas com Deficiência Visual no Ensino Superior

Eduardo Augusto Ribeiro¹, Saimon Gabriel de Andrade¹, André Pimenta Freire¹

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{eduardo.ribeiro3,saimon.andrade2}@estudante.ufla.br, apfreire@ufla.br

Palavras-chave: Acessibilidade digital, Fórmulas matemáticas, Deficiência visual.

A acessibilidade em conteúdos digitais é fundamental para a inclusão educacional, especialmente no ensino superior, onde o acesso a fórmulas matemáticas em artigos científicos ainda representa um grande desafio para pessoas com deficiência visual. O estudo tem como objetivo avaliar a acessibilidade de fórmulas matemáticas presentes em artigos científicos publicados em diferentes editoras. A metodologia adotada envolveu a inspeção técnica de fórmulas com diferentes estruturas e níveis de complexidade, utilizando testes práticos com os leitores de tela NVDA (com o complemento Access8Math) e JAWS, em artigos publicados, e disponibilizados em formato HTML, excluindo as editoras que tinham publicações apenas em PDF. Os resultados evidenciam cenários positivos em alguns casos, mas também destacam limitações importantes na leitura, compreensão e navegação dentro das expressões matemáticas. Observou-se que a ausência de padronização e de estratégias consistentes de codificação compromete a experiência de usuários com deficiência visual. Diante disso, ressalta-se a importância da adoção de práticas padronizadas e de técnicas adequadas de interação e representação digital para promover uma inclusão educacional efetiva e equitativa.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Mensuração da Acessibilidade Digital: Um Estudo com Ferramentas Adotadas por Governos em Diferentes Países

Saimon Gabriel de Andrade¹, Eduardo Augusto Ribeiro¹, André Pimenta Freire¹,

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{saimon.andrade2,eduardo.ribeiro3}@estudante.ufla.br, apfreire@ufla.br

Palavras-chave: Acessibilidade Digital, Métricas, Qualidade de software.

A acessibilidade digital, conforme estabelecido em normas como a ISO/IEC 25010:2023, é um atributo fundamental da qualidade de software, sendo um critério intrínseco à usabilidade e essencial para a inclusão digital. Em contextos governamentais, o avanço das regulamentações (como a WCAG) levou diversos países a adotarem ferramentas de avaliação automática para monitorar a acessibilidade em seus sites. No entanto, há escassez de estudos que investiguem o comportamento e a propriedade das métricas utilizadas por essas ferramentas. O estudo visa analisar os modelos de cálculo adotados por três avaliadores automáticos oficiais: Ases Web (Brasil), Mauve++ (Itália) e AccessMonitor (Portugal). A metodologia incluiu análise documental e aplicação prática. A amostra de páginas analisadas foi selecionada a partir dos relatórios "WCAG 2.0 Implementation Report" e "WCAG 2.1 Implementation Report" mantidos pelo W3C, que reúnem exemplos de sites com conformidade previamente validada (Níveis AA e AAA). Os resultados apontam diferenças significativas e variabilidade nos modelos de cálculo das métricas entre as ferramentas. Essa diversidade compromete a transparência e a reprodutibilidade dos diagnósticos. Os achados reforçam as limitações inerentes às ferramentas automáticas e que a sua adoção isolada pode levar a conclusões equivocadas sobre a acessibilidade real. O estudo reforça a necessidade de padronização das métricas e validação complementar.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Engenharia de Software e Sustentabilidade: Um Estudo sobre Critérios e Avaliação de Sustentabilidade na Engenharia de Software

Marcelo Adalton Balisa¹, Heitor Augustus Xavier Costa²

^{1,2}Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

marcelo.balisa@estudante.ufla.br, heitor@ufla.br

Palavras-chave: Sustentabilidade, Software, Métricas

A consolidação de critérios e métodos de avaliação voltados à sustentabilidade na Engenharia de Software (ES) permanece em estágio embrionário, revelando uma lacuna significativa quanto à construção de um arcabouço teórico consistente e amplamente reconhecido. Embora existam iniciativas que busquem incorporar princípios sustentáveis ao desenvolvimento de software, muitas carecem de definições claras, fundamentos metodológicos sólidos e conceitos bem delimitados. Essa carência compromete a realização de avaliações rigorosas e comparáveis, dificultando a consolidação de práticas sustentáveis na área de ES. Sob a perspectiva acadêmica, critérios como consumo energético, qualidade do código e segurança são frequentemente tratados de forma fragmentada e superficial. Além disso, a sustentabilidade em software vai além dos aspectos ambientais, abrangendo também dimensões econômicas e sociais. Ela requer uma abordagem multidimensional que considere o ciclo de vida do software, sua adaptabilidade e a capacidade de atender às necessidades de diferentes stakeholders. Assim, características como expansibilidade, interoperabilidade, manutenibilidade, eficiência e reutilização emergem como elementos cruciais, mas ainda carecem de uma base conceitual consolidada que sustente sua inclusão como critérios de sustentabilidade. A ausência de diretrizes que orientem a avaliação dessas propriedades sob a ótica da sustentabilidade impede a adoção de práticas alinhadas aos princípios do desenvolvimento sustentável. Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo identificar, categorizar e analisar critérios de sustentabilidade aplicáveis ao desenvolvimento e à avaliação de software, buscando construir uma fundamentação teórica robusta. Pretende-se estabelecer conexões entre critérios e características que contribuam para a longevidade, adaptabilidade e responsabilidade socioambiental dos sistemas computacionais. Espera-se, como resultado, consolidar um conjunto de critérios teoricamente embasados e propor diretrizes metodológicas para avaliar a sustentabilidade de forma clara, sistemática e alinhada às exigências contemporâneas da ES sustentável. A relevância desta pesquisa também se vincula ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 da ONU, que visa assegurar padrões de produção e consumo responsáveis. Ao propor critérios e diretrizes para a avaliação sustentável do software, esta investigação contribui para o uso eficiente de recursos, a redução de desperdícios digitais e o fortalecimento de práticas tecnológicas mais conscientes e duradouras.



CIÊNCIA DO SOLO



A deposição de rejeitos como fator de modificação dos atributos físicos do solo

Tamires R. dos Reis^{1,2}, Márcio R. Nunes², Camila P. Cagna^{2,3}, Olanrewaju H. Ologunde², Josiel D. J. Santos¹, Aline O. Silva¹, Bruno M. Silva¹, Marco. C. Carneiro¹

¹Departamento de Ciência do Solo/DCS - Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3020, 37200-900 - Lavras, MG – Brasil.

²Soil, Water & Ecosystem Sciences Department, University of Florida (UF),
Gainesville, FL, United States of America

³Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná,
Brasil.

tamires.reis1@estudante.ufla.br, camila.peehcagna@gmail.com,
ologundeolanrewa@ufl.edu, josiel.santos2@estudante.ufla.br,
alineoliveirasilva6@gmail.com, brunom.silva@ufla.br, marcocarbone@ufla.br

Palavras-chave: Recuperação ambiental, Avaliação de Risco Ecológico, Saúde do Solo.

O solo constitui um ecossistema fundamental para a manutenção da vida; porém, atividades antrópicas, como a mineração, podem comprometer sua funcionalidade. Em 2015, após o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana (MG), e a deposição de rejeitos, formou-se o tecnossolo, cuja recuperação demanda monitoramento constante para restabelecer o equilíbrio ecológico e garantir o uso sustentável. O presente estudo teve como objetivo avaliar como alterações nos atributos físicos do solo influenciam sua funcionalidade ecológica em áreas impactadas por rejeito. O estudo foi conduzido em duas áreas: uma de referência, sob cobertura florestal, e outra de solo impactado em processo de revegetação. Foram considerados dois níveis de impacto (baixo e alto), com amostras coletadas a cada 20 m em duas profundidades: 0–10 cm e 10–20 cm. Os atributos físicos avaliados foram: textura (areia, silte e argila), densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macro e microporosidade (Ma e Mi) e a água disponível (Ad). A análise textural foi realizada pelo método da pipeta, e os demais atributos pelo método do anel volumétrico, conforme metodologia utilizada no Laboratório de Física do Solo da UFLA. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, e os dados submetidos à ANOVA, seguida do teste de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados indicaram mudanças significativas nos solos impactados. Houve redução de até 76% no teor de argila e aumento de até 66% no silte, alterando a classe textural de argilo-arenosa para franco-arenosa ou franca. Na camada superficial, a Ds aumentou até 36%. Em áreas de baixo impacto, observaram-se reduções de 73% na Ma e 14% na Pt, além de incrementos de 27% na Mi e 45% na Ad em relação ao solo de referência. Conclui-se que o rompimento da barragem promoveu alterações expressivas nos atributos físicos do solo, comprometendo sua qualidade e funcionalidade ecológica. As mudanças prejudicam a estrutura, a aeração e o crescimento radicular, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo para a recuperação e o uso sustentável da terra.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq, RENOVA

NemaEggs: Algoritmo de contagem de ovos de nematoides que utiliza imagens de baixo custo de obtenção

Moises de Souza Feitosa¹, Teotônio Soares de Carvalho¹, Wilian César Terra²

¹Departamento de Ciência do Solo/ESAL– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Fitopatologia/ESAL– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

moisessfeitosa@gmail.com, teotonio.carvalho@ufla.br,
willian.terra@ufla.br

Palavras-chave: *Meloydogine*, Aprendizado de Máquinas, Ciência Aberta, Python.

Nematoides fitopatogênicos representam um dos principais fatores limitantes à produção agrícola brasileira. Dentre esses agentes patogênicos, o gênero *Meloydogine* se destaca por causar enormes danos em uma série de culturas fundamentais ao agronegócio como, por exemplo, soja, café e cana-de-açúcar. Diversas abordagens de controle (química, biológica, genética) da doença devem ser avaliadas para posterior uso em campo, porém, todas necessitam de um fator comum: a quantificação das populações iniciais e finais de nematoides após a aplicação dos tratamentos. Parte desta população é aferida através da contagem do número de ovos (tanto inicial quanto final) da amostra. Tradicionalmente essa etapa necessita de equipamento de alto custo (microscópio) e de mão-de-obra treinada (observador que identifique ovos de nematoides em amostras muitas vezes repleta de estruturas similares aos ovos como fragmentos vegetais). Além disso, por ser uma tarefa repetitiva, há tendência de que ocorram erros na contagem. Pensando nesses fatores, apresentamos uma abordagem de baixo custo para contar ovos de *Meloydogine*, o programa NemaEggs. Para tal utilizamos um microscópio de baixo custo, ovos de nematoides extraídos do solo e coloridos com suco em pó comercial e um programa construído em Python. Dentre as 18 imagens que o programa avaliou, o número de ovos preditos foi igual ao número real de ovos na imagem 5 vezes (27,7%). Em média o algoritmo errou (diferença entre o número de ovos predito pelo algoritmo e o número real de ovos na imagem) a contagem em 1,7 ovos. Já a mediana do erro foi de 1,5. Devido ao seu baixo custo, precisão e potencial de adoção por laboratórios de baixo aporte financeiro, NemaEggs representa uma ferramenta que pode ser integrada à análise de rotina em laboratórios de fitopatologia. No entanto, é necessário pontuar que versões futuras do programa devem incluir a contagem não apenas de ovos, mas também de nematoides, já que, comumente, ambos constituem as populações iniciais e finais avaliadas em ensaios de eficiência dos métodos de controle.

Agradecimento

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA (CTC) DOS SOLOS DAS ILHAS DO IBO E QUIRIMBAS NA PERSPECTIVA DE PRODUÇÃO DO CAFÉ (*Coffea* spp.) TÍPICO DO IBO, CABO DELGADO-MOÇAMBIQUE

Arsénio Mário Caetano¹, Sérgio Abílio Azevedo².

¹Departamento de Engenharia Ambiental (DAM) – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Ciência Florestais (DCF) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37202-203 – Lavras, MG – Brazil

Arsenio.caetano@estudante.ufla.br, sergio.azevedo@estudante.ufla.br

Palavras-chave: *Estudo da CTC, fertilidade de solos, café do Ibo.*

RESUMO

Compreender a CTC dos solos das ilhas do Ibo (A) e Quirimbas (B) é fundamental para o manejo eficiente da fertilidade do solo, visando garantir a produção do café sem comprometer seu desenvolvimento. Uma vez que quase nada se sabe sobre a CTC dos solos, e tendo em conta que é um dos parâmetros que melhor define a fertilidade do solo, o objetivo desta pesquisa é conhecer a CTC do Ibo e Quirimbas. O levantamento de dados foi feito em 30 dias, onde 180 amostras simples que perfazem 18 amostras compostas nas ilhas A e B, foram submetidas ao Laboratório de análise de solos do IIAM - Nampula, para determinação das bases trocáveis e acidez potencial. O processamento de dados foi feito com base no *Microsoft Office Excel* para determinação de Soma das Bases, CTC total, Saturação por Bases e Classificação. As bases trocáveis determinadas foram Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ e acidez potencial (H^+ e Al^{3+}), dentre os elementos mais essenciais (Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+), suas médias não apresentaram deficiência, e Na^+ e (H^+ e Al^{3+}) apresentaram valores baixos, todos elementos com um desvio padrão baixo. Para soma das bases as médias e seu desvio padrão foram $7,16 \pm 1,01$ para A e $7,93 \pm 1,64$ para B, CTC total as médias e seu desvio padrão foram de $7,59 \pm 1,01$ para A e $8,45 \pm 1,7$ para B. O teste qui-quadrado empregue apenas para CTC total com um nível de significância de 5% observou-se: $X^2_{\text{Cal}} < X^2_{\text{Tab.}}$, nível de saturação por bases as médias e seu desvio padrão foram $94,31 \pm 1,05$ para A e $93,7 \pm 1,49$ para B respectivamente, sendo assim, estes solos foram classificados como eutróficos e com a uma CTC total moderada.

Agradecimentos

Universidade Lurio, Instituto IOKOS, UNIDO, Projeto Mais Valor, Agencia Italiana para Cooperacao e Desenvolvimento, .

Efeito do mercúrio na absorção de macronutrientes e produção de biomassa de gramíneas

Inácio Mucutai Jala¹, Alisson de Carli Souza², Lara Cristina Silva¹, Flávio Henrique Silveira Rabêlo³, João José Marques¹

¹Departamento de Ciência do Solo/ ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

²Fundação de Apoio à Tecnologia Cafeeira - Procafé

³Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) - Universidade de São Paulo
Caixa Postal 3037 – 13418-900 - Piracicaba, SP- Brasil

inaciojala4@gmail.com, alisson.csouza@outlook.com,
Lara.silva13@estudante.ufla.br, flavioh.sr.agro@usp.br,
jmarques@ufla.br

Palavras-chave: Fitorremediação;; Nutrição vegetal; Contaminação do solo.

O Hg é um metal pesado com impacto negativo no crescimento e nutrição de plantas. Entretanto, a sua fitorremediação em solos contaminados depende da capacidade das espécies vegetais em acumular biomassa e nutrientes essenciais. Este estudo avaliou o efeito de Hg na absorção de K, Ca e Mg e na produção de biomassa de três espécies de gramíneas (*Brachiaria decumbens*, *Melinis minutiflora* e *Paspalum notatum*). As plantas foram cultivadas em casa da vegetação, em amostras do horizonte C de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, com seis concentrações de Hg: 0; 1,2; 7,2; 21,6; 43,2 e 86,4 mg/kg de solo. Foram analisados os teores de macronutrientes na parte aérea e das raízes por ICP-OES, e a biomassa aérea e das raízes. A análise de variância mostrou efeito significativo ($p < 0,05$) para todas as variáveis. Os resultados demonstraram que o aumento das doses de Hg afetou negativamente a absorção de macronutrientes e a biomassa total, com a dose mais elevada de Hg inibindo quase completamente o crescimento de todas as espécies. A *B. decumbens* demonstrou maior tolerância ao Hg, mantendo acúmulos significativos de K (até 56 e 25 mg planta⁻¹ na parte aérea e raízes, respectivamente, na ausência de Hg, com redução gradual sob estresse) e Ca (até 9,85 e 7,96 mg. planta⁻¹). Em contraste, a *P. notatum* acumulou Mg na parte aérea e raízes até 18 e 6 mg planta⁻¹ em condições não contaminadas, mas apresentou acentuado declínio acima de 21,4 mg kg⁻¹, evidenciando maior sensibilidade ao Hg e reduções nos teores de K, Ca e Mg mesmo em doses moderadas (7,2 mg kg⁻¹) de Hg. Conclui-se que *B. decumbens* e *M. minutiflora* possuem maior potencial para fitorremediação de solos contaminados por Hg, devido à sua tolerância e capacidade de manter a absorção de macronutrientes. A *P. notatum*, por sua vez, não é recomendada para esse fim.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Acúmulo de nutrientes em gramíneas cultivadas em solos contaminados por mercúrio

Inácio Mucutai Jala¹, Alisson de Carli Souza², Lara Cristina Silva¹, Flávio Henrique Silveira Rabêlo³, João José Marques¹

¹Departamento de Ciência do Solo/ ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

²Fundação de Apoio à Tecnologia Cafeeira - Procafé

³Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) - Universidade de São Paulo
Caixa Postal 3037 – 13418-900 - Piracicaba, SP- Brasil

inaciojala4@gmail.com, alisson.csouza@outlook.com,
Lara.silva13@estudante.ufla.br, flaviohsrc.agro@usp.br,
jmarques@ufla.br

Palavras-chave: Fitorremediação, gramíneas, absorção de nutrientes.

Os micronutrientes, essenciais em pequenas quantidades, desempenham papéis cruciais no metabolismo vegetal e sua disponibilidade pode ser comprometida pela presença de contaminantes no solo. O estudo avaliou a influência de Hg na dinâmica de Zn, Fe e Cu e na biomassa de três espécies de gramíneas (*Brachiaria decumbens* v. *Basilisk*, *Melinis minutiflora* e *Paspalum notatum*). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando amostras do horizonte C de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico. Adotou-se um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 6 x 4, compreendendo três espécies, seis doses de Hg (0; 1,2; 7,2; 21,6; 43,2 e 86,4 mg/kg de solo) e quatro repetições, ao longo de 150 dias. Foram determinados os teores de Zn, Fe e Cu na parte aérea (PA) e no sistema radicular (SR) e a biomassa total das plantas. Os resultados indicaram que o Hg interferiu negativamente na absorção de micronutrientes, com efeitos mais pronunciados nas doses mais elevadas. A *M. minutiflora* demonstrou notável capacidade de acumulação de Fe no SR (até 27 mg planta⁻¹) na ausência de Hg, embora esses valores tenham diminuído progressivamente com o aumento da concentração do contaminante. A *B. decumbens* mostrou-se eficiente na absorção de Zn, acumulando até 48,2 µg planta⁻¹ na PA sem Hg, mantendo níveis relativamente estáveis até a dose de 21,4 mg kg⁻¹ de Hg. Por outro lado, o *P. notatum* apresentou os menores valores de Cu (13,15 µg planta⁻¹) no SR sob estresse de Hg, indicando maior susceptibilidade à contaminação. Na dose mais alta de Hg (86,4 mg kg⁻¹), todas as espécies registraram uma drástica redução na absorção de micronutrientes e na produção da biomassa. As diferenças observadas entre as espécies e as doses de Hg evidenciam mecanismos distintos de absorção e translocação dos micronutrientes. Conclui-se que *M. minutiflora* e *B. decumbens* são promissoras para a fitorremediação de solos contaminados com Hg, devido à sua resiliência na absorção de Fe e Zn, respectivamente, enquanto o *P. notatum* não se mostra adequado para essa finalidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Produção e caracterização de fertilizantes organominerais baseados em (nano)biochar de casca de café

Evanise Silva Penido¹, Daniela Dourado Leal Queiroz¹, Anelise Silva de Almeida¹,
Mariany Pedroso¹ e Leônidas Carrijo Azevedo Melo¹

¹Departamento de Ciência do Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037– Lavras, MG – Brazil

{evanise.penido, daniela.venancio, anelise.almeida, leonidas.melo}@ufla.br,
pedrosomariany01@gmail.com

Palavras-chave: fertilidade, sustentabilidade, granulado NPK.

A produção de fertilizantes organominerais utilizando biochar derivado de biomassa a partir de subprodutos da agricultura, como a casca de café, é uma alternativa promissora para o desenvolvimento de fertilizantes sustentáveis e eficazes, e está aliada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas: 2. Fome Zero e Agricultura Sustentável e 12. Consumo e Produção Responsáveis. O objetivo do trabalho foi produzir e caracterizar fertilizantes organominerais à base de grânulos de (nano)biochar e macronutrientes. O biochar de casca de café *in natura*, produzido a 600 °C pela pirólise da biomassa e rico em potássio (6%), foi moído por 10h em moinho de bolas para a produção do (nano)biochar. Os materiais foram misturados fisicamente com os fertilizantes NH_4NO_3 e fosfato monoamônico (MAP) na forma de pó, considerando um formulado NPK 15-07-05. No primeiro método, a mistura foi umidificada com água destilada e passada em máquina peletizadora com matriz de 6 mm. No segundo método, foi utilizado amido termoplástico (10%) como matriz polimérica para formação dos grânulos. Os materiais foram caracterizados em relação ao pH em água e os teores totais de nutrientes. Os grupos funcionais foram determinados por espectroscopia de infravermelho de transformada de Fourier (IV) (Varian-660 IR) acoplados ATR com 16 scans e resolução 4 cm^{-1} , na faixa espectral de 400-4.000 cm^{-1} . As análises morfológicas e de mapeamento foram realizadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV-EDS) em um microscópio de varredura LEO EVO 40XVP. Os valores de pH em água dos biochars são básicos (em média pH = 10). Já os valores de pH dos grânulos são de caráter levemente ácido (em média pH = 6). Os teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e cálcio nos grânulos são, em média de 60, 28, 30, 2,5 e 5,5 g kg^{-1} , respectivamente. Os espectros na região do infravermelho permitiram a identificação dos principais grupos funcionais: O-H, C-C, C=C, C=O e C-O, comuns para biochar e bandas relacionadas com grupos NH_4^+ , NO_3^- e PO_4^{3-} nos grânulos. As micrografias dos biochars evidenciaram superfícies rugosas e heterogêneas com cavidades. Os grânulos preparados com amido apresentam superfícies mais homogêneas e organizadas, devido ao efeito de polimerização. O mapeamento, mostrou que, no geral, os nutrientes estão distribuídos ao longo das superfícies dos materiais. Portanto, conclui-se que os grânulos organominerais foram satisfatoriamente produzidos, evidenciando o potencial de formular fertilizantes mais eficientes e sustentáveis. O carbono funcionalizado, na forma carbonizada e em escala nano, pode desempenhar papel importante na maior eficiência de uso dos nutrientes minerais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG, CNPq e CAPES.

Comportamento físico-mecânico de quatro Argissolos do campus da UFLA

Alberto Salomão Nhaca¹, Dárcio César Constante¹, Diego Tassinari¹, Bruno Montoani Silva¹

¹Departamento de Ciência de Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{diego.tassinari; brunom.silva}@ufla.br, {alberto.nhaca, darcio.constante}@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Indicador, Qualidade, Estrutural.

O Intervalo Hídrico Ótimo (IHO) é definido como uma faixa de umidade no solo na qual as restrições físicas ao crescimento vegetal são mínimas, sendo crucial para a manutenção do equilíbrio hídrico nas plantas e para o seu desenvolvimento saudável. Esse intervalo está diretamente relacionado à disponibilidade de água no solo, afetando fatores como a oxigenação das raízes e a dinâmica da absorção de nutrientes. Para avaliar o comportamento físico-mecânico de quatro Argissolos (PAd, PVAe, PVd3 e PVd4) da UFLA, foi determinado o Intervalo Hídrico Ótimo (IHO) como indicador de qualidade estrutural, além de compreender sua relação com a densidade do solo, capacidade de campo, ponto de murcha permanente, porosidade de aeração e resistência à penetração. Foram coletadas oito amostras com estrutura preservada para cada horizonte (A e B) utilizando um amostrador tipo Uhland. Essas amostras foram submetidas a diferentes tensões (6, 33, 100 e 1500 kPa) em funil de Büchner, mesa de tensão e extrator de placa porosa. Determinou-se densidade do solo, umidade volumétrica, capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), porosidade de aeração (PA) e resistência à penetração (RP) usando o penetrômetro de bancada. Os valores de IHO variaram de 0,0236 cm³.cm⁻³ a 0,0714 cm³.cm⁻³ no horizonte A e de 0,0559 cm³.cm⁻³ a 0,1202 cm³.cm⁻³ no horizonte B. O IHO apresentou correlação positiva com o teor de silte no horizonte B ($r = 0,96$) e com a porcentagem de areia no horizonte A ($r = 0,84$). Em contra partida, foi observada uma correlação negativa com o teor de areia no horizonte B ($r = -0,93$), e com os teores de Al₂O₃ ($r = -0,72$) e Fe₂O₃ ($r = -0,99$) no horizonte A, embora esses dois últimos apresentassem correlação positiva no horizonte B. Verificou-se que solos mais compactados, com maior densidade, tendem a ter um IHO reduzido devido à menor porosidade e retenção de água, enquanto solos mais porosos e com melhor agregação apresentam maior faixa hídrica disponível, destacando a influência da textura, da estrutura e da mineralogia na definição do IHO e na disponibilidade de água para as plantas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Acúmulo de nitrogênio em clones de batata

Fabrício Teixeira de Lima Gomes¹, Mikael de Paula Brandão², Amanda Santana Chales¹, Mayra Alejandra Rincón Rueda², Lucimara Cruz de Souza², Tiago de Souza Marçal², Maria Ligia de Souza Silva¹

¹Departamento de Ciência do Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{fabricio.gomes2, mikael.brandao1, amanda.chales1,
mayra.rueda2}@estudante.ufla.br, {lucimaracruz, tiago.marcal,
marialigia.silva}@ufla.br

Palavras-chave: Nutrição de plantas, melhoramento genético, *Solanum tuberosum* L.

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a quarta cultura alimentar mais importante do mundo. O nitrogênio (N) é essencial para o desenvolvimento da planta, atuando na síntese de proteínas, enzimas e clorofila, resultando em maior atividade fotossintética, crescimento vegetativo e produção de tubérculos. Contudo, há diferenças entre os genótipos na absorção e acúmulo desse nutriente. Este estudo avaliou o acúmulo de N em clones de batata do Programa de Melhoramento Genético da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O experimento foi conduzido em casa de vegetação da UFLA, em delineamento inteiramente casualizado. Foram avaliados sete clones de batata (CCF02-19, CCF03-09, CCF22-10, CCF23-01, CCF24-13, CCF25-06 e CCF25-08) e duas cultivares comerciais (Asterix e Frito-Lay), com quatro repetições. Cada unidade experimental consistiu em um vaso de 3 L preenchido com substrato comercial e uma planta de batata. No plantio foram aplicados 240 mg de N, 840 mg de P₂O₅ e 480 mg de K₂O por vaso. Aos 54 dias após o plantio, as plantas foram separadas em folhas, caules, raízes e tubérculos. Os materiais foram secos em estufa a 65 °C até peso constante, moídos e analisados quanto ao teor de N pelo método Kjeldahl. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativo, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o *software* SISVAR. Os resultados mostraram que os clones CCF23-01, CCF02-19, CCF25-06 e CCF03-09 acumularam mais N nas folhas, superando as cultivares comerciais Asterix e Frito-Lay, que apresentaram os menores valores. No caule, o clone CCF25-08 se destacou com o maior acúmulo, em contraste com CCF22-10 e Frito-Lay. Nas raízes, os clones CCF25-08 e CCF03-09 tiveram os maiores acúmulos, enquanto Asterix obteve o menor. Nos tubérculos, os maiores acúmulos foram encontrados nos clones CCF25-08, CCF25-06, CCF24-13 e CCF22-10, com a cultivar Frito-Lay apresentando o menor. Em relação ao acúmulo total de N, as cultivares comerciais Asterix e Frito-Lay apresentaram os menores valores. Esses resultados indicam o potencial de alguns clones para uso mais eficiente do N e podem subsidiar estratégias de manejo nutricional que otimizem a adubação nitrogenada.

Agradecimentos: CAPES, CNPq e FAPEMIG.

MODELOS PREDITIVOS PARA DENSIDADE MÁXIMA DO SOLO E UMIDADE ÓTIMA A PARTIR DE CURVAS DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS BRASILEIROS

Michel Coutinho de Souza¹, Sabrynna Sarah da Silva Andrade², Bruno Montoani Silva¹, Diego Tassinari¹

¹Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{brunom.silva, diegotassinari}@ufla.br, {michel.souza3, sabrynna.andradel}@estudante.ufla.br

Palavras-chave: ensaio de compactação de Proctor normal; função de pedotransferência; solo tropical

Este estudo investigou a relação entre atributos físicos e químicos do solo e suas curvas de compactação, com o objetivo de desenvolver modelos preditivos específicos para solos brasileiros. A pesquisa buscou avaliar a influência de fatores como atributos físicos e químicos na densidade máxima do solo ($D_{sm\acute{a}x}$) e na umidade ótima ($U_{\acute{o}t}$), além de estabelecer funções de pedotransferência para a região de Lavras-MG. Para isso, foram coletadas 66 amostras de diferentes solos e horizontes na região, com teores de argila variando entre 6% e 74%. As análises laboratoriais incluíram caracterização física e química, além de ensaios de compactação de Proctor normal, conduzidos conforme a norma ABNT NBR 7182/2020. Foram ajustados modelos de regressão linear, avaliados a partir dos valores de R^2 e RMSE. O valor máximo de $D_{sm\acute{a}x}$ encontrado foi de 1,730 g/cm³, em um horizonte C de Cambissolo Háplico, enquanto o menor valor foi de 1,304 g/cm³, no horizonte B de Latossolo Vermelho. Observou-se que a $D_{sm\acute{a}x}$ apresenta relação inversa com o teor de argila e de matéria orgânica. Os modelos de regressão múltipla, que utilizaram teores de argila e matéria orgânica como variáveis explicativas, alcançaram RMSE de 0,058 g/cm³ e R^2 de 0,58 na predição da $D_{sm\acute{a}x}$ e RMSE de 0,020 g/g e R^2 0,80 na predição da $U_{\acute{o}t}$. Os atributos físicos e químicos do solo, especialmente o teor de argila e MO, influenciam significativamente a $D_{sm\acute{a}x}$ e a $U_{\acute{o}t}$, permitindo o desenvolvimento de modelos de pedotransferência, podendo ser utilizados para otimizar práticas de manejo do solo, contribuindo para um uso mais sustentável e eficiente dos recursos, além de oferecer ferramentas preditivas úteis para estudos futuros.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

CARACTERIZAÇÃO MULTITEMPORAL E ESPACIAL DOS SEDIMENTOS DA LAGOA DE IBIRITÉ (MG) POR ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X PORTÁTIL (pXRF)

BAQUERO, S.N¹, RODRIGUES, F.A², ELEUTÉRIO, J.C², SILVA, S.H.G¹

¹Departamento de Ciência do Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Hidráulica e de Recursos Hídricos /Escola de Engenharia
– Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Caixa Postal 6627 CEP 31270-901 – Belo Horizonte, MG – Brasil

{natalia.baquero@estudante.ufla.br, afrodrigues@ehr.ufmg.br,
julian.eleuterio@ehr.ufmg.br, sergio.silva@ufla.br}

Palavras-chave: pXRF, mapeamento digital, monitoramento de sedimentos.

A caracterização química de sedimentos em corpos d'água é essencial para compreender processos de poluição e dinâmica geoquímica. Este estudo teve como objetivo mapear a distribuição de Si, Al, Fe, K, Zn e P nos sedimentos da Lagoa de Ibirité (MG), por meio de espectrometria de fluorescência de raios X portátil (pXRF). Foram coletadas 29 amostras em duas campanhas (maio e novembro/2024), secas ao ar, peneiradas a 2 mm e analisadas com pXRF. Os dados obtidos foram espacializados e interpolados por Multilevel B-Spline no SAGA GIS. Observou-se elevada variabilidade espacial entre as coletas. O Si concentrou-se ao sul da lagoa em maio e expandiu-se para o norte em novembro. O Al apresentou altos teores em quase toda a lagoa, com leve redução no centro e braços norte na segunda coleta. O Fe, inicialmente restrito, tornou-se mais distribuído. O K manteve maiores valores no norte, enquanto o Zn aumentou na segunda campanha e o P deslocou-se do norte para o sul. Conclui-se que o pXRF, aliado ao SIG, é eficiente para análises rápidas e geração de mapas temáticos de alta resolução e monitoramento da composição química de sedimentos coletados no fundo da lagoa de Ibirité.

Agradecimentos

Fundação Christiano Ottoni, Projeto Aquasmart (No. PT-200.20.00248), ANP Petrobrás, universidades UFLA e UFMG, FAPEMIG, CNPq, CAPES, CNPq

Estratificação de pedoambientes para previsão de notas sensoriais em cafés de Minas Gerais

Raul Silva Oliveira¹, Francisco Diogo Medeiros do Monte¹, Elisa de Melo Castro², Willem Guilherme de Araújo³, Paulo Henrique Sales Guimarães⁴, Michele Duarte de Menezes¹

¹Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais Unidade Regional de Guaxupe, MG – Brasil

⁴Departamento de Estatística/DES – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{raul.oliveira, francisco.monte}@estudante.ufla.br,
{michele.menezes, elisa.castro, paulo.guimaraes}@ufla.br,
willem.araujo@emater.mg.gov.br

O perfil sensorial da bebida do café resulta da interação entre o material genético, os atributos do ambiente em que está inserido, o manejo e as práticas pós-colheita. O desdobramento dessa interação complexa tem sido explorado por meio de técnicas de aprendizado de máquina e sistemas de informações geográficas. Assim, o presente trabalho tem como objetivo extrair dados ambientais de propriedades participantes de concurso de qualidade de cafés, capitaneado pela Emater, para o estado de Minas Gerais e estratificar os pedoambientes de acordo com as notas sensoriais mais frequentes. Assim, utilizou-se 400 amostras com resultados de nota sensorial produzidos em diferentes regiões de Minas Gerais, selecionando-se aquelas cuja frequência fosse superior a 1, todas devidamente georreferenciadas. A partir desses pontos, foram extraídos em sistema de informações geográficas dados digitais, gratuitamente disponíveis ou pós-processados de clima (classificação climática de Köppen), relevo (altitude e declividade), solos (classes e grau de intemperismo), pós-colheita (tipo de secagem) e cultivares. Os dados numéricos foram categorizados conforme a literatura. Com os dados discretizados, aplicou-se o algoritmo de aprendizado de máquina Apriori que gera regras de associação do tipo ‘*Se-então*’. Nessa estrutura, o antecedente (*se*) corresponde as cinco variáveis preditoras ambientais já mencionadas, enquanto o consequente (*então*) representa as notas sensoriais. Para a validação dos dados, utilizou-se o grau de confiança, considerando que valores mais próximos de 100% indicam melhor desempenho. Os resultados com maior grau de confiança foram para notas licorosas e de rapadura. Se o clima é Aw, com altitude entre 800–1000 m, declividade ondulada, Latossolo Vermelho distrófico e secagem natural, então a probabilidade de ocorrência da nota sensorial licorosa é de 75%. Já se o clima é Aw, em altitudes de 1000–1200 m, em áreas de Neossolo Litólico distrófico e com secagem natural, então a probabilidade de ocorrência da nota de rapadura é de 67%. A técnica de associação evidenciou padrões entre o pedoambiente e o perfil sensorial, destacando os tipos de clima, relevo, solo e secagem mais relevantes como as principais variáveis preditoras, enquanto a cultivar não apresentou caráter discriminatório.

Palavras-chave: pedologia aplicada, cafeicultura, aprendizado de máquinas, sistema de informações geográficas.

Agradecimentos: Os autores agradecem a CNPq, Emater, e a Fapesp no projeto #2021/06968-3

Comunidades de fauna edáfica invertebrada em ecossistemas naturais e cultivos de banana no domínio Caatinga, em Minas Gerais

Patricia R. V. Brait¹, Fatima M. de S. Moreira¹, Vanesca Korasaki², Teotônio S. de Carvalho¹, Ana M. F. de Matos, Katia A. S. Vaz¹.

¹Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas/DCAB - Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Frutal, MG – Brasil

{patriciarocha485@gmail.com, fmoreira@ufla.br,
vanesca.korasaki@uemg.br, teotonio.carvalho@ufla.br,
katiavaz.as@gmail.com}

Palavras-chave: biodiversidade, manejo agrícola, ecossistemas semiáridos.

O Norte de Minas Gerais apresenta áreas de Caatinga, bioma caracterizado por clima semiárido. A cultura da banana é uma atividade agrícola de destaque nessa região, viabilizada pelos sistemas de irrigação, que exercem influência significativa sobre o bioma. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência do cultivo de banana irrigada na fauna edáfica invertebrada do solo, em comparação a áreas de Caatinga nativa, em Jaíba e Matias Cardoso (MG). As coletas foram realizadas utilizando armadilhas de queda iscadas com fezes humanas, instaladas em áreas agrícolas de cultivo de banana e em áreas nativas de Caatinga. Foram também avaliadas variáveis físicas e químicas do solo. Ao todo, foram triados 62.569 indivíduos, sendo 24.566 em áreas agrícolas e 38.003 em áreas de Caatinga. Os solos das áreas agrícolas apresentaram maiores teores de matéria orgânica, macro e micronutrientes e textura mais argilosa, enquanto os solos das áreas nativas foram mais arenosos e com maior teor de alumínio. A fauna edáfica foi composta principalmente por Diptera, Acari, Collembola, Coleoptera e Formicidae, que juntos representaram mais de 80% da abundância total. A análise de diversidade mostrou diferenças significativas apenas em alguns casos. Para q0 (riqueza), uma área de cultivo apresentou valores menores em relação as áreas naturais. Para q1 (diversidade de espécies típicas) e q2 (diversidade de espécies abundantes), uma área de Caatinga nativa apresentou valores maiores em comparação com alguns cultivos. A maioria das áreas agrícolas, entretanto, não apresentou diferenças estatisticamente significativas em relação às áreas nativas quanto à diversidade. Estudos realizados em diferentes regiões semiáridas indicam que áreas agrícolas irrigadas e nativas podem apresentar valores semelhantes de diversidade da fauna edáfica, ainda que com composições de comunidades distintas. A análise PERMANOVA ($R^2 = 0,72$; pseudo-F = 11,49; $p = 0,001$) evidenciou diferenças na composição das comunidades, e a análise de componentes principais (PCA) confirmou o padrão, com maior heterogeneidade da fauna em áreas agrícolas e maior homogeneidade nos ambientes naturais. Conclui-se que, apesar das semelhanças na diversidade alfa, o cultivo irrigado altera a composição da fauna do solo, reforçando a necessidade de conservar a Caatinga e adotar práticas agrícolas sustentáveis.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Grupamentos de vigor vegetativo em cafezais do Cerrado Mineiro: integração de séries temporais de NDVI e atributos de campo para zoneamento de manejo

Saide Muapizera¹, Bárbara Pereira Christófaros Silva², Vinícius Teixeira Andrade³, Raul Oliveira¹, José Neto¹, Michele Duarte de Menezes¹

1 Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

2 Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil

3 EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Caixa-postal: 176, CEP 37200000 – Lavras, MG – Brasil

{saide.muapizera1@estudante.ufla.br, bpc.silva@unesp.br,
viniciustandrade.vta@gmail.com, raul.oliveira@estudante.ufla.br,
Jose.neto18@estudante.ufla.br, michele.menezes@ufla.br }

Palavras-chave: sensoriamento multiespectral, grupamento não supervisionado, estabilidade fenológica, variabilidade espacial produtiva, zoneamento adaptativo.

O cerrado mineiro é caracterizado por uma variedade de ambientes edafoclimáticos e de manejos de café, que resultam na variação do vigor vegetativo ao longo do tempo, influenciando o desempenho da lavoura. O sensoriamento remoto tem se consolidado como ferramenta estratégica para avaliação temporal e orientar práticas adaptativas, sobretudo no contexto das mudanças climáticas. Este trabalho analisou 21 lavouras de café a partir de uma série temporal de índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), obtidas do satélite Sentinel-2 nos anos de 2020 a 2021, junto com atributos do solo, altitude e tipo de manejo (sequeiro e irrigado). Os dados foram agrupados com base na similaridade utilizando o algoritmo *K-Means* e foram analisados padrões por intermédio de estatísticas de componentes principais (PCA). Foram observados 3 grupos de vigor vegetativo, sendo o (i) estresse sazonal, caracterizado por maior instabilidade fenológica (CV = 31%), ocupando 78% das áreas de sequeiro e com maior altitude, aproximadamente 1080 metros; o (ii) resiliência moderada, que apresentou valores de NDVI intermediários e com coeficiente de variação de 19% em uma altitude de 1025 metros e, por fim, a (iii) alta performance, porém com altitude menor, com maior estabilidade intra-sazonal e manejo irrigado. A PCA indicou que os dois primeiros componentes explicam 62,6% da variância total, estruturada principalmente por manejo hídrico, altitude e fertilidade, com destaque para o potássio trocável. Conclui-se que a irrigação é o principal fator associado à estabilidade do vigor, enquanto altitude e fertilidade modulam a resiliência em lavouras de sequeiro. A abordagem proposta pode subsidiar o zoneamento de manejo específico ao local, otimizando o uso de recursos hídricos e nutricionais e contribuindo para a sustentabilidade da cafeicultura em regiões de clima sazonal.

Agradecimentos

Agências de financiamento: CAPES, CNPq e FAPEMIG, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, projeto #2021/06968-3

Biofertilização com bactérias solubilizadoras de fosfato em mudas de maracujazeiro-azedo

Jéssica Lucas Briskiewicz¹, Edceu Batista da Conceição Júnior², Vinícius Assunção Coelho¹, José Carlos Moraes Rufini³

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Caixa Postal 486 – 31270-901 – Belo Horizonte, MG – Brazil

³Departamento de Ciências Agrárias – Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Campus Sete Lagoas – 35701-970 – Sete Lagoas, MG – Brazil

jbriskiewicz@gmail.com, edceu7lagoas@gmail.com,
viniciusassuncaocoelho@gmail.com, rufini@ufs.edu.br

Palavras-chave: microbiologia agrícola, bioinoculantes, desenvolvimento radicular, fósforo.

A cultura do maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis Sims*) enfrenta limitações de produtividade devido ao uso ineficiente de fósforo, nutriente essencial para o desenvolvimento radicular. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação com bactérias solubilizadoras de fosfato (BSF) no crescimento de mudas da cultivar FB 200. O experimento foi conduzido em viveiro telado, em delineamento em blocos casualizados, com quatro doses de inoculante (0, 3, 6 e 9 mL L⁻¹), cinco plantas por parcela e seis repetições. Aos 80 dias após a semeadura, foram analisados número de folhas, altura das mudas, comprimento da raiz, além de massas fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Observou-se que a dose de 9 mL L⁻¹ promoveu aumentos significativos na biomassa aérea e radicular, resultando em ganhos de até 70% em comparação à testemunha, além de maior altura das mudas. O comprimento da raiz principal não diferiu estatisticamente do controle, porém os resultados indicaram maior desenvolvimento de raízes laterais, favorecendo a absorção de nutrientes. Conclui-se que a inoculação com BSF contribui para a produção de mudas mais vigorosas e homogêneas, reduzindo o tempo de formação, podendo representar alternativa sustentável ao uso de fertilizantes fosfatados convencionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ).

Associação entre *hotspots* e *coldspots* das notas sensoriais de cafés floral e frutado e variáveis edafoclimáticas em Minas Gerais

Francisco Diogo Medeiros do Monte¹, Elisa de Melo Castro², Willem Guilherme de Araujo³, Paulo Henrique Sales Guimarães⁴, Michele Duarte de Menezes¹

¹Departamento de Ciência dos solos/DCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural /EMATER – MG – Brasil

⁴Departamento de estatística/DEX – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

francisco.montel@estudante.ufla.br, elisa.castro@ufla.br,
willem.araujo@emater.mg.gov.br, paulo.guimaraes@ufla.br, michele.menezes@ufla.br

Palavras-chave: Tipicidade; Random Forest; Getis-Ord Gi*; Carbono do solo

A tipicidade da bebida de cafés especiais reflete gradientes edafoclimáticos do território. Este estudo investigou a associação entre zonas de concentração (*hotspots*) e rarefação (*coldspots*) dos atributos sensoriais floral e frutado e variáveis de solo e clima. Notas sensoriais de cafés obtidos em concurso para Minas Gerais foram classificadas pela análise Gi* em *Hotspot*, *Coldspot* ou Indiferente. O aroma frutado foi comparado entre *Hotspot* e *Coldspot* e entre *Hotspot* e Indiferente, enquanto o floral foi avaliado no contraste *Hotspot* vs Indiferente. Para variáveis contínuas, como carbono orgânico (0–5 e 5–15 cm), temperatura máxima e mínima, precipitação anual, capacidade de água disponível (CAD), déficit hídrico e altitude, aplicou-se o teste de Wilcoxon com correção FDR e Cliff's delta. Já para variáveis categóricas, incluindo clima de Köppen, textura e classes taxonômicas do SiBCS, utilizou-se o qui-quadrado, Cramér's V e resíduos de Pearson para identificar categorias sobrerepresentadas. No aroma frutado comparando *Hotspots* e *Coldspots* (229 e 273 amostras), *Hotspots* apresentaram altitude mais elevada (1051,8 contra 931,0 m), menor temperatura máxima (25,00 contra 25,96 °C) e maior carbono a 5–15 cm (2,965 contra 2,546 t/ha. A regressão logística destacou carbono a 5–15 cm (OR > 1) e temperatura máxima (OR < 1) como preditores, e a Random Forest apontou déficit hídrico e carbono como variáveis relevantes. No contraste *Hotspot* vs Indiferente (229 vs 208), a CAD foi maior em Indiferente (0,118 contra 0,114 mm/m), com destaque categórico para Argissolos e textura média-argilosa. Para o aroma floral (217 vs 493), houve tendência de maior carbono e altitude em *Hotspots*, mas sem significância após correção FRD. Em síntese, menor temperatura máxima, maior carbono e altitude explicam o aroma frutado, enquanto o floral relaciona-se sobretudo a variáveis edáficas categóricas, fornecendo parâmetros objetivos para zoneamento e manejo orientados a perfis sensoriais em Minas Gerais.

Agradecimentos:

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, projeto #2021/06968-3, CAPES e EMATER - MG.

Avaliação de elementos potencialmente poluentes em líquens com uso de fluorescência de raios X portátil

Kellen Nara Silva¹, Jernimo Juvêncio Chivale¹, Marcela Vieira da Costa¹, Bruno Teixeira Ribeiro¹

¹Departamento de Ciência do Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

kellen.silva4@estudante.ufla.br, jernimo.chivale1@estudante.ufla.br,
marcela.costa2@estudante.ufla.br, brunoribeiro@ufla.br

Palavras-chave: poluição atmosférica, bioindicadores, sensores proximais

A degradação do ambiente é pauta importante na atualidade. As atividades antropogênicas têm tido consequências socioambientais, afetando a qualidade do solo, da água e do ar. Os bioindicadores, como os líquens, são importantes para o diagnóstico e monitoramento da qualidade ambiental. Os líquens, uma associação entre cianobactérias e fungos, são considerados bons indicadores de qualidade do ar, podendo acumular elementos potencialmente poluentes provenientes das diferentes emissões atmosféricas. O objetivo deste trabalho foi o de quantificar as concentrações de EPP's em líquens presentes em áreas urbanas e rurais, comparando-se os resultados obtidos por meio de um equipamento de fluorescência de raios-x portátil (pXRF) com aqueles obtidos após digestão ácida seguida da determinação por espectrometria de emissão óptica com plasma induzido (ICP-OES). O estudo foi realizado no município de Lavras, Minas Gerais. Foram definidos 46 pontos georreferenciados, sendo 43 em áreas urbanas e três em área rural (amostras controle). Os líquens coletados pertencem a dois grupos: crostoso e fruticoso. Em laboratório, as amostras foram secadas em estufa a 60 °C, maceradas e analisadas em um pXRF Bruker® modelo Tracer 5g operando no modo Plant F1 durante 60 segundos. Os EPP's considerados neste estudo foram: Pb, Zn, Cu, Cr, Ni e Mn. Exceto para Cu e Zn, as concentrações obtidas por pXRF e ICP-OES foram semelhantes, evidenciando o potencial da técnica pXRF para análise rápida de líquens. Com base em análise de componentes principais, todas as amostras de líquens controle foram inversamente correlacionadas com as concentrações de todos os EPP's, assim como boa parte das amostras de líquens da área urbana. Não foi observada nenhuma tendência de maior acúmulo de EPP's em razão do tipo de líquen (crostoso ou fruticoso). Com base neste estudo piloto, conclui-se que os líquens são, de fato, bons indicadores da presença de EPP's na atmosfera e que a técnica pXRF pode ser utilizada de forma eficiente para determinação rápida desses elementos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG (APQ 02613-18), e INCT Soil and Food Security.

Determinação da composição elementar de frutos de cafeeiro usando fluorescência de raios- X portátil

Jernimo Juvêncio Chivale¹, Kellen Nara Silva¹, Marcela Vieira Costa¹, Bruno Teixeira Ribeiro¹

¹Departamento de Ciência de Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{jernimo.chivale1, kellen.silva4, marcela.costa2@estudante.ufla.br,
brunoribeiro@ufla.br}

Palavras-chave: Sensor proximal, Sustentabilidade agrícola, Qualidade.

O estado nutricional do cafeeiro está diretamente relacionado com a produtividade e qualidade do produto final. Tradicionalmente, a análise da composição elementar baseia-se em métodos que envolvem a digestão ácida, necessitando, pois, de reagentes químicos. Técnicas mais modernas, como a espectrometria de fluorescência de raios- X portátil (pXRF), têm demonstrado bom desempenho na análise de diferentes materiais, incluindo amostras de material vegetal. A técnica pXRF é método rápido, com mínimo preparo de amostras, baixo custo e possibilita decisões ágeis no campo. O presente trabalho teve como objetivo determinar as concentrações de macro- e micronutrientes em frutos verdes e maduros do cafeeiro por meio de pXRF, comparando os resultados com aqueles obtidos após digestão ácida e quantificação por ICP-OES. O experimento foi conduzido em uma área de 60 ha no distrito de Macaia, município de Bom Sucesso-MG. Para isso, 35 pontos georreferenciados foram estabelecidos aleatoriamente, nos quais foram coletadas 200 g de frutos verdes e maduros em cada ponto em momentos distintos. Em seguida, as amostras foram secadas em estufa a 60°C, moídas, acondicionadas em porta-amostra e analisadas em um pXRF Bruker modelo S1 Titan, operando no modo *Geoexploration* durante 90 s. Posteriormente, as amostras foram digeridas e analisadas via ICP-OES. As concentrações obtidas em todos os macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S) foram maiores com o uso de pXRF, o mesmo sendo observado também para micronutrientes (Mn e Cu). Já para o Zn, concentrações menores foram obtidas com o pXRF. Além disso, o pXRF demonstrou maior sensibilidade para discriminar o acúmulo nutricional nos diferentes estágios de maturação dos frutos. No estágio verde, destacou-se a associação dos nutrientes Ca, Mg, S e Cu ao passo que, no estágio maduro, a distribuição foi caracterizada principalmente por K, P e Mn. Em contrapartida, pela quantificação via ICP-OES, não se observou uma diferenciação clara entre os estágios de maturação, com ambos (verde e maduro) apresentando tendência a um acúmulo conjunto e indistinto de P, K, Ca, Mg, Mn e Cu. Esses resultados, evidenciam que o pXRF se mostrou fundamental na determinação de concentrações em frutos verdes e maduros.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG, (APQ-02613-18), (FAPESP - #2021/06968-3) e ao Projeto PRS-Cerrado (PP-001-MG-155).

SIMBIOSES DE RIZÓBIOS COM LEGUMINOSAS FLORESTAIS PREDOMINAM NOS BIOMAS DE MINAS GERAIS

Alice Firmino Donato¹, Rubens Manoel dos Santos², Fatima Maria de Souza
Moreira¹,

¹Departamento de Ciência do Solo; ²Departamento de Ciências Florestais –
Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000, Lavras, MG,
Brazil

alice.donato@estudante.ufla.br; rubensmanoel@ufla.br; fmoreira@ufla.br

Palavras-chave: microbiologia, biodiversidade, nodulação.

O ecossistema solo caracteriza-se por uma rede complexa de interações bióticas e abióticas entre diversos seres vivos. Destas, a simbiose entre rizóbios com leguminosas, desempenha um papel fundamental na sustentabilidade dos ecossistemas. Nestas simbioses os rizóbios fixam nitrogênio dentro de estruturas denominadas nódulos nas raízes ou excepcionalmente no caule de leguminosas e em troca recebem fotossintatos da planta. A capacidade de nodulação, ou seja, de estabelecer simbiose com rizóbios, confere uma importante adaptação em ambientes menos férteis. No entanto, apesar do tema ser amplamente estudado, parte significativa das cerca de 20.000 espécies de leguminosas ainda carece de informação acerca de sua capacidade de nodulação (NOD+) e outras já foram demonstradas como não nodulíferas (NOD-). Neste contexto, a capacidade de nodulação foi pesquisada em um levantamento florístico de 910 indivíduos, representando 61 espécies de leguminosas, em áreas dos biomas Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica no estado de Minas Gerais. No total ainda não é conhecida a capacidade de nodular de 16 espécies e 2 gêneros. No Cerrado, 17 espécies avaliadas são capazes de nodular e 4 não nodulam. Neste bioma as espécies mais frequentes foram *Tachigali paniculata* (NOD+), *Platypodium elegans* (NOD+) e *Copaifera langsdorffii* (NOD-). Na Mata Atlântica, 12 espécies são capazes de nodular e 7 não nodulam. Neste bioma as mais frequentes foram *C. langsdorffii* (NOD-), *Machaerium villosum* (NOD+) e *Senegalia polyphylla*, que não possui informação na literatura sobre sua capacidade de nodular ou não (ND). Na Caatinga, 12 espécies são capazes de nodular e 6 não nodulam. Neste bioma predominaram *Anadenanthera colubrina* (NOD+), *Pseudopiptadenia brenanii* (NOD+) e *Pterocarpus zehntneri* (ND). A elevada frequência de espécies nodulíferas nestes biomas indica um papel relevante da fixação biológica de N₂ simbiótica na sobrevivência destas espécies e na sustentabilidade do ecossistema. Este levantamento revela ainda lacunas significativas no conhecimento das simbioses de rizóbios com leguminosas, o que reforça a necessidade de estudos futuros sobre diversas espécies.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Tolerância de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) à salinidade sódica em um Cambissolo

Robert Smith Valencia Agresoth¹, Enrique Miguel Combatt Caballero², Jaime Luis Mercado Lazaro³, Leônidas Carrijo Azevedo Melo⁴,

¹Discente, Departamento de Ciência do Solo (DCS) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037, CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

^{2,3}Docente Pesquisador, Faculdade de Ciências Agrícolas, Universidad de Córdoba Caixa Postal 230002 – Carrera 6 N° 77-305, Montería – Córdoba, Colômbia

⁴Departamento de Ciência do Solo (DCS) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037, CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

[robert.agresoth@estudante.ufla.br, leonidas.melo@ufla.br]
emcombatt@correo.unicordoba.edu.co, jaimemercado@correo.unicordoba.edu.co

Resumo

A salinidade é um dos principais estresses abióticos que limitam a agricultura em diversas regiões do mundo, afetando negativamente a germinação, o crescimento e a produtividade das culturas. O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa de grande importância socioeconômica, especialmente em áreas tropicais e subtropicais, mas apresenta ampla variação de tolerância à salinidade entre cultivares. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de sete níveis de sódio sobre variáveis de crescimento e componentes de rendimento em cinco genótipos de feijão-caupi (L014, Caupicor 55, Caupi M11, IT-86 e Caupicor 50). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 × 7 (5 cultivares × 7 níveis de salinidade), com quatro repetições, totalizando 140 unidades experimentais, cada uma contendo 10 kg de solo (campus experimental da Universidad de Córdoba, Colômbia). O solo utilizado foi um Cambissolo franco-argilo-siltoso, com pH 6,4, teor de matéria orgânica de 1,19% e CTC efetiva de 17,4 cmol_c kg⁻¹. Os tratamentos de salinidade foram aplicados na forma de NaCl e incubados por 20 dias, visando alcançar os seguintes níveis de Na na CTC do solo (cmol_c kg⁻¹): 0,0; 0,5; 1,2; 2,0; 3,0; 4,5; e 6,5. Após a aplicação, manteve-se duas plantas por unidade experimental. O aumento da salinidade reduziu significativamente as variáveis de crescimento e rendimento em todos os genótipos. Caupicor 50 mostrou-se o mais suscetível, com reduções superiores a 40% e o menor peso de grãos por vagem (9,35 g). Em contraste, Caupicor 55 apresentou maior tolerância, destacando-se pelo maior peso de grãos por vagem (21,6 g). Conclui-se que há variabilidade genética quanto à tolerância ao estresse salino, sendo Caupicor 55 o genótipo mais tolerante e Caupicor 50 o mais suscetível, enquanto os demais apresentaram comportamento intermediário.

Palavras-chave: estresse abiótico; condutividade elétrica; desempenho agrônomico; variabilidade genética; leguminosas tropicais.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da Faculdade de Ciências Agrícolas e do Laboratório de Solos e Águas da Universidad de Córdoba, Colômbia.

Sensores Proximais e Aprendizado de Máquina na Definição da Amostragem para Predição da Textura do Solo

Amanda Cristina Marques de Paula¹, Sérgio Henrique Godinho Silva¹, Nilton Curi¹, Renata Andrade Reis¹

¹Departamento de Ciência do Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil
amanda.paula4@estudante.ufla.br, {sergio.silva,
renata_andrade}@ufla.br, ntcuri@gmail.com

Palavras-chave: textura do solo, pXRF, modelos de predição.

A textura do solo é a proporção relativa das três principais partículas minerais presentes no solo: areia, silte e argila. Tradicionalmente, sua determinação é realizada em laboratório pelos métodos da pipeta ou do hidrômetro, que são onerosos, demorados e geram resíduos químicos. Como alternativa a esses métodos tradicionais, dados obtidos por sensores proximais, como a espectrometria por fluorescência de raios-X portátil (pXRF), têm sido cada vez mais utilizados para prever a textura do solo. Contudo, poucos estudos exploraram a quantidade mínima necessária de amostras para treinar modelos de predição acurados. Assim, o objetivo deste trabalho foi prever a textura do solo por meio do algoritmo Random Forest e estabelecer a quantidade ideal de amostras para se obter modelos de predição com boa acurácia. A área de estudo está localizada na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, onde foram coletadas 236 amostras nos horizontes A e B. O algoritmo utilizado foi o RF e foram utilizadas as seguintes variáveis explanatórias: pXRF, pXRF+MS, pXRF+MS+TA e TA, sendo MS a susceptibilidade magnética e TA atributos de terreno. Os modelos foram treinados com diferentes proporções do banco de dados (90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20 e 10%) e validados com um conjunto de amostras independentes. Utilizou-se R^2 , RMSE, RPD e MAE como índices de validação, sendo considerado o modelo mais acurado aquele com menor valor de RMSE. A estratégia de amostragem buscou cobrir a ampla diversidade de materiais de origem, classes de solo e usos da terra. Foi observado que para a fração argila, 50% das amostras (ou seja, 118 amostras) foram suficientes para treinar um modelo de predição acurado (RPD=2,2; pXRF+MS+TA), para silte 60% (RPD=1,4; pXRF) e para areia 90% (RPD=2,4; pXRF+MS). Observou-se que o modelo para a predição da fração argila apresentou alta acurácia com um menor número de amostras, enquanto a predição da fração areia também se mostrou acurada, mas com um maior número de amostras. O silte não apresentou bom desempenho independentemente do número de amostras no conjunto de treinamento. Conclui-se que o uso de sensores proximais aliado a algoritmos de aprendizado de máquina, como o Random Forest, é uma alternativa eficiente e sustentável para estimar a textura do solo. Além disso, os resultados indicam que a quantidade ideal de amostras varia conforme a fração textural, permitindo otimizar o esforço de amostragem sem comprometer a acurácia preditiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Curvas de compressão e modelo de capacidade de suporte de carga em Argissolo Vermelho-Amarelo sob mata nativa.

Darcio Cesar Constante¹, Alberto Salomão Nhaca¹, Maria Luiza de Carvalho Andrade¹, Bruno Montoani Silva¹, Diego Tassinari¹

¹Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

darcio.constante, alberto.nhaca@estudante.ufla.br, marialuizaandrade,
brunom.silva, diegotassinari@ufla.br

Palavras-chave: compactação, densidade do solo, umidade do solo.

A compactação do solo é um parâmetro importante na avaliação da qualidade do solo, afeta suas funções ecossistêmicas e impacta na produtividade. Com base no Modelo de Capacidade de Suporte de Carga (MCSC), é possível estimar a pressão máxima que o solo pode suportar em diferentes umidades com menor risco de compactação adicional. O objetivo deste estudo foi gerar curvas de compressão e o MCSC para avaliação do comportamento compressivo do solo, visando relacionar a pressão de pré-consolidação (σ_p) e a umidade do solo. O trabalho foi realizado em Lavras-MG, em área de Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, sob vegetação nativa de Floresta Atlântica Estacional Semidecídua. Foram coletadas 8 amostras indeformadas para cada horizonte, A (0-29 cm) e Bt (72-111 cm). As amostras foram saturadas, pesadas e submetidas a tensões de 6, 33, 100 e 1500 kPa para ensaio de compressão uniaxial com 12 cargas, de 25 a 1600 kPa. Após o ensaio as amostras foram secas em estufa para determinação da densidade do solo (D_s) e da umidade (U). A D_s no horizonte A (HA) variou de 1,00 a 1,55 g/cm³ e no Horizonte B (HBt) de 1,09 a 1,56 g/cm³ após os ensaios de compressão, representando um incremento médio de 61% da D_s no HA e de 46% no HBt. Esse aumento de D_s teve correlação inversa com a D_s inicial (D_{si}), sendo o coeficiente de correlação (R) menor nas pressões mais baixas (25kPa, $R = -0,56$) e maior nas mais altas (1600 kPa, $R = -0,81$). Já a U teve correlação positiva com o aumento da D_s , sendo maior na faixa de pressões de 75-200 kPa (R 0,80-0,82) e menor em 25 e 1600 kPa (R de 0,50 para ambos). Observa-se que a compactação em altas pressões é mais fortemente controlada pela D_{si} que pela U , devido à ocorrência de consolidação nas amostras mais úmidas, sendo um processo de compressão mais lento do que a compactação. Os MCSCs obtidos para ambos os horizontes não mostraram diferença significativa, resultando em uma única equação ($\sigma_p = 114,990 - 36,894 U$, $R^2 = 0,82$), apesar da marcante diferença esperada entre os horizontes de Argissolos. Os resultados ressaltam a importância de considerar tanto U como a D_{si} ao planejar o manejo do solo, pois em condições de alta umidade e/ou baixa D_{si} , a capacidade de suporte tende a diminuir, aumentando o risco de compactação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Biomassa e composição de minhocas em plantações de eucalipto e fragmentos de Mata Atlântica

Kátia Augusta Silva Vaz¹, Marie Luise Carolina Bartz²; Patricia Viana Brait¹; Eder Rodrigues Batista¹; Moisés de Souza Feitosa¹; Fatima Maria de Souza Moreira¹

¹ Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Agricultura, Biodiversidade e Florestas/DABF - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), CEP: 89520-000 - Curitibanos, SC - Brasil.

{katia.vaz², patricia.viana¹}@estudante.ufla.br, fmoreira¹@ufla.br, {bartzmarie², moisessfeitosa¹, ederpgagri¹}@gmail.com

Palavras-chave: Engenheiro do ecossistema; Floresta plantada; Macrofauna.

As minhocas (Crassicitellata) são organismos-chave para a fertilidade e saúde do solo. Elas desempenham funções fundamentais através de suas atividades, como fragmentação do material orgânico, a ciclagem de nutrientes, a aeração, a infiltração de água, a estruturação do solo, além de estimular a atividade da microbiota do solo. Alterações no uso da terra, como a substituição de ecossistemas naturais por monocultivo florestais, podem modificar a composição da comunidade desses organismos, comprometendo suas funções ecológicas e, consequentemente afetando a qualidade e saúde dos solos. Este estudo avaliou a abundância, a biomassa e a riqueza de espécies minhocas em plantações de *Eucalyptus* spp. (EU) com diferentes idades e em fragmento de Mata Atlântica (MA). As amostragens foram realizadas em outubro de 2024 e fevereiro de 2025, utilizando o método do monólito (TSBF), em profundidades de 0–30 cm, nos municípios de Belo Oriente e Peçanha, respectivamente. Em cada município foram amostrados quatro monólitos em EU com menos de 15 anos de cultivo - EU15, quatro em EU com mais de 35 anos de cultivo - EU35 e quatro em fragmentos de MA. A análise de variância - ANOVA ($p = 0,05$) seguida de teste de Tukey foi realizada para avaliar diferenças entre os três usos da terra e entre os EU de diferentes idades. Foram encontradas apenas as espécies *Pontoscolex corethrurus*, *Ocnerodrilidae* sp. e *Dichogaster affinis*. Não foram encontradas diferenças significativas na abundância e biomassa e densidade de minhocas registradas entre os usos da terra. A espécie *P. corethrurus* foi dominante em todos os tratamentos e é considerada uma espécie peregrina, que se adapta a diversas condições ambientais, se reproduz com facilidade (partenogênese), sendo frequentemente encontrada em solos cultivados nas regiões mais quentes do Brasil. Embora em reduzido número, cada uso da terra apresentou espécies exclusivas: *Ocnerodrilidae* sp. juvenis foi restrita em EU35, enquanto *D. affinis* foi registrada apenas em MA. Ambas foram encontradas apenas na coleta de nov/24 e são espécies exóticas, ou seja, em ambientes antropizados. Foi possível observar uma simplificação da comunidade de minhocas com dominância da espécie generalista *P. corethrurus*, indicando uma substituição da comunidade nativa o que pode implicar na funcionalidade do ecossistema e a resiliência do solo a longo prazo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG e Celulose Nipo-Brasileira S.A. – CENIBRA. Trabalho do INCT Biodiversidade do Solo.

Avaliação de manejos conservacionistas por meio do índice de qualidade do solo no Equador

Jimenez, P.A¹, Brito, L.C¹, Chasi, P², Troya, F², López, G², Silva, M.L.N¹

¹Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/CAREN – Universidad Tecnica de Cotopaxi (UTC)

CEP 050101 – Latacunga – Equador

{paul.jimenez1, larissa.brito2}@estudante.ufla.br,
wilman.chasi@utc.edu.ec, jorge.troya@utc.edu.ec,
guadalupe.lopez@utc.edu.ec, marx@ufla.br

Palavras-chave: Conservação do solo, índice de qualidade do solo, Andes

Os solos andinos do Equador estão perdendo a sustentabilidade agrícola com a degradação pela erosão hídrica, devido ao uso intensivo, agravados pelo relevo e pelo clima extremos. Práticas conservacionistas, como o terraceamento, o reflorestamento e a rotação de culturas com a integração de adubos orgânicos, buscam reduzir esses impactos e melhorar a estrutura do solo. Este estudo desenvolveu indicadores físicos, químicos e biológicos, integrados em um Índice de Qualidade do Solo (IQS), para avaliar os efeitos dessas práticas em áreas de recuperação de solos nos Andes do Equador. Em 2018, no campus agrícola da UTC (2.860 m.s.n.m.), foram construídos terraços demonstrativos (20 x 5 m) em área degradada para quatro manejos: T0: controle; T1: reflorestamento com espécies nativas; T2: hortaliças compostas (alface, rabanete, brócolis); T3: forragem perene leguminosa (alfafa) com cordões de vegetação nativa. Foram avaliados indicadores físicos: textura, densidade do solo (BD), condutividade hidráulica não saturada (Ks), químicos: pH, matéria orgânica (MO) e biológicos: biomassa microbiana (MBC), integrados em um Índice de Qualidade do Solo (IQS) para comparar os efeitos dos manejos na recuperação do solo. A BD reduziu até 20% em T1 e T3, indicando menor compactação e melhor estrutura. A Ks aumentou até 150% nos três tratamentos, evidenciando maior condutividade e infiltração de água. O pH diminuiu significativamente em T1 (de 8,88 para 8,05), enquanto a MO aumentou quase três vezes em T1 e T3. A MBC duplicou em todos os tratamentos, com destaque para T3, que também apresentou maior equilíbrio microbiano (F:B = 0,467). O IQS, calculado em uma escala de 0 a 1, confirmou a recuperação do solo: T1 = 0,70 (boa qualidade), T2 = 0,44 (qualidade intermediária) e T3 = 0,97 (excelente qualidade), enquanto os testemunhos mantiveram valores abaixo de 0,30 (baixa qualidade). Esses resultados indicam que o manejo T3 foi o mais eficiente na restauração das propriedades físicas, químicas e biológicas, destacando-se como a estratégia mais sustentável para a recuperação de solos andinos degradados no Equador.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Comparação geométrica entre as bases GADM e BrazilMaps na definição do limite municipal de Sapezal (MT) para aplicações em sensoriamento remoto

Giulia Sanches¹, Marcelo de Carvalho Alves², Altene Jean-Louis¹, Laiane Pinto da Silva Pereira¹, Junior Cesar Avanzi¹

¹Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Agrícola/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹giulia.oliveira3, laiane.pereira, altene.jean-louis@estudante.ufla.br;
²marcelo.alves@ufla.br; ¹junior.avanzi@ufla.br

Palavras-chave: Geoprocessamento, Delimitação territorial, Linguagem R, Dados SRTM, Precisão cartográfica.

A definição precisa dos limites municipais é fundamental em estudos ambientais e de sensoriamento remoto, já que pequenas inconsistências geométricas podem influenciar análise de métricas territoriais, estimativas de uso e cobertura do solo, relevo e dinâmica agrícola. Diferentes bases de dados, como GADM (Database of Global Administrative Areas) e o BrazilMaps podem apresentar variações nos polígonos em função de distintas fontes e processos de generalização. Este estudo teve como objetivo comparar as delimitações do município de Sapezal (MT) entre essas duas bases e avaliar sua adequação para aplicações de sensoriamento remoto com dados de elevação SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Para isso, os dados foram processados no software R, utilizando os pacotes sf, mapview, geodata, raster e terra. O arquivo .kmz do GADM foi importado, convertido em shapefile e comparado à geometria correspondente do BrazilMaps, após padronização do sistema de referência geodésico (WGS 84). As diferenças espaciais foram analisadas por sobreposição e mapeamento lado a lado, e o polígono do GADM foi empregado para o recorte e mascaramento de dados SRTM, com posterior interpolação bilinear e geração de produtos de relevo sombreado. A análise indicou alta correspondência geométrica entre as bases, com a GADM apresentando maior detalhamento das divisas municipais e, consequentemente, mais vértices (18912 bytes) em comparação à Brazilmaps (8240 bytes). Sobre o estudo de relevo, o modelo SRTM revelou altitudes entre 244 e 661 m, caracterizando relevo suavemente ondulado, com superfícies aplainadas elevadas, possivelmente remanescentes de planaltos. Com isso, conclui-se que cabe a seleção da base conforme o equilíbrio desejado entre precisão geométrica e eficiência computacional, e que o relevo de Sapezal reforça sua representatividade dentro do contexto morfométrico do noroeste mato-grossense.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Fertilidade do solo na fase de enchimento de grãos em áreas sob diferentes sistemas cultivo sustentável de café no Semiárido Mineiro

Jéssica Lucas Briskiewicz¹, Arthur Rodrigues de Faria¹, Vinícius Assunção Coelho¹, Aline Oliveira Silva¹, Marco Aurélio Carbone Carneiro¹, Marcos Vinicius de Sousa¹, Patrícia Caroline Costa¹, Luiz Henrique Arimura Figueiredo Autor²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Ciências Agrárias – Universidade Estadual de Montes Claros, Caixa Postal 915– 39400-970 – Montes Claros, MG – Brazil

jessica.briskiewicz@estudante.ufla.br,
arthur.faria4@estudante.ufla.br, vinicius.coelho@estudante.ufla.br,
alineoliveirasilva6@gmail.com, marcocarbone@ufla.br, marcos.sousa6@estudante.ufla.br, patricia.costa3@estudante.ufla.br,
luiz.figueiredo@unimontes.br

Palavras-chave: café regenerativo, Norte de Minas, sustentabilidade, manejo do solo.

A adoção de práticas sustentáveis na cafeicultura favorece a saúde edáfica e o sequestro de carbono, podendo ser indicada para locais com condições adversas como as do Semiárido Mineiro. Nesse intuito, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de práticas sustentáveis na fertilidade dos solos de áreas sob cafeicultura no Semiárido Mineiro, durante a fase de enchimento de grãos. O estudo foi conduzido em propriedades com distintos manejos do cafeeiro: orgânico, sombreado e regenerativo, localizadas respectivamente em Santo Antônio do Retiro, Novorizonte e Taiobeiras (MG). Em cada área foram realizadas coletas de 18 amostras compostas de solo, na profundidade de 0-10 cm, coletadas sob a copa e na entrelinha da cultura. As amostras foram peneiradas, secas ao ar e avaliadas quanto a fertilidade (pH, H⁺Al, Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, SB, t, T, V%, P, S, B, Cu, Zn, Fe, Mn, MOS e P-rem) e a textura (areia, silte e argila). Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05) e realizadas as análises de correlação de Pearson (p<0,05). Os resultados indicaram que os sistemas de cultivo sustentáveis modificaram a fertilidade do solo, com destaque para a área sob agricultura regenerativa, que apresentou maiores índices de atividade biológica e melhores atributos químicos. Entre os nutrientes, pH e soma de bases (SB) foram os principais diferenciadores, estando mais elevados nos sistemas regenerativo e sombreado, o que reduziu a acidez e a disponibilidade de Al³⁺. Apesar de teores semelhantes de MOS, as áreas orgânica e sombreada apresentaram maior estoque de carbono pelo maior aporte de resíduos. As correlações indicaram relação positiva entre pH, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e SB, e negativa entre Al³⁺ e pH, mostrando que a melhoria química resulta da neutralização da acidez e do aumento da disponibilidade de nutrientes. De maneira geral, as práticas sustentáveis favoreceram solos com fertilidade média a alta, biologicamente ativos e eficientes na oferta de nutrientes.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG e FAPESP.

USO DO SENSOR TERRAM PARA DIAGNÓSTICO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO EM ÁREA DE VINÍCOLA

Sarah Dieckman Assunção Rodrigues¹, Josiel de Jesus Santos¹, Victor Enmanuel Rodas Arano¹, Laiane Pinto da Silva Pereira¹, Vanêssa Lopes de Faria¹, Bruno Montoani Silva¹

¹Departamento de Ciência do Solo/ DCS - Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

sarah.rodrigues1@estudante.ufla.br, josiel.santos2@estudante.ufla.br,
victor.arano1@estudante.ufla.br, laiane.pereira@estudante.ufla.br,
vanessaldefaria@gmail.com, brunom.silva@ufla.br

Palavras-chave: Métodos indiretos; interpolação; física do solo; Manejo localizado.

A integração entre sensores e geoestatística tem se destacado, especialmente com o uso de sensores proximais, que possibilitam a obtenção de dados de maneira rápida, e não destrutiva, sendo assim, uma possível alternativa aos métodos tradicionais de amostragem. Entre esses sensores, os que se baseiam em propriedades eletromagnéticas do solo, como a condutividade elétrica (CE), vem ganhando espaço. Com base nisto, este estudo objetivou analisar a variabilidade espacial da CE do solo em uma área de vinícola, utilizando o sensor Terram e técnicas de krigagem ordinária, com vistas a subsidiar o manejo localizado e a gestão sustentável do solo. O estudo foi realizado na Vinícola Almas Gerais, em Bom Sucesso, Minas Gerais. A CE do solo foi medida com o equipamento Terram® (Falker Automação Agrícola LTDA) em que são registradas leituras no intervalo de 3 segundos. Os dados foram registrados no sistema Fieldbox, coletados na camada 0 -30 cm. O modelo utilizado no ajuste foi o modelo teórico exponencial generalizado. A variabilidade espacial da CE do solo foi estimada por krigagem ordinária. Foi construído um semivariograma experimental e ajustado um modelo teórico exponencial generalizado, escolhido com base no critério de Akaike (AIC). A CE do solo variou entre 0,01 e 31,95 mS/m, com média de 5,50 mS/m. A distribuição dos dados foi aproximadamente normal, com predominância de valores baixos. A análise espacial mostrou maior concentração de CE no setor superior e centro-norte da área, possivelmente relacionada a diferenças de manejo, textura, drenagem ou teor de matéria orgânica, as quais precisam ser validadas. O semivariograma indicou dependência espacial até $3,5 \times 10^{-4}$ m, melhor ajustada ao modelo exponencial. Adicionalmente, a krigagem possibilitou identificar áreas com menores valores de CE, possivelmente associadas a menor umidade do solo, visto que as análises foram realizadas no mês de maio. Os resultados evidenciam a eficiência da integração entre sensores proximais e geoestatística como ferramenta de apoio ao manejo localizado na vinícola.

Agradecimentos: Professor Pedro Maranha Peche, Luiz Pádua, Vinícola Almas Gerais, DCS, PPGCS UFLA, FAPEMIG, CNPq e CAPES.

Relação entre a estabilidade estrutural e a matéria orgânica do solo em sistemas de manejo agrícola em Sapezal, MT

Laiane Pereira¹ Altene Jean-Louis¹ Giulia Sanches¹ Amanda de Paula¹ Bruno Montoani Silva¹, Junior Cesar Avanzi¹

¹Departamento de Ciência do Solo - Universidade Federal de Lavras

laiane.pereira@estudante.ufla.br, altenejeanlouis@hotmail.com,
giulia.oliveira3@estudante.ufla.br, amanda.paula4@estudante.ufla.br,
victor.arano1@estudante.ufla.br, junior.avanzi@ufla.br, brunom.silva@ufla.br

Palavra-chave: qualidade física do solo, estabilidade de agregados, matéria orgânica, práticas conservacionistas

A estabilidade de agregados é um indicador essencial da qualidade física do solo, refletindo o equilíbrio entre minerais, matéria orgânica (MO) e atividade biológica. Sua formação depende do manejo adotado. Adoção de práticas conservacionistas favorece a agregação, enquanto intervenções intensas, como a subsolagem, desestruturam temporariamente o solo. Este estudo foi realizado em Sapezal (MT), avaliando estabilidade de agregados, umidade e MO sob dez sistemas de manejo (T1 a T5, T14, T16 a T19), com destaque para T16 (sem revolvimento), T17 (última subsolagem em 2020) e T19 (última subsolagem em 2015). As amostras foram coletadas na camada superficial e a estabilidade de agregado foi determinada pelo método de Yoder (1936), determinando o diâmetro médio ponderado (DMP) e geométrico (DMG), além dos teores de umidade gravimétrica e matéria orgânica (MO). A análise multivariada (ANOVA) indicou efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis (Wilks' Lambda = 0,015; F = 3,74; p < 0,001). Nas análises univariadas, DMP, DMG e umidade foram significativamente afetados, enquanto MO não apresentou variação significativa. Os tratamentos T5 e T2 mostraram maior estabilidade estrutural, associados à cobertura vegetal e menor perturbação. Já T16 e T17 apresentaram agregados menos coesos, refletindo compactação ou efeito disruptivo da subsolagem. As correlações de Pearson corroboram com os resultados, uma vez que DMP e DMG correlacionaram-se positivamente ($r = 0,85$), enquanto ambos apresentaram correlação negativa com a umidade ($r = -0,45$ e $-0,73$, respectivamente). A MO correlacionou-se positivamente com a umidade ($r = 0,38$), sugerindo maior retenção hídrica, embora sem impacto imediato na estabilidade estrutural. Conclui-se que, nas condições estudadas, a estabilidade dos agregados é influenciada majoritariamente por fatores físicos e pelo histórico de manejo, com papel secundário da MO no curto prazo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Inclusão de plantas de cobertura no cultivo de milho para silagem e seus impactos na agregação do solo

Amanda Cristina Marques de Paula ¹, Vanêssa Lopes de Faria ¹, Dante Latini Neto¹, Beatriz Martins da Silva ¹, Bruno Montoani Silva ¹, Renata Andrade Reis ¹

¹Departamento de Ciência do Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brazil

{amanda.paula4, dante.neto, beatriz.silva14@estudante.ufla.br},
{vanessa.faria, brunom.silva, renata_andrade@ufla.br}

Palavras-chave: Saúde do solo, compactação, diversificação de plantas.

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, sendo esse grão muito importante em diversos segmentos, principalmente na alimentação animal, na forma de silagem. O cultivo em sistemas tradicionais voltados para a produção de silagem pode causar a degradação do solo devido ao menor aporte de matéria orgânica no solo e a colheita mecanizada em solo úmido, causando compactação excessiva e redução da agregação. Solos com reduzida estabilidade da agregação perdem poros, se tornam suscetíveis à erosão e a perda de Carbono estocado. Dessa forma, torna-se essencial adotar práticas de manejo conservacionistas que favoreçam a manutenção da agregação e da saúde do solo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tratamentos de culturas de cobertura e sucessão no estado de agregação do solo, visando a melhoria da sua qualidade física. O experimento foi realizado no município de Ijaci-MG, na fazenda Palmital, implantado em nov/2024, em um Latossolo Vermelho-Amarelo. O delineamento de blocos casualizados incluiu 6 tratamentos e 3 repetições, sendo: T1-Milho safra+Milho safrinha, T2-Milho safra+Milho/Braquiária/Guandu, T3-Milho safra+Pousio, T4-Milho safra/Braquiária, T5-Milho safra+Cobertura de inverno (Nabo Forrageiro, Trigo Mourisco, Tremoço Branco e Aveia Preta), e T6-Milho safra/Braquiária/Guandu. A amostragem de solo na camada 0-10 cm ocorreu em mai/2025, seis meses após a implantação do experimento, contemplando o efeito da safra, mas não totalmente o efeito das culturas de cobertura ou sucessão. As variáveis analisadas foram Diâmetro Médio Geométrico (DMG), (Diâmetro Médio Ponderado) DMP, proporção de agregados >2 mm, macroagregados (>0.25 mm) e microagregados. Os resultados mostraram que os tratamentos T4, T3 e T6 apresentaram os maiores valores de DMG (4,02, 3,49 e 3,48, respectivamente), DMP (4,60, 4,30 e 4,19), e quantidade de agregados >2 mm (90,57, 83,65 e 80,30%). O T4 também apresentou a maior proporção de macroagregados (97,55%), enquanto os menores valores de microagregados foram observados nos tratamentos T4, T3 e T6 (2,45%, 2,88% e 3,78%, respectivamente). Em contrapartida, o T5 apresentou os menores valores de DMG, DMP e proporção de agregados >2 mm. As conclusões iniciais sobre esse experimento indicam que a Braquiária como planta de cobertura em sucessão ao Milho no verão, mesmo recém implantada, favoreceu a agregação do solo, contribuindo para a melhoria de sua qualidade física e assim reduzir os efeitos da compactação em sistemas de produção de silagem.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG, aos professores do DZO (Daniel R. Casagrande e Adenilson J. Paiva) e ao Grupo REAGRO pela condução do experimento, em especial ao Dr. Deivison Souza Peixoto pela contribuição científica.

Eficácia da biofortificação do alho nobre e sua contribuição para a ingestão diária de selênio

Gabryel Silva Martins¹, Igor César da Costa², Neilson Junior Melo de Carvalho²,
Daniel Venâncio de Paula Correia¹, Valter Carvalho de Andrade Júnior²,
Guilherme Lopes¹

¹Departamento de Ciência do Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{gabryel.martins3, igor.costa4, neilson.carvalho1,
danile.correia1}@estudante.ufla.br, (valter.andrade,
guilherme.lopes)@ufla.br

Palavras-chave: Segurança alimentar, Nutrição, Elementos benéficos.

A deficiência de selênio (Se) é um problema de saúde pública, e a biofortificação agrônômica surge como uma estratégia alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para enriquecer alimentos e promover a saúde. Este estudo avaliou a eficácia da biofortificação do alho nobre (*Allium sativum* L.) com Se via aplicação foliar, focando nos teores obtidos do elemento nas plantas e na sua potencial contribuição para a dieta humana. O experimento consistiu na aplicação de cinco doses de selenato de sódio (0 a 100 g ha⁻¹) em duas épocas, aos 30 e 60 dias após o plantio (DAP). Os resultados indicaram que a aplicação de selênio aumentou linearmente sua concentração na parte aérea, atingindo até 1,88 mg kg⁻¹ na dose máxima, independentemente da época de aplicação. De forma semelhante, o teor nos bulbos também aumentou linearmente, com a aplicação aos 60 DAP mostrando-se mais eficiente para o acúmulo. Nesta condição, a dose máxima elevou a concentração nos bulbos para 1,93 mg kg⁻¹, valor 52 vezes superior ao controle, sem causar fitotoxicidade ou comprometer características agrônômicas. Uma simulação baseada no consumo médio de alho no Brasil (4,1 g/dia) estimou que a ingestão dos bulbos biofortificados com a dose máxima forneceria 2,77 µg de Se por dia. Esse valor representa 5% da ingestão diária recomendada, posicionando a técnica como uma estratégia complementar viável. Conclui-se que a aplicação foliar de selênio é uma ferramenta segura e eficaz para aumentar o valor nutricional do alho, contribuindo para a diversificação das fontes de selênio na dieta e para o fortalecimento da segurança alimentar, em consonância com o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar).

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Desempenho agrônômico e resposta antioxidante do alho nobre biofortificado com selênio

**Gabryel Silva Martins¹, Leônidas Canuto dos Santos¹, Pedro Antônio Namorato Benevenuto¹, Maisa Damaris dos Santos¹, Valter Carvalho de Andrade Júnior²,
Guilherme Lopes¹**

¹Departamento de Ciência do Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{gabryel.martins3, leonidas.santos2, maisa.santos2}@estudante.ufla.br,
benevenutepedro@gmail.com, (valter.andrade, guilherme.lopes)@ufla.br

Palavras-chave: Segurança alimentar, Nutrição de plantas, Elementos benéficos.

A biofortificação agrônômica, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) de promover a agricultura sustentável e a segurança alimentar, pode melhorar a resiliência e a qualidade dos cultivos agrícolas. Este estudo investigou os efeitos da aplicação foliar de selênio (Se) no desempenho agrônômico e na resposta fisiológica do alho nobre, cultivar Ito, sob restrição hídrica induzida pela suspensão da irrigação por 20 dias, uma prática de manejo utilizada pelos produtores para controle do pseudoperfilhamento. Foram aplicadas diferentes doses de selenato de sódio via foliar (0, 12,5, 25, 50 e 100 g ha⁻¹). A aplicação de selênio não causou efeito negativo na produtividade, que se manteve estável entre 11,47 e 13,22 t ha⁻¹, demonstrando a segurança da técnica. No entanto, houve um benefício comercial expressivo: a dose de 25 g ha⁻¹ reduziu a proporção de bulbos não comerciais, melhorando significativamente a classificação final do produto. Fisiologicamente, o Se modulou positivamente a resposta das plantas ao estresse oxidativo durante a restrição hídrica. As doses de 25 e 100 g ha⁻¹ aumentaram a atividade da enzima superóxido dismutase (SOD). Este aumento pode estar associado ao incremento nos teores de zinco e cobre na parte aérea, cofatores da SOD, que também foram positivamente influenciados pelo Se. Consequentemente, a dose de 25 g ha⁻¹ reduziu em 44,7% os níveis de malondialdeído (MDA), um indicador de danos às membranas celulares. Adicionalmente, esta mesma dose elevou em 60% o teor de prolina, um importante osmoprotetor. Conclui-se que a biofortificação com selênio melhora o desempenho agrônômico do alho nobre, pois mantém a produtividade estável enquanto diminui efeitos negativos na classificação comercial dos bulbos. Este resultado está associado à capacidade do selênio de fortalecer o sistema de defesa antioxidante da planta, conferindo maior resiliência sob condições de estresse e resultando em um produto de maior valor agregado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Manejo com plantas de cobertura para mitigar a compactação do solo em sistema de plantio direto

Hugo de Almeida Santiago¹, Gilmar Gonçalves de Oliveira², Mariana Faylum Rodrigues¹, José Hugo de Oliveira¹, José Octávio Garcia Pio¹, Bruno Montoani Silva¹

¹Departamento de Ciência do Solo – UFLA – Lavras, MG – Brasil

²Emater - Belo Horizonte, MG - Brasil

hugosantiago@ufla.br, gdeoliveira@gmail.com,
mariana.rodrigues3@estudante.ufla.br,
jose.oliveira8@estudante.ufla.br, jose.pio@estudante.ufla.br,
brunom.silva@ufla.br

Palavras-chave: Saúde do solo, bioporos, resistência à penetração.

A compactação do solo é um desafio da produção de grãos sob sistema de plantio direto, comprometendo a porosidade do solo e a produtividade agrícola. A diversificação de plantas nos ambientes de produção por meio da inclusão de plantas de cobertura em consórcio pode ser alternativa para recuperar a estrutura solo e manter o equilíbrio produtivo. O estudo avaliou diferentes tipos de manejo na segunda safra para mitigar os efeitos da compactação do solo sobre a estrutura física e produtividade da cultura do feijão cultivada na sucessão. O experimento vem sendo conduzido desde 2022 em Lavras, Minas Gerais, Brasil, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com delineamento fatorial 3x4 em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos combinaram três níveis de compactação: sem compactação (SCA), compactação com seis passadas de trator (CA6) e compactação com 12 passadas de trator (CA12), e quatro manejos na segunda safra: monocultivo de sorgo – controle (C); subsolagem + sorgo (S); sorgo consorciado com braquiária e crotalaria (SBC); subsolagem + sorgo consorciado com braquiária e crotalaria (SSBC). Nas safras de verão foi cultivado feijão. Amostras indeformadas de solo foram coletadas nas safras 2022/23 e 2023/24 nas profundidades de 0-0,05, 0,15-0,20 e 0,25-0,30 m. Foram determinadas a densidade do solo (Ds) (anel volumétrico), porosidade total (PT) (solo saturado), a microporosidade (Mi) pela umidade na tensão de 6 kPa, a macroporosidade (Ma) ($PT - Mi = Ma$) e a resistência à penetração em 100 kPa (RP) com penetrômetro de bancada. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey ($p < 0,05$). A subsolagem obteve efeito sinérgico com plantas de cobertura, aumentando em 26% a Ma, no SBC a RP reduziu de 2,64 MPa para 1,44 MPa na camada de 0,15-0,20 m nos dois níveis de compactação. Na safra 2023/24 com déficit hídrico acentuado a produtividade foi maior no SCA (20 sc/ha), diferindo de CA6 (13 sc/ha) e CA12 (12 sc/ha). Os resultados indicaram que plantas consorciadas promoveram melhorias na qualidade física do solo e melhores efeitos na descompactação se comparada com a operação mecânica isolada.

Agradecimentos: UFLA, DCS, CAPES, CNPq e FAPEMIG

Caracterização e gênese de solo representativo do médio Rio Grande, município de Bom Sucesso (MG)

José Alves Ferreira Neto¹, Saide Muapizera¹, Felipe Haenel Gomes¹, Eliseu Pereira Carvalho Amaral¹, Michele Duarte de Menezes¹

1 Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jose.neto18@estudante.ufla.br, saide.muapizera1@estudante.ufla.br,
felipe.gomes@ufla.br, eliseu.amaral@estudante.ufla.br, michele.menezes@ufla.br

Palavras-chave: material de origem; classificação de solos; intemperismo; fertilidade do solo

O conhecimento do material de origem e da gênese dos solos é fundamental para sua correta classificação, uma demanda crescente em todo o território brasileiro. Além disso, compreender a gênese auxilia no manejo e sustentabilidade agrícola. Este trabalho foi conduzido município de Bom Sucesso (MG), região compreendida nos limites geológicos/geomorfológicos do Gráben de Ijaci. O objetivo foi caracterizar um solo representativo em região de elevada complexidade de solo-paisagem. A litologia subjacente é composta por calcários calcíticos do Grupo Carandaí/Formação Barroso, contudo, registros na literatura indicam a ocorrência de depósitos sedimentares fluviais pleistocênicos (13.600 ± 1.420 anos). Assim, levantou-se a hipótese de que tal solo se desenvolveu a partir de sedimentos fluviais. Foram realizadas análises morfológicas, físicas e químicas em perfil de solo representativo. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa (LVd), profundo, com estrutura granular no horizonte B, o que lhe confere elevada porosidade e acentuada drenagem. A gênese de tal estrutura está relacionada a mineralogia mais oxidica (óxidos de Fe e Al), típica de solos altamente intemperizados e lixiviados. O solo apresentou textura argilo-arenosa em todos os seus horizontes, com teores de areia fina em média de 26%, com ausência de descontinuidades litológicas até 1,50 m de profundidade, o que denota haver apenas um material de origem. As relações silte/argila no horizonte B (BA: 0,15; Bw1: 0,14; Bw2: 0,14) e os baixos teores de K no horizonte B (BA: 21,94; Bw1: 18,04; Bw2: 19,84 mg/dm³) confirmaram elevado grau de intemperização. A grande concentração de areia total superior a 50% em todo o perfil do solo indica que a gênese ocorreu a partir de depósitos sedimentares pleistocênicos. Esses depósitos, por sua vez, apresentam camadas arenosas e lamosas, relacionadas a paleoambientes de planície de inundação ou leques aluviais distais, mapeados e atualmente estão entre as cotas altimétricas de 831 a 862 metros de altitude. A pedogênese, ao longo de milhares de anos, promoveu homogeneização do material e formação de horizonte B latossólico, favorecida pela drenagem acentuada resultante de fases de entalhamento fluvial. Consequentemente, a fertilidade natural do solo é baixa (distróficos e com baixa CTC).

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, processo BPG-00286-23.

MANEJO DE OFERTAS DE FORRAGEM IMPACTAM A ATIVIDADE DE FMAs EM SOLOS DE PASTAGEM NATIVA NO PAMPA

Arthur Rodrigues de Faria¹, Vinícius Assunção Coelho¹, Raissa Christine Silva Ávila¹, Marcos Vinícius de Souza¹, Aline Oliveira Silva¹, Renan Previl¹, Jéssica Lucas Briskiewicz, Marco Aurélio Carbone Carneiro¹

¹Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{arthur.faria4; jessica.briskiewicz; raissa.avila; renan.preveil; vinicius.coelho}@estudante.ufla.br, {alineoliveirasilva6, marcosvsengflorestal}@gmail.com, marcocarbone@ufla.br

Palavras-chave: Forragem, micorriza, glomalina, atividade biológica, pecuária de corte.

O Pampa gaúcho é um bioma naturalmente apto à pecuária, explorado dessa forma em quase toda a sua extensão. Nesse bioma é possível observar produções de forragem satisfatórias, mesmo sem correção ou adubação do solo, sendo sustentada pela atividade biológica, como a dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). O estudo teve como objetivo avaliar a atividade dos FMAs em solo sob pastagem nativa do Pampa Gaúcho, sob diferentes ofertas de forragem para bovinos. A coleta foi realizada em março de 2025, no período seco, em área experimental contínua com mais de 38 anos. O delineamento foi em blocos casualizados, com duas repetições e cinco tratamentos: ofertas de 4%, 8%, 8–12% e 16% do peso vivo (%PV), além de um controle com roçada prévia. Em cada repetição foram coletadas três amostras compostas de solo (0–10 cm) e fragmentos de raízes. Avaliaram-se a proteína do solo relacionada à glomalina facilmente extraível (PSRG-FE) e a colonização micorrízica. Os dados foram submetidos a testes de normalidade, homogeneidade, ANOVA e Tukey ($p < 0,05$). O tratamento 16%PV apresentou elevados teores de PSRG-FE, porém sem diferir de 8%PV e 8–12%PV. Resultados semelhantes ocorreram na colonização micorrízica, com destaque para os tratamentos 8% e 8-12% PV, porém sem diferir dos tratamentos 4 e 16% PV. O controle e o 4%PV, com maior pressão de pastejo, apresentaram menores teores de PSRG-FE, e o controle apresentou também valores inferiores de colonização micorrízica. Apesar desses valores inferiores, as médias observadas ainda podem ser consideradas adequadas para o teor de PSRG-FE e taxa de colonização, evidenciando a resiliência dos FMAs. As maiores atividades ocorreram sob pastejo intermediário, já reconhecidos como os mais produtivos na área de estudo. Esses resultados indicam que a redução da pressão de pastejo favorece os FMAs e a produção animal. Assim, o controle da oferta de forragem pode promover a atividade biológica do solo e produtividades satisfatórias, mesmo sem manejo químico da fertilidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



CIÊNCIA DOS ALIMENTOS



Avaliação da atividade de água ao longo do tempo em méis monoflorais, polifloral, extrafloral e de melato

Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi¹, Gabriela Fonsêca Leal², Jhenifer Cristina Carvalho Santos³, Hermann Matos Silva Sousa⁴, Matheus de Souza Cruz⁵ e Fabiana Queiroz⁶

^{1,2,3,4,5,6}Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{vasconcelosmaria@ufla@gmail.com¹, gabriela.leal@estudante.ufla.br², jhenifer.santos1@estudante.ufla.br³, hermann.sousa@estudante.ufla.br⁴, matheus.cruz3@estudante.ufla.br⁵ e fqueiroz@ufla.br⁶}

Abstract. *The aim of this study was to evaluate the water activity over the storage time in monofloral honeys (assa-peixe, café, eucalyptus, laranjeira and vassourinha), polyfloral (silvestre), extrafloral (sugar cane) and honeydew (bracatinga). The honeys were stored in BOD at 14 °C and water activity analysis was performed for 180 days (T0, T30, T60, T90, T120, T150 and T180 days). Water activity increased in all honeys throughout the storage period, with sugarcane honey presenting the highest value for this parameter at the end of the storage period (0.65). The analyzed honeys are stable in relation to the development of chemical and enzymatic reactions.*

Keywords: *Characterization, floral honeys, beekeeping.*

Resumo. *O objetivo deste estudo foi avaliar a atividade de água ao longo do tempo de armazenamento em méis monoflorais (assa-peixe, café, eucalipto, laranjeira e vassourinha), polifloral (silvestre), extraflorais (cana-de-açúcar) e de melato (bracatinga). Os méis foram armazenados em BOD a 14 °C e a análise de atividade de água, foi realizada durante 180 dias (T0, T30, T60, T90, T120, T150 e T180 dias). A atividade de água aumentou em todos os méis ao longo do período de armazenamento, sendo que o mel de cana-de-açúcar apresentou o maior valor deste parâmetro no final do tempo de estocagem (0,65). Os méis analisados são estáveis em relação ao desenvolvimento de reações químicas e enzimáticas.*

Palavras-chave: *Caracterização, méis florais, apicultura.*

1 Introdução

O mel é um produto natural de elevada importância nutricional, sensorial e socioeconômica, consumido amplamente em diferentes culturas. Sua composição é complexa, formada principalmente por açúcares redutores, além de minerais, vitaminas, ácidos orgânicos, enzimas e compostos bioativos, que conferem ao produto propriedades funcionais e terapêuticas. Esses atributos, aliados ao sabor característico e à longa vida de prateleira, tornam o mel um alimento valorizado tanto pelo consumidor quanto pela indústria alimentícia e farmacêutica (Ayton *et al.*, 2025; Edo *et al.*, 2023).

A diversidade de méis disponíveis no mercado reflete diretamente a origem botânica do néctar ou das secreções utilizadas pelas abelhas, resultando em variações físico-químicas e sensoriais. Os méis monoflorais, como os de assa-peixe, café, eucalipto, laranjeira e vassourinha, apresentam predominância de uma espécie vegetal, conferindo características únicas de sabor, cor e composição. Já os méis poliflorais, como o silvestre, são produzidos a partir de uma mistura de diferentes floradas, resultando em maior variabilidade composicional. Além disso, existem os méis extraflorais, obtidos a partir de secreções vegetais, como o mel de cana-de-açúcar, e os méis de melato, derivados de excreções de insetos sugadores de seiva, a exemplo da bracatinga, que se destacam por características físico-químicas diferenciadas (Schiassi *et al.*, 2021).

Essa diversidade de origens florais e extraflorais influencia diretamente parâmetros de qualidade, como acidez, umidade, viscosidade e atividade de água. Este último é um fator crucial para a estabilidade do mel, pois está associado ao crescimento microbiano, à velocidade de reações químicas e à atividade enzimática. Em geral, o mel apresenta baixa atividade de água, o que contribui para sua conservação, mas pequenas variações nesse parâmetro podem comprometer sua estabilidade durante o armazenamento. Além disso, fatores como composição floral, teor de açúcares e condições de estocagem podem modificar a atividade de água ao longo do tempo (Wang *et al.*, 2023).

Segundo diversos autores, a taxa de cristalização do mel atinge seu máximo entre 10 °C e 15 °C (Costa *et al.*, 2015; Nurul Zaizuliana *et al.*, 2017; Zamora; Chirife, 2006). Nessa faixa de temperatura, o efeito da supersaturação prevalece sobre o efeito da viscosidade, favorecendo a cristalização; acima e abaixo dessa faixa de temperatura, há menores taxas de cristalização.

Dessa forma, avaliar o comportamento da atividade de água em diferentes variedades de méis durante o armazenamento é fundamental para compreender sua estabilidade e segurança, bem como para fornecer informações que auxiliem apicultores, consumidores e indústrias na manutenção da qualidade do produto. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo monitorar a atividade de água em méis monoflorais, poliflorais, extraflorais e de melato, armazenados a 14 °C sob condições controladas por 180 dias, a fim de identificar possíveis variações ao longo do período de estocagem.

2 Material e métodos

2.1 Amostras de mel

Os méis das floradas de assa-peixe (*Vernonia polysphaera*), bracatinga (*M. scabrella* Benth), café (*Coffea* spp.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), laranjeira (*Citrus sinensis*), silvestre e vassourinha (*Baccharis* spp.) foram obtidos de um apiário localizado em São Lourenço, Minas Gerais (MG), Brasil.

Os méis foram obtidos pelo apiário passaram pelo processo de centrifugação, filtração, e em seguida foram acondicionados em tubos de polietileno transparente de 300 g e, posteriormente, armazenadas em condições ambientais.

A autenticidade da origem botânica dos méis pode ser confirmada, uma vez que os produtos foram inspecionados e também registrados de acordo com as normas vigentes (Brasil, 2000).

2.2 Preparação da amostra

Para garantir que os méis adquiridos para a realização do experimento não tivessem cristais no tempo inicial (T0) foi realizado um preparo prévio das amostras. Inicialmente, os méis foram aquecidos a 40 °C em banho-maria digital (modelo WARMS1 3L, Araucária, PR, Brasil) por 60 minutos (Kabbani *et al.*, 2011) e em seguida, as amostras foram deixadas em condições ambientais por 30 minutos. Posteriormente, para confirmar a ausência de cristais nas amostras foi realizado a análise microscópica utilizando microscópio óptico (Meiji Techno Co., Ltd., modelo ML2000, Tóquio, Japão).

Os méis foram acondicionados em potes de vidro transparente (200 mL) com tampas e 150 mL de cada amostra de mel foram adicionados a sete potes separados, um para cada ponto de tempo (T0, T30, T60, T90, T120, 150 e T180 dias). Os potes contendo as amostras de mel foram armazenados em uma incubadora refrigerada de demanda biológica de oxigênio (DBO) (SOLAB, modelo SL 200/300, Piracicaba, SP, Brasil) a uma temperatura de 14 ± 8 °C.

2.3 Análise de atividade de água

A atividade de água (a_w) das amostras foi medida usando o medidor de atividade de água Aqualab (Decagon Devices Inc., modelo CX2T, Pullman, WA, EUA) a $25 \pm 0,3$ °C. Cada um dos méis foi avaliado em três repetições.

2.4 Análise estatística

Os resultados da atividade de água das amostras de mel foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com auxílio do software SensoMaker v. 1.91 (UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2017).

3 Resultado e discussão

A Tabela 1 apresenta o resultado da análise de atividade de água presente nos méis armazenados ao longo do período de 180 dias.

Tabela 1 – Atividade de água presente em méis de diferentes origens botânicas armazenados a 14 °C ao longo do período de 180 dias.

Amostras de méis	T0	T30	T60	T90	T120	T150	T180
Assa-peixe	0,51	0,54	0,56	0,56	0,56	0,57	0,60
Café	0,54	0,55	0,58	0,58	0,58	0,61	0,62
Eucalipto	0,54	0,55	0,58	0,58	0,58	0,6	0,63
Laranjeira	0,53	0,53	0,55	0,56	0,56	0,57	0,62
Vassourinha	0,54	0,56	0,58	0,58	0,58	0,6	0,63
Silvestre	0,54	0,55	0,58	0,58	0,58	0,6	0,64
Bracatinga	0,56	0,57	0,59	0,59	0,59	0,59	0,61
Cana-de-açúcar	0,53	0,55	0,57	0,58	0,59	0,59	0,65

Nota(s): Os resultados são expressos como valor médio.

De acordo com a Tabela 1 a atividade de água (a_w) no T0 variou entre 0,51 (mel de assa-peixe) a 0,56 (mel de bracatinga), atingindo níveis de 0,60 (mel de assa-peixe) a 0,65 (mel de cana-de-açúcar) em T180. Portanto, em todas as amostras de méis foi observado um aumento na atividade de água devido ao efeito do armazenamento (formação de cristais), tendência semelhante também foi observada por Kuroishi *et al.* (2012) e Venir *et al.* (2010). A elevação deste parâmetro está associada à cristalização, pois conforme Kuroishi *et al.* (2012), Silva *et al.* (2016) e Zamora e Chirife (2006) parte dos sólidos solubilizados no mel se reúne na forma de cristais, liberando água, fazendo com que a fase líquida se torne menos concentrada e, conseqüentemente, aumentando a atividade de água.

Durante os 180 dias de armazenamento, nenhuma amostra excedeu o valor de a_w de 0,65, o que demonstra que os méis analisados possuem uma menor quantidade de água no estado livre e, portanto, são mais estáveis, em termos de desenvolvimento de reações químicas e enzimáticas (Escriche *et al.*, 2017).

4 Conclusão

Ao longo do período de armazenamento de 180 dias a 14 °C, nenhuma amostra ultrapassou o valor de 0,65 o que demonstra que os méis são estáveis em termos de desenvolvimento de reações químicas e enzimáticas

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasília, Brasil) pela concessão da bolsa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasília, Brasil) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG, Belo Horizonte, Brasil).

Referências

Ayton, J.; Groves, L. and Berry, J. (2025), “Chemical Composition and Quality Assessment of Apis mellifera Honey in Australia”, Food Science & Nutrition, Vol. 13, No 4, p. e70160.

- Brasil (2000), “Ministério da agricultura e abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000”, Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 out. 2000. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/IN-11-de-2000.pdf>. Acesso em: 22 set. 2025.
- Costa, L.C.V., Kaspchak, E., Queiroz, M.B., Almeida, M.M.D., Quast, E. and Quast, L.B. (2015), “Influence of temperature and homogenization on honey crystallization”, *Brazilian Journal of Food Technology*, Vol. 18 No. 2, pp. 155-161.
- Edo, G.I., Akpogheli, P.O., Jikah, A.N., Onoharigho, F.O., Owheru, J.O., and Okoronkwo, K.A. (2023), “Quality, composition and health effects of natural honey: a review”, *Natural Resources for Human Health*, Vol. 3, No 4, pp. 449–461.
- Escrive, I., Tanleque-alberto, F., Visquert, M. and Oroian, M. (2017), “Physicochemical and rheological characterization of honey from Mozambique”, *LWT- Food Science and Technology*, Vol. 86, pp. 108-115.
- Kabbani, D., Sepulcre, F. and Wedekind, J. (2011), “Ultrasound-assisted liquefaction of rosemary honey: influence on rheology and crystal content”, *Journal of Food Engineering*, Vol. 107 No. 2, pp. 173-178.
- Kuroishi, A.M., Queiroz, M.B., de Almeida, M.M. and Quast, L.B. (2012), “Avaliação da cristalização de mel utilizando parâmetros de cor e atividade de água”, *Brazilian Journal of Food Technology*, Vol. 15 No. 1, pp. 84-91.
- Nurul Zaizuliana, R.A., Anis Mastura, A.F., Abd Jamil, Z., Norshazila, S. and Zarinah, Z. (2017), “Effect of storage conditions on the crystallisation behaviour of selected Malaysian honeys”, *International Food Research Journal*, Vol. 24, pp. 475-480.
- Schiassi, M. C. E. V., de Souza, V. R., Lago, A. M. T., Carvalho, G. R., Curi, P. N., Guimarães, A. S., and Queiroz, F. (2021). “Quality of honeys from different botanical origins”, *Journal of Food Science and Technology*, Vol. 58, No 11, pp. 4167-4177.
- Silva, P.M., Gauche, C., Gonzaga, L.V., Costa, A.C.O. and Fett, R. (2016), “Honey: chemical composition, stability and authenticity”, *Food Chemistry*, Vol. 196, pp. 309-323.
- Venir, E., Spaziani, M. and Maltini, E. (2010), “Crystallization in ‘Tarassaco’ Italian honey studied by DSC”, *Food Chemistry*, Vol. 122, pp. 410-415.
- Wang, H., Li, L., Lin, X., Bai, W., Xiao, G. and Liu, G. (2023). “Composition, functional properties and safety of honey: a review”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 103, No 14, pp. 6767-6779.
- Zamora, M.C. and Chirife, J. (2006), “Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina”, *Food Control*, Vol. 17 No. 1, pp. 59-64.

Quantificação de açúcares presente em méis

Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi¹, Hermann Matos Silva Sousa²,
Jhenifer Cristina Carvalho Santos³, Gabriela Fonsêca Leal⁴, Michelle Carlota
Gonçalves⁵ e Fabiana Queiroz⁶

^{1,2,3,4,5,6}Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{vasconcelosmaria@ufla.br¹, hermann.sousa@estudante.ufla.br²,
jhenifer.santos1@estudante.ufla.br³, gabriela.leal@estudante.ufla.br⁴,
michelle.goncalves@estudante.ufla.br⁵ e fqueiroz@ufla.br⁶}

Abstract. This study aimed to evaluate the sugar content (glucose and fructose) in monofloral honeys (assa-peixe, coffee, eucalyptus, laranjeira, and vassourinha), polyfloral (silvestre), extrafloral (sugarcane), and honeydew honey (bracatinga). In the samples, the quantification of sugars (glucose and fructose) was performed by high-performance liquid chromatography (HPLC). In the honeys analyzed, the fructose content ranged from 25.19% (wild honey) to 38.28% (sugarcane honey), and the glucose content ranged from 21.46% (wild honey) to 32.57% (sugarcane honey). Through this study, it was possible to observe that all samples presented a higher fructose content compared to the glucose content.

Keywords: Characterization, floral honeys, HPLC.

Resumo. Este estudo teve como objetivo avaliar o teor de açúcares (glicose e frutose) em méis monoflorais (assa-peixe, café, eucalipto, laranjeira e vassourinha), polifloral (silvestre), extraflorais (cana-de-açúcar) e de melato (bracatinga). Nas amostras a quantificação dos açúcares (glicose e frutose) foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Nos méis analisados o teor de frutose variou de 25,19% (mel silvestre) a 38,28% (mel de cana-de-açúcar) e o teor de glicose variou de 21,46% (mel silvestre) a 32,57% (mel de cana-de-açúcar). Através deste estudo foi possível observar que todas as amostras apresentaram teor de frutose mais elevado comparado ao teor de glicose.

Palavras-chave: Caracterização, méis florais, HPLC.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade do mel está diretamente relacionada à sua composição química, que reflete tanto a origem botânica quanto as condições ambientais em que é produzido. Entre os principais constituintes, os açúcares representam aproximadamente 80% do produto, sendo a frutose e a glicose predominantes, seguidos de pequenas quantidades de sacarose e outros oligossacarídeos. Esses carboidratos são determinantes para o valor energético do mel e influenciam propriedades tecnológicas como viscosidade, cristalização e sabor característico (Sajid et al., 2020; Yusof et al., 2020; Dettori et al., 2018; Escuredo et al., 2013).

A determinação quantitativa de açúcares é essencial para a caracterização e padronização do mel, fornecendo parâmetros para diferenciar origens florais e geográficas, além de detectar adulterações. Métodos cromatográficos, em especial a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), têm sido amplamente empregados por sua precisão, sensibilidade e capacidade de analisar múltiplos açúcares simultaneamente (Soares et al., 2020; Siddiqui et al., 2020; Bogdanov, 2009). Nesse sentido, o perfil açucarado é considerado um dos indicadores mais robustos de qualidade e autenticidade.

Pesquisas recentes reforçam a utilidade do HPLC para caracterizar méis de diferentes regiões. De Oliveira et al. (2024) e Lee et al. (2024) mostraram que a razão glicose/frutose varia de acordo com a origem botânica, podendo atuar como marcador de autenticidade. Outros estudos destacam que a composição açucarada está associada também a parâmetros físico-químicos e bioativos do mel, ampliando a compreensão sobre sua diversidade química (Chudzinska et al., 2020; Kabbani et al., 2011; Marangoni e Wesdorp, 2013).

Diante desse contexto, a quantificação de açúcares representa uma ferramenta valiosa para o controle de qualidade e rastreabilidade do mel, sobretudo em países produtores com ampla diversidade florística. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o teor de açúcares (glicose e frutose) em méis de diferentes origens botânicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostras de mel

Os méis das floradas de assa-peixe (*Vernonia polysphaera*), bracatinga (*M. scabrella* Benth), café (*Coffea* spp.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), laranjeira (*Citrus sinensis*), silvestre e vassourinha (*Baccharis* spp.) foram provenientes de um apiário localizado em São Lourenço, Minas Gerais (MG), Brasil.

Os méis foram obtidos pelo apiário passaram pelo processo de centrifugação, filtração, e em seguida foram acondicionados em tubos de polietileno transparente de 300 g e, posteriormente, armazenadas em condições ambientais.

A autenticidade da origem botânica dos méis pode ser confirmada, uma vez que os produtos foram inspecionados e também registrados de acordo com as normas vigentes (Brasil, 2000).

2.2 Preparação da amostra

Para garantir a total eliminação de cristais que pudessem estar presente nas amostras, os méis foram aquecidos a 40 °C em banho-maria digital (modelo WARMS1 3L, Araucária, PR, Brasil) por 60 minutos (Kabbani et al., 2011) e em seguida, as amostras foram deixadas em condições ambientais por 30 minutos. Posteriormente, para confirmar a ausência de cristais nas amostras foi realizado a análise microscópica utilizando microscópio óptico (Meiji Techno Co., Ltd., modelo ML2000, Tóquio, Japão).

Os méis foram armazenados em potes de vidro transparente (200 mL) com tampa e analisados em seguida.

2.3 Caracterização das amostras de mel

Nas amostras a quantificação dos açúcares (glicose e frutose) foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (Prominence HPLC System, Shimadzu Scientific Instruments, Tampa, Flórida, Estados Unidos), de acordo com Bogdanov (2009).

Para análise por CLAE as amostras foram preparadas dissolvendo 1 g de mel em 9 mL de água ultrapura e a mistura foi filtrada utilizando filtro de seringa de 0,45 µm (Filtrilo, Colombo, Paraná, Brasil), em seguida, o filtrado foi injetado no sistema de CLAE, equipado com detector de índice de refração (modelo RID-10A, Shimadzu, Barueri, SP, Brasil). Uma coluna SUPELCOGEL™ 8H (7,8 mm x 30 cm) (Shimadzu, Barueri, São Paulo, Brasil) foi utilizada e as condições para CLAE foram definidas da seguinte forma: fase móvel, ácido sulfúrico 5 mM (bomba LC-20AT, Shimadzu, Barueri, São Paulo, Brasil); vazão, 0,5 mL/min; volume injetado, 20 µL (injetor SIL-20A, Shimadzu, Barueri, SP, Brasil); e temperatura da coluna, 30 °C.

Os teores dos açúcares, glicose e a frutose, foram identificadas de acordo com seus tempos de retenção, comparados aos padrões de açúcar e suas concentrações calculadas utilizando a curva de calibração para cada açúcar.

2.4 Análise estatística

Os resultados dos teores de açúcares das amostras de mel foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de média de *Tukey* ($p \geq 0,05$) com auxílio do software SensoMaker v. 1.91 (UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2017).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o teor de açúcar (frutose e glicose) presentes em méis de diferentes origens botânicas.

Tabela 1 - Teor de açúcar (frutose e glicose) presentes em méis de diferentes origens botânicas.

Amostras de méis	Parâmetros	
	Frutose (%)	Glicose (%)
Assa-peixe	35,02±0,02d	29,15±0,02c
Café	36,43±0,02b	29,58±0,02b
Eucalipto	28,88±0,01f	24,07±0,01f
Laranjeira	32,99±0,02e	26,06±0,01e
Vassourinha	35,67±0,01c	28,82±0,01d
Silvestre	25,19±0,01h	21,46±0,01h
Bracatinga	28,51±0,01g	23,90±0,03g
Cana-de-açúcar	38,28±0,01a	32,57±0,01a

Nota(s): Os resultados são expressos como valor médio $\pm$ desvio padrão ($n = 3$). As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de *Tukey* ($p > 0,05$).

De acordo com Dettori *et al.* (2018), os principais carboidratos do mel são a frutose e a glicose, e conforme demonstrado na Tabela 1, os méis analisados apresentaram diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$), para ambos os açúcares analisadas.

Nos méis analisados o teor de frutose variou de 25,19% (mel silvestre) a 38,28% (mel de cana-de-açúcar), sendo que o teor de frutose foi maior em todas as amostras de mel. Tendência semelhante também foi observada em quase todos os méis investigados por Escuredo *et al.* (2014) ao analisaram méis de diferentes origens botânicas.

No mel a cristalização é um processo que ocorre de maneira natural e espontânea, sendo que primeiro ocorre a cristalização da glicose, uma vez que apresenta menor solubilidade e está presente em concentração acima da supersaturação (Escuredo *et al.*, 2013; Marangoni; Wesdorp, 2013). Nas amostras analisadas, o teor de glicose variou de 21,46% (mel silvestre) a 32,57% (mel de cana-de-açúcar), sendo possível observar que o mel de cana-de-açúcar foi o único que apresentou teor de glicose superior a 30% conforme apresentado na Tabela 1.

4 CONCLUSÃO

Através deste estudo foi possível observar que todas as amostras apresentaram teor de frutose mais elevado quando comparado ao teor de glicose, sendo que o mel de cana-de-açúcar se destacou por apresentar o mais alto teor de frutose e glicose.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasília, Brasil) pela concessão da bolsa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasília, Brasil) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG, Belo Horizonte, Brasil).

Os autores agradecem também à Central de Análises e Prospecção Química (CAPQ) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e à Finep, Fapemig, CNPq e Capes pelo fornecimento dos equipamentos e suporte técnico para experimentos envolvendo análises cromatográficas.

REFERÊNCIAS

- Bogdanov, S. (2009), *Harmonised Methods of the European Honey Commission*, 3rd ed., IHC, Bremen.
- Brasil (2000), “Ministério da agricultura e abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000”, Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 out. 2000. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/IN-11-de-2000.pdf>. Acesso em: 24 set. 2025.
- Chudzinska, M., Kowalski, S., Waszkiewicz-Robak, B. and Koba, M. (2020), “Determination of sugar composition in honeys by HPTLC and chemometric analysis”, *Journal of Planar Chromatography*, Vol. 33 No. 2, pp. 123-129.
- Dettori, A., Tappi, S., Piana, L., Rosa, M.D. and Rocculi, P. (2018), “Kinetic of induced honey crystallization and related evolution of structural and physical”, *LWT- Food Science and Technology*, Vol. 95, pp. 333-338.
- Escuredo, O., Miguez, M., Fernandez-Gonzalez, M. and Carmen Seijo, M. (2013), “Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area”, *Food Chemistry*, Vol. 138, Nos 2-3, pp. 851-856.
- Kabbani, D., Sepulcre, F. and Wedekind, J. (2011), “Ultrasound-assisted liquefaction of rosemary honey: influence on rheology and crystal content”, *Journal of Food Engineering*, Vol. 107 No. 2, pp. 173-178.
- Lee, S., Kim, H., Park, J. and Kang, H. (2024), “Sugar profile and authenticity markers of honeys by HPLC analysis”, *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol. 122, Article 106925.
- Marangoni, A.G. and Wesdorp, L.H. (2013), *Nucleation and Crystalline Growth Kinetics, Structure and Properties of Fat Crystal Networks*, CRC Press, Boca Raton.
- de Oliveira, R., Santos, P., Lima, T. and Corrêa, J.L.G. (2024), “Carbohydrate characterization and authenticity of honeys by chromatographic analysis”, *Food Chemistry*, Vol. 437, Article 139322.
- Sajid, M., Yusof, N., Mahmood, M. and Saleh, M. (2020), “Physicochemical properties and sugar profile of different honeys”, *Saudi Journal of Biological Sciences*, Vol. 27 No. 10, pp. 2644-2650.

- Siddiqui, A.J., Musharraf, S.G., Choudhary, M.I. and Rahman, A. (2020), “High-performance liquid chromatography determination of sugars in honey for quality assessment”, *Saudi Journal of Biological Sciences*, Vol. 27 No. 5, pp. 1327-1335.
- Soares, S., Amaral, J.S., Oliveira, M.B.P.P. and Mafra, I. (2020), “Compositional and authenticity studies of honeys using chromatographic techniques”, *Molecules*, Vol. 25 No. 22, Article 5289.
- Yusof, N., Mohd, N., Mohamed, A. and Rahim, N. (2020), “Sugar composition of Malaysian honeys determined by HPLC”, *Scientific Reports*, Vol. 10, Article 15852.

Avaliação do potencial de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* isoladas de bebidas indígenas para produção de cervejas

Deyvid Henrique Braga¹, Ana Paula Pereira Bressani¹, Rosane Freitas Schwan²

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

deyvid.bragal@ufla.br, apbressani@gmail.com, rschwan@ufla.br

Abstract. Beer is one of the oldest fermented foods produced by humanity, and the main yeast used in the beer fermentation process is *Saccharomyces cerevisiae*, which converts sugars in the wort into ethanol and carbon dioxide, as well as secondary metabolites. Brazil, with its biodiversity, offers yeast strains adapted to the tropical climate, potentially useful for beer fermentation. This study evaluated ten strains of *S. cerevisiae* isolated from indigenous beverages regarding their ability to ferment maltose, sucrose, and glucose. Strains CCMA 0229 and CCMA 0349 showed rapid maltose fermentation, suitable for beers with higher alcohol content. Others, such as CCMA 0231 and CCMA 0379, exhibited lower maltose fermentation, making them suitable for beers with lower alcohol content. The metabolic diversity of the strains directly influences the sensory profile and alcohol content of beers, highlighting the biotechnological potential of Brazilian yeasts for the brewing industry.

Keywords: microbial diversity, yeasts, carbohydrates.

Resumo. A cerveja é um dos alimentos fermentados mais antigos produzidos pela humanidade, a principal levedura utilizada no processo fermentativo da cerveja é a *Saccharomyces cerevisiae*, que converte açúcares do mosto em etanol e dióxido de carbono, além de metabólitos secundários. O Brasil, com sua biodiversidade, oferece cepas de leveduras adaptadas ao clima tropical, potencialmente úteis para a fermentação cervejeira. Este estudo avaliou dez cepas de *S. cerevisiae* isoladas de bebidas indígenas quanto à fermentação de maltose, sacarose e glicose. As cepas CCMA 0229 e CCMA 0349 apresentaram rápida fermentação de maltose, indicadas para cervejas com maior teor alcoólico. Outras, como CCMA 0231 e CCMA 0379, mostraram menor fermentação de maltose, sendo adequadas para cervejas com baixo teor alcoólico. A diversidade metabólica das cepas influencia diretamente o perfil sensorial e o teor alcoólico das cervejas, evidenciando o potencial biotecnológico das leveduras brasileiras para a indústria cervejeira.

Palavras-chave: diversidade microbiana, leveduras, carboidratos.

1. Introdução

A cerveja é um dos alimentos fermentados mais antigos produzidos pela humanidade [Raihofer et al., 2022]. Seus principais ingredientes são água, malte, lúpulo, levedura e, em alguns casos, adjuntos cervejeiros. As variações dos produtos se originam, na grande maioria dos casos, em diferentes formas de condução de seu processamento. Dentre as etapas de obtenção da cerveja, a mais importante é a fermentação, etapa em que ocorre a conversão de substratos presentes no mosto cervejeiro principalmente em etanol e gás carbônico.

O Brasil possui uma das maiores biodiversidades do planeta terra. Essa riqueza esconde microrganismos com potencial para diversos processos biotecnológicos. Algumas bebidas fermentadas produzidas pelos povos originários apresentam uma grande variedade de microrganismos que atuam no processo fermentativo espontâneo de diversos substratos, como mandioca, arroz e milho. Essas cepas podem ter potencial biotecnológico para fermentação de cervejas e já estão adaptadas a regiões que apresentam clima tropical [Clark et al., 2025].

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é a mais comum na fermentação de cervejas, especialmente por sua elevada eficiência na conversão de açúcares em metabólitos, principalmente etanol e dióxido de carbono [Bitew et al., 2024]. Além dos compostos citados, as leveduras podem produzir compostos secundários, como ésteres e aldeídos, que podem aumentar a complexidade sensorial das bebidas [Pirrone et al., 2025]. Uma mesma espécie apresenta diversas cepas de leveduras, cada uma com características únicas que podem alterar e modular as cervejas obtidas [Groenewald et al., 2025].

A fonte e a taxa de consumo de carboidratos por um microrganismo definem a aplicabilidade de uma cepa na produção de cervejas tradicionais ou de baixo teor alcoólico. O mosto cervejeiro contém majoritariamente maltose, mas também apresenta teores de maltotriose, frutose, glicose e sacarose. Cepas que apresentam rápido consumo de maltose são ideais para produção de cervejas com maior teor alcoólico. Ao contrário, leveduras que apresentam menor consumo desse açúcar são mais interessantes para produção de cervejas com baixo teor alcoólico [Klimczak et al., 2024; Zhang et al., 2024].

Portanto é notável a crescente valorização da diversidade microbiana brasileira e da possibilidade de se prospectar novas cepas de microrganismos que podem apresentar características metabólicas variadas, influenciando diretamente no teor de álcool e no perfil sensorial de cervejas. Diante disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a capacidade fermentativa de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* isoladas dos processos fermentativos de bebidas indígenas Tarubá, Caxiri e Yakupa em relação aos carboidratos presentes no mosto cervejeiro.

2. Metodologia

2.1 Microrganismos

Para realização dos testes, foram adquiridas dez cepas de leveduras (Tabela 1) da Coleção de Culturas da Microbiologia Agrícola (CCMA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Tabela 1 - Cepas de *Saccharomyces cerevisiae* selecionadas para os testes.

Espécie	Código	Fonte
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	CCMA 0732	Caxiri
	CCMA 0731	
	CCMA 0349	
	CCMA 0019	
	CCMA 0218	Yakupa
	CCMA 0229	
	CCMA 0222	
	CCMA 0231	
	CCMA 0381	Tarubá
	CCMA 0379	

Fonte: Do autor (2025).

2.2 Crescimento do inóculo

Para realização dos testes, os isolados foram crescidos em 1 mL de caldo YEPG estéril (extrato de levedura 1%; peptona 1%; glicose 2%) até a contagem de 10^7 células/mL. Em seguida, foram centrifugados a 7.000 rpm por 5 minutos. Após essa etapa, foi adicionado 1 mL de água destilada estéril para nova suspensão das células, resultando no inóculo.

2.3 Teste de fermentação das fontes de carbono

Os testes de fermentação de maltose, sacarose e glicose foram realizados de acordo com a metodologia utilizada por [Klimczak et al., 2024]. Os inóculos foram adicionados à tubos de ensaio contendo tubos de Durham invertidos e 3,6 mL de meio YP (peptona de soja: 0,75%, extrato de levedura: 0,5%, azul de bromotimol: 0,04%), 200 µL de solução estoque de cada carboidrato (40%), resultando em 2% de açúcar no meio, e 200 µL do inóculo.

O experimento foi realizado a 20 °C e as leituras foram realizadas nos tempos de 0, 24, 48, 72, 168 e 336 h. O teste foi realizado em triplicata para cada microrganismo e no controle foi pipetado água destilada. A fermentação foi observada através da presença de gás nos tubos de Durham. Foi realizada leitura visual: quantidade de gás produzida ocupou mais da metade do tubo de Durham, foi considerado o padrão máximo (+), quantidade de gás menor que a metade, o padrão foi mediano (±) e formação de uma quantidade muito pequena ou nula, foi considerado padrão negativo (-).

3 Resultados e discussão

A fermentação de monossacarídeos é geralmente mais simples para leveduras, enquanto a utilização de dissacarídeos, como a maltose, requer mecanismos adicionais, incluindo a produção de transportadores e enzimas específicas. Além disso, o metabolismo de maltose pode estar associado a respostas de estresse celular, uma vez que a levedura precisa ativar proteínas relacionadas à adaptação frente às condições impostas pela utilização exclusiva desse carboidrato [Martín-García et al., 2025]. Portanto, é possível inferir que as leveduras CCMA 0229 e CCMA 0349 apresentam a capacidade de se adaptar e metabolizar maltose em um curto período, devido a formação de gás nos tubos de Durham, contendo meio com maltose, nas primeiras 24 h de teste (Tabela 2). Essas cepas seriam adequadas para produção de cervejas com álcool.

Tabela 2 - Teste de fermentação em diferentes fontes de carbono.

Cepas	Glicose				Maltose				Sacarose			
	24 h	48 h	72 h	168 h	24 h	48 h	72 h	168 h	24 h	48 h	72 h	168 h
CCMA 0019	±	+	+	+	-	±	+	+	±	+	+	+
CCMA 0218	-	+	+	+	-	±	±	±	-	+	+	+
CCMA 0222	-	+	+	+	-	±	+	+	±	+	+	+
CCMA 0229	±	+	+	+	±	+	+	+	±	+	+	+
CCMA 0231	-	+	+	+	-	-	±	+	-	±	+	+
CCMA 0349	±	+	+	+	±	+	+	+	±	+	+	+
CCMA 0379	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+
CCMA 0381	-	+	+	+	-	-	±	+	-	+	+	+
CCMA 0731	-	+	+	+	-	±	+	+	-	+	+	+
CCMA 0732	-	+	+	+	-	±	±	+	-	+	+	+

Fonte: Do autor (2025).

No que diz respeito a menor capacidade de fermentação de maltose, destacam-se as cepas CCMA 0231, CCMA 0379 e CCMA 0381. Essa menor eficiência faz com que esses isolados sejam interessantes para produção de cervejas com menor teor alcoólico, pois como o malte possui majoritariamente maltose, o metabolismo dessa levedura não converte esse carboidrato e metanol e dióxido de carbono, resultando no menor teor alcoólico da bebida [Dileep et al., 2025].

Em relação ao consumo das outras fontes de carbono, de acordo com os dados apresentados na Tabela 2, ainda em 24h de teste, as cepas CCMA 0019, CCMA 0229 e CCMA 0349 fermentaram glicose, enquanto para fermentação de sacarose, as cepas CCMA 0019, CCMA 0222, CCMA 0229 e CCMA 0349 foram as que apresentaram maior desempenho. Nas primeiras 24 h de teste, a cepa CCMA 0222 apresentou maior facilidade em fermentar sacarose em relação à glicose, embora a glicose seja um monossacarídeo e a sacarose um dissacarídeo. Esse resultado pode estar associado à capacidade da cepa em metabolizar frutose, monossacarídeo liberado na hidrólise da sacarose [Zapryanova et al., 2025].

4. Conclusão

As cepas de *S. cerevisiae* investigadas apresentam potencial biotecnológico para aplicação em processos fermentativos do mosto cervejeiro, especialmente por apresentarem características metabólicas diversas, podendo algumas serem utilizadas para a fermentação de cervejas com maior teor alcoólico (CCMA 0229 e CCMA 0349), enquanto outras podem ser mais adequadas para a obtenção de cervejas com baixo álcool (CCMA 0231, CCMA 0379 e CCMA 0381). Dessa maneira, uma mesma espécie pode apresentar cepas com características metabólicas diferentes, evidenciando o potencial biotecnológico das leveduras brasileiras para a indústria cervejeira.

5. Referências

- [Bitew, D., Damtew, B., Tesfaye, A., & Andualem, B.] Isolation of yeast from some Ethiopian traditional fermented beverages and in vitro evaluation for probiotic traits. **Heliyon**, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40520>
- [Clark, K., Setati, M. E., & Divol, B.] Exploring the oenological potential of South African *Saccharomyces cerevisiae* isolates. **Oeno One**, 2025. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2025.59.1.8391>
- [Dileep, K. C., Sharma, R., & Kumar, S.] Exploring non-conventional yeasts to brew finger millet low-alcoholic beer. **Food Bioscience**, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.107246>
- [Groenewald, M., Roberto, P., & Rold, D.] Fermentative and metabolic screening of candidate yeast strains hybridisable with *Saccharomyces cerevisiae* for beer production optimisation. **International Journal of Food Microbiology**, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110899>
- [Klimczak, K., Cioch-Skoneczny, M., & Poreda, A.] Evaluation of Non-*Saccharomyces* Yeast for Low-Alcohol Beer Production. **Applied Sciences (Switzerland)**, 2024. <https://doi.org/10.3390/app14156755>
- [Martín-García, F. J., Labrador-Valls, M. J., Barbero-Fernández, R. M., Ogawa, M., & Moreno-García, J.] Yeast proteomics: Advances and applications in alcoholic fermentation. **Microbiological Research**, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2025.128318>
- [Pirrone, A., Naselli, V., Gugino, I. M., Porrello, A., Viola, E., Craparo, V., Vella, A., Alongi, D., Seminerio, V., Carusi, M., Radici, C., Amato, F., Guzzon, R., Todaro, A., Gaglio, R., Settanni, L., Maggio, A., Moschetti, G., Francesca, N., & Alfonzo, A.] Use of non-conventional yeasts for enhancing the sensory quality of craft beer. **Food Research International**, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.116164>
- [Raihofer, L., Zarnow, M., Gastl, M., & Hutzler, M.] A short history of beer brewing. **EMBO Reports**, 2022. <https://doi.org/10.15252/embr.202256355>
- [Yang, N., Wu, C., Yang, H., Guo, Z., Jian, H., Jiang, T., & Lei, H.] Bioactive compounds, antioxidant activities and flavor volatiles of lager beer produced by supplementing six jujube cultivars as adjuncts. **Food Bioscience**, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102008>
- [Zapryanova, P., Gaytanska, Y., Shopska, V., Denkova-Kostova, R., & Kostov, G.] Non-Conventional Yeasts for Beer Production—Primary Screening of Strains. **Beverages**, 2025. <https://www.mdpi.com/2306-5710/11/4/114>
- [Zhang, Z., Wen, X., Chen, X., Liu, X., Gao, Z., Bi, P., Sun, W., & Li, S.] Comparison of volatile compounds and sensory profiles of low-alcohol pear beverages fermented with *Saccharomyces cerevisiae* and different non-*Saccharomyces cerevisiae*. **Food Microbiology**, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2024.104600>

Agradecimentos: Os autores agradecem a Capes, CNPq, Fapemig e LaMFe.

Análise microscópica de méis armazenados ao longo de 180 dias

Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi¹, Jhenifer Cristina Carvalho Santos², Gabriela Fonsêca Leal³, Hermann Matos Silva Sousa⁴, Paula Giarolla Silveira⁵ e Fabiana Queiroz⁶

^{1,2,3,4,6}Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁵Departamento de Física/ICE – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) CEP 36036-900 – Juiz de Fora, MG - Brasil

{vasconcelosmaria@ufla@gmail.com¹, jhenifer.santos1@estudante.ufla.br², gabriela.leal@estudante.ufla.br³, hermann.sousa@estudante.ufla.br⁴, pagiarolla@gmail.com⁵ e fqueiroz@ufla.br⁶}

Abstract. *The objective of this study was to evaluate crystal formation in monofloral honeys (assa-peixe, coffee, eucalyptus, laranjeira, and vassourinha), polyfloral honeys (silvestre), extrafloral honeys (sugarcane), and honeydew honeys (bracatinga) over storage time. The honeys were stored in incubator at 14 °C, and microscopic analysis (with polarized light and 10x magnification) was performed for 180 days (at times T20 and T180 days). As demonstrated in the microscopic images, crystallization was more intense in sugarcane honey over 180 days and stood out compared to honey samples from other botanical origins. Based on the results, it was found that the origin, composition, and storage conditions of the honeys are some of the factors that most influence the crystallization rate.*

Keywords: *Beekeeping, characterization, optical microscope.*

Resumo. *O objetivo deste estudo foi avaliar a formação de cristais em méis monoflorais (assa-peixe, café, eucalipto, laranjeira e vassourinha), polifloral (silvestre), extraflorais (cana-de-açúcar) e de melato (bracatinga) ao longo do tempo de armazenamento. Os méis foram armazenados em incubadora a 14 °C e a análise microscópica (com luz polarizada e aumento de 10x) foi realizada durante 180 dias (nos tempos T20 e T180 dias). Conforme demonstrado nas imagens microscópicas, ao longo de 180 dias a cristalização foi mais intensa no mel de cana e se destacou das amostras de mel de outras origens botânicas. Com base nos resultados, verificou-se que a origem, a composição e as condições de armazenamento dos méis são alguns dos fatores que mais influenciam a taxa de cristalização.*

Palavras-chave: *Apicultura, caracterização, microscópio óptico.*

1 Introdução

O mel é um alimento natural de elevado valor nutritivo e funcional, amplamente consumido em todo o mundo devido ao seu sabor característico, aroma agradável e propriedades bioativas, como atividades antimicrobiana e antioxidante. Além de ser um produto de interesse nutricional, representa uma importante fonte de renda para a cadeia apícola, sendo considerado um alimento seguro, de baixo processamento e com potencial de valorização em diferentes mercados (Manickavasagam *et al.*, 2024).

Entretanto, durante o armazenamento, o mel pode sofrer modificações físico-químicas que afetam diretamente sua aparência e aceitabilidade. Entre essas mudanças, destaca-se o processo de cristalização, que consiste na precipitação da glicose em forma de cristais a partir da fase líquida. Embora a cristalização não comprometa a qualidade ou a segurança do produto, pode ser percebida negativamente pelos consumidores, resultando em menor aceitação comercial e, consequentemente, em perdas econômicas para produtores e comerciantes (Polatidou *et al.*, 2024; Piepiórka-Stepuk *et al.*, 2025).

O fenômeno da cristalização está relacionado a múltiplos fatores, incluindo a origem botânica, a composição físico-química (teor de glicose, frutose e sacarose), a viscosidade e as condições de armazenamento, como temperatura e tempo. Nesse contexto, estudos microscópicos se destacam como ferramentas importantes para monitorar o desenvolvimento dos cristais e compreender os mecanismos envolvidos nesse processo, permitindo a obtenção de informações que podem auxiliar no controle da cristalização e na manutenção da estabilidade do mel (Schiassi *et al.*, 2022; Piepiórka-Stepuk *et al.*, 2025).

Segundo diversos autores, a taxa de cristalização do mel atinge seu máximo entre 10 °C e 15 °C (Costa *et al.*, 2015; Nurul Zaizuliana *et al.*, 2017; Zamora; Chirife, 2006). Nessa faixa de temperatura, o efeito da supersaturação prevalece sobre o efeito da viscosidade, favorecendo a cristalização; acima e abaixo dessa faixa de temperatura, há menores taxas de cristalização.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a formação de cristais em méis monoflorais, poliflorais, extraflorais e de melato ao longo de 180 dias de armazenamento a 14 °C, utilizando análise microscópica com luz polarizada.

2 Material e métodos

2.1 Amostras de mel

Os méis das floradas de assa-peixe (*Vernonia polysphaera*), bracatinga (*M. scabrella* Benth), café (*Coffea* spp.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), laranjeira (*Citrus sinensis*), silvestre e vassourinha (*Baccharis* spp.) foram obtidos de um apiário localizado em São Lourenço, Minas Gerais (MG), Brasil.

Após a obtenção, os méis passaram pelos processos de centrifugação e filtração e, em seguida, foram acondicionados em tubos de polietileno transparente de 300 g e posteriormente armazenados em condições ambientais.

A autenticidade da origem botânica dos méis pode ser confirmada, uma vez que os produtos foram inspecionados e também registrados de acordo com as normas vigentes (Brasil, 2000).

2.2 Preparação da amostra

Para garantir a total eliminação de cristais que pudessem estar presente nas amostras, os méis foram aquecidos a 40 °C em banho-maria digital (WARMS1 3L, Araucária, Brasil) por 60 minutos (Kabbani *et al.*, 2011) e em seguida, as amostras foram deixadas em condições ambientais por 30 minutos. Posteriormente, para confirmar a ausência de cristais nas amostras foi realizado a análise microscópica utilizando microscópio óptico (Meiji Techno Co., Ltd., ML2000, Tóquio, Japão).

Os méis foram acondicionados em potes de vidro transparente (200 mL) com tampas e 150 mL de cada amostra de mel foram adicionados a sete potes separados, um para cada ponto de tempo (T0, T30, T60, T90, T120, 150 e T180 dias). Os potes contendo as amostras de mel foram armazenados em uma incubadora refrigerada de demanda biológica de oxigênio (DBO) (SOLAB, SL 200/300, Piracicaba, Brasil) a uma temperatura de 14 ± 8 °C.

2.3 Análise microscópica

Microscópio óptico (Meiji Techno Co., Ltd., ML2000, Tóquio, Japão) com luz polarizada foi utilizado para analisar o processo de cristalização e o estado morfológico das amostras de mel. Uma alíquota de cada amostra foi depositada sobre uma lâmina, coberta com uma lamínula de vidro e, em seguida, analisada sob aumento de 10x. As imagens foram registradas com uma câmera (Cole-Parmer, 49.901-35 PAL vídeo colorido, Taiwan, China) (Schiassi *et al.*, 2022).

A análise microscópica dos méis foi realizada por 180 dias, sendo os pontos de tempo T120 e T180 selecionados para apresentação no estudo. Esses pontos de tempo foram escolhidos por apresentarem uma maior diferença na aparência dos cristais formados.

3 Resultados e discussão

A Figura 1 apresenta o resultado da análise microscópica com luz polarizada sob ampliação de 10x, realizada nos méis armazenados ao longo do período de 180 dias (T120 e T180 dias).

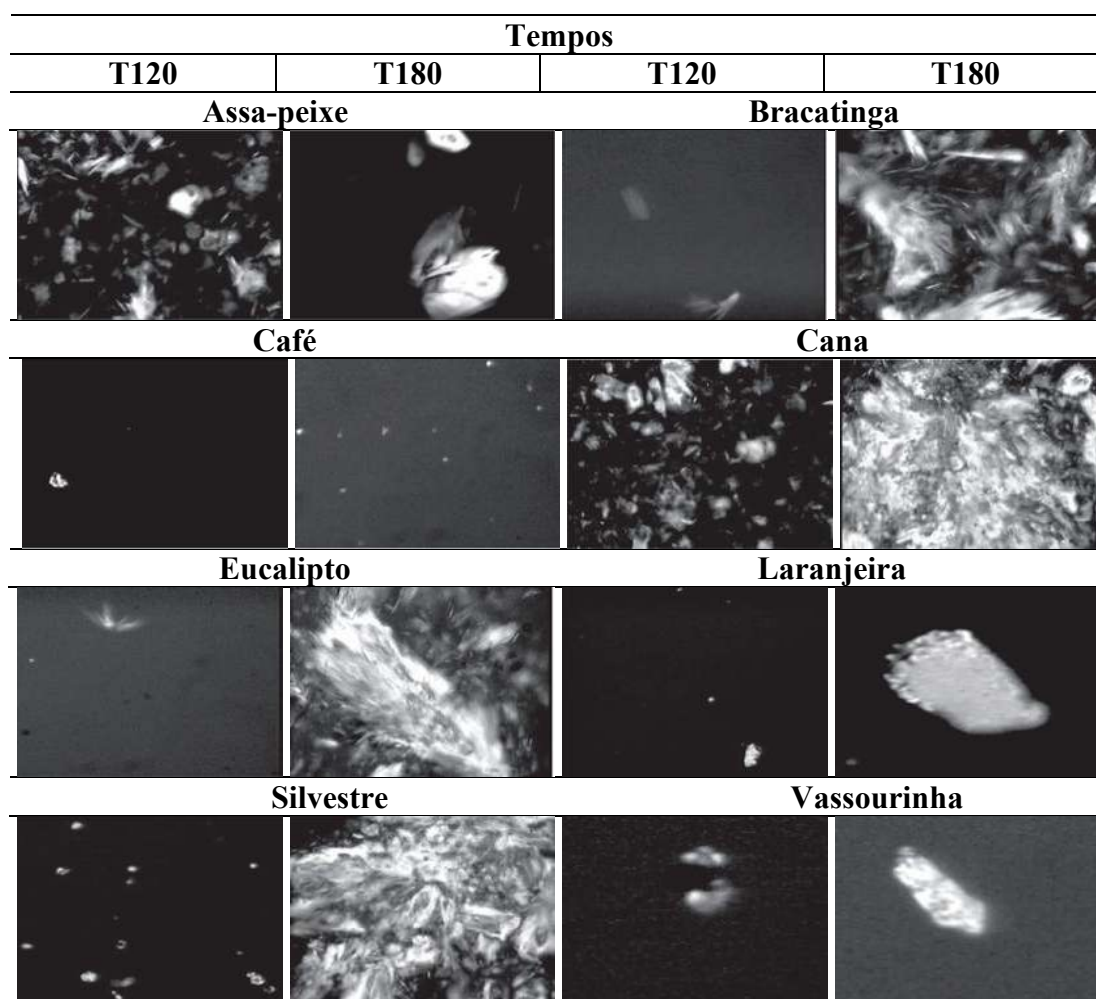


Figura 1 – Atividade microscópica realizada em méis de diferentes origens botânicas armazenados a 14 °C ao longo do período de 180 dias (T120 e T180 dias).

Nota-se que para acompanhar a formação e o desenvolvimento dos cristais nos méis durante o armazenamento (180 dias), as fotomicrografias obtidas sob luz polarizada foram eficientes, uma vez que permitiram observar diferentes formas e tamanhos de cristais.

Verificou-se a presença de cristais em todas as amostras, dispostos em agregados semelhantes a buquês ou distribuídos aleatoriamente, conforme descrito por Conforti *et al.* (2006). Durante a cristalização, a glicose se separa da fase líquida e origina pequenos cristais, que aumentam progressivamente de tamanho à medida que a cristalização avança, espalhando-se por todo o mel. Esse processo modifica a textura e o aspecto visual do produto. De acordo com as imagens obtidas, o mel de assa-peixe apresentou cristalização mais intensa após 120 dias de armazenamento, seguido do mel de cana.

A cristalização ao longo de 180 dias foi mais intensa no mel de cana e se destacou das amostras de mel de outras origens botânicas. Para os méis de eucalipto e bracatinga, após 120 dias de armazenamento, a cristalização foi menor quando comparado ao mel de assa-peixe, uma vez que os méis de eucalipto e bracatinga apresentam menor quantidade de sacarose (Schiassi *et al.*, 2021); sendo assim, a cristalização é mais intensa do que no mel de assa-peixe após 180 dias. Essa tendência pode ser justificada pela menor viscosidade dos méis de eucalipto ou bracatinga quando comparados à viscosidade do

mel de assa-peixe. Visto que o processo de nucleação é induzido pelo meio, ocorre o aumento do tamanho dos cristais mais rapidamente ao longo do tempo.

4 Conclusão

Ao longo do período de armazenamento de 180 dias a 14 °C, a cristalização foi mais intensa no mel de cana, destacando-se em relação às amostras de outras origens botânicas. De modo geral, com base nos resultados apresentados, verificou-se que a origem floral, a composição e as condições de armazenamento dos méis estão entre os principais fatores que influenciam a taxa de cristalização, visto que os méis apresentam um comportamento diferenciado durante o armazenamento.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasília, Brasil) pela concessão da bolsa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasília, Brasil) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG, Belo Horizonte, Brasil).

Referências

- Brasil (2000), “Ministério da agricultura e abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000”, Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 out. 2000. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/IN-11-de-2000.pdf>. Acesso em: 22 set. 2025.
- Conforti, P.A., Lupano, C.E., Malacalza, N.H., Arias, V. and Castells, C.B. (2006), “Crystallization of honey at-208C”, International Journal of Food Properties, Vol. 9 No. 1, pp. 99-107.
- Costa, L.C.V., Kaspchak, E., Queiroz, M.B., Almeida, M.M.D., Quast, E. and Quast, L.B. (2015), “Influence of temperature and homogenization on honey crystallization”, Brazilian Journal of Food Technology, Vol. 18 No. 2, pp. 155-161.
- Kabbani, D., Sepulcre, F. and Wedekind, J. (2011), “Ultrasound-assisted liquefaction of rosemary honey: influence on rheology and crystal content”, Journal of Food Engineering, Vol. 107 No. 2, pp. 173-178.
- Manickavasagam, G., Balasubramanian, K., Shukla, S., Rao, R.S., Prasad, R. and Krishnan, R. (2024), “Impact of prolonged storage on quality assessment properties of honey”, Journal of Food Science, Vol. 89 No. 3, pp. 1124-1138.
- Nurul Zaizuliana, R.A., Anis Mastura, A.F., Abd Jamil, Z., Norshazila, S. and Zarinah, Z. (2017), “Effect of storage conditions on the crystallisation behaviour of selected Malaysian honeys”, International Food Research Journal, Vol. 24, pp. 475-480.
- Piepiórka-Stepuk, J., Sterczyńska, M., Stachnik, M. and Pawłowski, P. (2025), “Effects of refrigerated storage on the physicochemical, color and rheological properties of selected honey”, Agriculture, Vol. 15 No. 14, pp. 1476.

- Polatidou, K., Mavrogiannopoulou, E., Vavoura, M., Paraskevopoulou, D., Arapoglou, D. and Tsiaka, T. (2024), "Physicochemical and rheological characteristics of honeys", *Foods*, Vol. 14 No. 10, pp. 1835.
- Schiassi, M. C. E. V., de Souza, V. R., Lago, A. M. T., Carvalho, G. R., Curi, P. N., Guimarães, A. S., and Queiroz, F. (2021). "Quality of honeys from different botanical origins", *Journal of Food Science and Technology*, Vol. 58, No 11, pp. 4167-4177.
- Schiassi, M.C.E.V., Souza, V.R., Alves, N.A, Lago, A.M.T., Silva, S.H., Carvalho, G.R., Resende, J.V. and Queiroz, F. (2022), "Effect of botanical origin on stability and crystallization of honey during storage. *British Food Journal*, Vol. 124 No. 9, pp. 2689-2704.
- Zamora, M.C. and Chirife, J. (2006), "Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina", *Food Control*, Vol. 17 No. 1, pp. 59-64.

Efeitos do ultrassom na textura do lagarto e contrafilé bovino: uma abordagem comparativa

Amanda Camilo Graciano¹, Larissa Oliveira Souza¹, Míriam de Andrade Pereira¹, Alcinéia de Sousa Lemos Ramos¹, Eduardo Mendes Ramos¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos /DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000– Lavras, MG – Brasil

amanda.graciano@estudante.ufla.br, larissa.souza11@estudante.ufla.br, miriam.pereira3@estudante.ufla.br, alcineia@ufla.br, emramos@ufla.br

Abstract. *Ultrasound has proven to be a sustainable and innovative alternative for the meat industry. This study evaluated its effects on beef striploin and sirloin, applying power levels of (0, 340, 425, 510, and 595 W) for 5 minutes at 20 kHz. Exudation loss, cooking loss, and shear force were analyzed. The results showed differences between the samples without compromising yields. In the striploin, 340 W was sufficient to improve tenderness without affecting weight loss. In the sirloin, higher power levels increased toughness, demonstrating that the effect of ultrasound depends on the muscle type. The technology shows promise for the controlled and efficient tenderization of beef cuts.*

Keywords: Beef cuts, tenderness, non-thermal technology.

Resumo. *O ultrassom tem se mostrado uma alternativa sustentável e inovadora para a indústria de carnes. Este estudo avaliou seus efeitos sobre lagarto e contrafilé bovinos, aplicando potências de (0, 340, 425, 510 e 595 W) por 5 minutos a 20 kHz. Foram analisadas perda de exsudação, perda por cozimento e força de cisalhamento. Os resultados mostraram diferenças entre as amostras, sem comprometer os rendimentos. No lagarto, 340 W já foram suficientes para melhorar a maciez sem afetar a perda de peso. No contrafilé, potências maiores aumentaram a dureza, evidenciando que o efeito do ultrassom depende do tipo de músculo. A tecnologia se mostra promissora para o amaciamento de cortes bovinos de forma controlada e eficiente.*

Palavras-chave: Cortes bovinos, maciez, tecnologia não térmica.

1. Introdução

Os parâmetros de qualidade da carne incluem principalmente cor, capacidade de retenção de água, suculência, maciez e sabor (Valenzuela, Garcia-Galicia, Paniwnyk e Alarcon-Rojo, 2021). Entre estes, a maciez é um atributo primordial que afeta a satisfação do consumidor e a percepção positiva da carne bovina (Demir, Celik e Sezer, 2021), e, portanto, melhorar a maciez da carne bovina é uma questão crucial para a indústria.

A maciez da carne é determinada principalmente pela proteólise da fração miofibrilar durante o envelhecimento post-mortem e pelo nível de tecido conjuntivo (principalmente colágeno), que determina a tenacidade de fundo na carne maturada (Huff-Lonergan, Zhang e Lonergan, 2010; Purslow, 2014).

Além disso, é considerada um dos índices fundamentais que afetam a qualidade comestível dos produtos cárneos (Liu *et al.*, 2016). É também a mais variável de todas as características da carne (Ma e Kim, 2020) sendo influenciada por diversos fatores biológicos e ambientais (Bhat *et al.*, 2018).

Atualmente, a indústria alimentícia tem se concentrado em tecnologias verdes (Boy e Arcand, 2012), bem como as chamadas tecnologias emergentes não térmicas, para estimular a produção de alimentos, minimizar danos e melhorar a qualidade (Sun, 2005).

Uma das tecnologias mais estudadas em relação à qualidade, processamento, extração e preservação de alimentos tem sido o ultrassom de alta intensidade (HIU) também conhecido como ultrassom de potência (Feng, 2008; Gallego 2010).

O ultrassom é uma tecnologia inovadora e baseia-se na aplicação de ondas mecânicas em uma frequência variando de 20 kHz a 10 MHz (Firouz *et al.*, 2022). O tratamento com ultrassom (US) induz o fenômeno da cavitação acústica, em que microbolhas são geradas em um meio líquido. Ao atingir seu tamanho crítico, as bolhas implodem, resultando na liberação de energia acumulada que causa aumentos instantâneos e focais da temperatura. O aumento local da temperatura se dissipa sem causar qualquer aumento substancial na temperatura geral do líquido tratado (Kudo *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi comparar o impacto da aplicação do ultrassom de alta intensidade (HPU) nas texturas do lagarto bovino (*M. semitendinosus*) e contrafilé (*Bos taurus*) verificando possíveis melhorias sem comprometer o rendimento dos cortes.

2. Material e métodos

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados (LabCarnes), vinculado ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Foram utilizadas 04 (quatro) peças de lagarto (*M. semitendinosus*) e 04 (quatro) peças de contrafilé (*Longissimus dorsi*), as quais foram porcionadas em bifes com 2,5 cm de espessura, embaladas a vácuo e posteriormente submetidas ao tratamento por ultrassom de alta potência. A sonicação foi realizada em equipamento QR850 (Ecosonics, Brasil), operando a frequência de 20 kHz, com ponta macro de titânio de 13 mm de diâmetro.

Durante o processamento, a sonda ultrassônica foi imersa em banho de água (~10 °C), posicionada no centro de um recipiente de vidro, mantendo-se a distância de 5 cm entre a ponta da sonda e a amostra. A temperatura do meio aquoso foi monitorada continuamente por meio de termômetro digital fixado no fundo do recipiente, não ultrapassando 10 °C, e mantendo-se entre 7 e 8 °C ao final de cada sonicação. Os bifes foram submetidos a diferentes potências de ultrassom (340, 425, 510 e 595 W) durante 5 minutos. Foram realizados cinco tratamentos com três repetições cada, definidos da seguinte forma: T1: Controle (sem aplicação de ultrassom); T2: 340 W; T3: 425 W T4: 510 W e T5: 595 W. Após os tratamentos, as amostras foram armazenadas sob refrigeração (4 °C) por 24 horas. Em seguida, foram desembaladas e pesadas para a determinação da perda por exsudação.

Para avaliar a perda de peso por cozimento, as amostras foram submetidas à cocção em grelha, com inserção de um termopar no centro geométrico dos bifes, até atingirem temperatura interna de 65–66 °C, conforme metodologia descrita por Ramos e Gomide (2017). Após o aquecimento, os bifes foram secos em papel toalha e novamente pesados.

A determinação da força de cisalhamento (N) foi realizada em texturômetro TA.XT2i (Stable Micro Systems Inc., Reino Unido). Para isso, as amostras previamente cozidas foram seccionadas em cubos de 1 × 1 cm e analisadas pelo método Warner-Bratzler Square Shear Force, visando à caracterização da textura.

O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados (DBC), em que cada peça de carne constituía um bloco, e os tratamentos (doses de sonicação) foram distribuídos aleatoriamente dentro do bloco. Os dados obtidos foram comparados através de teste de média Tukey com 5% de significância.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 a seguir mostra os resultados dos cortes após o processo de sonicação.

Tabela 1- Efeitos do ultrassom sobre a perda de peso e textura do lagarto e contrafilé bovino

Cortes	Potência US (W)	Tempo (min)	Tempo Perda de Peso (%)		Força de cisalhamento (N)
			Exsudação	Cozimento	
Lagarto	0 (Controle)	0	2,1	28,4	58,3 a
Lagarto	340W /5min	5	2,4	29,7	49,5 b
Lagarto	425/ W /5min	5	2	29,2	49,7 b
Lagarto	510 W /5min	5	2,7	26,9	49,9 b
Lagarto	595 W /5min	5	3,2	31,2	47,4 b
Contrafilé	0 (Controle)	0			41,26a
Contrafilé	340 W /5min	5	3,17	21,18	
Contrafilé	425 W /5min	5	2,54	18,81	25,73 b
Contrafilé	510 W /5min	5	3,17	18,79	31,95 c
Contrafilé	595 W /5min	5	2,72	21,51	34,40 cd
			2,46	21,33	38,33 d

(a,b) Médias seguidas por letras diferentes na coluna, entre efeitos, diferem ($P < 0,05$).

Os resultados mostraram que a aplicação de ultrassom (20 kHz; 5 min) nas potências testadas foram suficientes para promover alterações texturais sem comprometer o rendimento das amostras. A aplicação da US com potência de até 595W não afetou significativamente a perda de peso do lagarto bovino. Já doses de US de 340W por 5 minutos já são suficientes para amaciar o corte sem afetar sua perda de peso. Essa resposta pode estar relacionada à sua composição estrutural: o lagarto (músculos do grupo *Semitendinosus*/*Semimembranosus*) apresenta maior proporção de tecido conjuntivo e colágeno insolúvel, o que confere naturalmente maior dureza. Assim, a cavitação induzida pelo ultrassom rompe estruturas do perimísio e aumenta a solubilidade do colágeno, resultando em maior tenderização (Wang et al., 2022; Chang et al., 2012).

De acordo com Wen et al. (2019), o colapso das bolhas geradas pela cavitação acústica durante a aplicação do ultrassom promove intensas forças de cisalhamento hidrodinâmicas, turbulência e a formação de regiões de alta temperatura e pressão. Esses efeitos físicos são capazes de romper membranas celulares e ocasionar alterações físico-químicas nas proteínas musculares. Como consequência, o ultrassom pode contribuir para o aumento da maciez da carne, seja pelo enfraquecimento direto da estrutura muscular, seja pela intensificação da proteólise, favorecida pela liberação de catepsinas lisossomais e/ou pela mobilização de íons Ca^{2+} intracelulares (Chang et al., 2015).

Estudos realizados por Carrillo-Lopez et al., (2019) mostraram que o efeito do ultrassom em músculos naturalmente mais macios tende a ser menos pronunciado e, em determinados regimes de intensidade/tempo, pode ocorrer efeito paradoxal (aumento de dureza) atribuído à desnaturação proteica, contração de fibras ou formação de agregados proteicos.

Já no contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*), observou-se um comportamento distinto: o menor valor de força de cisalhamento ocorreu em 340 W (25,73 N), mas em potências maiores os valores aumentaram novamente (31,95 N em 425 W; 34,40 N e 38,33 N em 510 e 595 W, respectivamente). O controle inicial já apresentava menor resistência (41,26 N) em relação ao lagarto, o que confirma sua característica de corte naturalmente mais macio, com menor proporção de colágeno insolúvel (Purslow, 2018). Esse perfil estrutural explica por que o contrafilé apresenta “menor espaço” para tende-

rização adicional, além de ser mais suscetível a efeitos adversos do ultrassom em intensidades elevadas, como desnaturação proteica, retração de fibras e formação de agregados (Carrillo-López et al., 2019).

Assim, a diferença de resposta entre os dois cortes pode estar diretamente ligada à sua composição de colágeno. Enquanto o lagarto, mais rico em colágeno e fibras longas, apresenta maior potencial de melhoria com o ultrassom, o contrafilé, por ser intrinsecamente macio, tende a apresentar benefícios apenas em condições específicas de intensidade e tempo, podendo inclusive sofrer endurecimento quando submetido a maiores tratamentos.

4. Conclusão

Conclui-se que a aplicação do ultrassom promoveu efeito distinto entre os cortes analisados. No lagarto, observou-se redução significativa da força de cisalhamento, evidenciando melhora na maciez sem aumento de perdas por exsudação ou cozimento. Já no contrafilé, o amaciamento ocorreu apenas em potências mais baixas, sendo que intensidades maiores resultaram em aumento da dureza. Assim, houve diferença significativa entre as amostras, demonstrando que a resposta ao ultrassom depende das características estruturais de cada músculo sendo esta tecnologia eficaz no amaciamento de carnes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências Cnpq e FAPEMIG.

5. Referências

- Bhat, Z. F., Morton, J. D., Mason, S. L.; Bekhit, A. E. D. A. (2018). “Applied and emerging methods for meat tenderization: a comparative perspective”. *Comprehensive Reviews in Food Science Food Safety*. 17, p. 841–859. DOI: 10.1111/1541-4337.12356
- Boye, J.I.; Arcand, I. (2012). “Green Technologies in Food Production and Processing”. Springer: Echo Bay, Canada.
- Carrillo-López, L. M.; Ramírez-Navajas, J. E.; Martínez-Ruiz, N. R.; Amaya-llano, S. L.(2019). “Effect of high-intensity ultrasound on the quality and structural changes of beef *Longissimus dorsi* muscle”. *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 58, p. 104618. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104618>.
- Chang, H. J.; Xu, X. L.; Zhou, G. H.; Li, C. B.; Huang, M. (2012). “Effects of characteristics changes of collagen on meat physicochemical properties of beef *Semitendinosus* muscle during ultrasonic processing”. *Food and Bioprocess Technology*, v. 5, p. 285–297. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-010-0300-5>.
- Demir, H.; Celik, S.; Sezer, Y. C. (2021). “Effect of ultrasonication and vacuum impregnation pretreatments on the quality of beef marinated in onion juice as a natu-

- ral meat tenderizer”. Food Science and Technology International, v. 27, n. 6, p. 501-512. DOI: 10.1177/10820132211012919.
- Feng, H.; Yang, W.; Hielscher, T. (2008). “Power Ultrasound”. Food Science and Technology International, v.14, n.5, p.433–436.
- Firouz M. S. ;Sardari H.; Chamgordani, P.A.; Behjati, M. (2022). “Power ultrasound in the meat industry (freezing, cooking and fermentation): Mechanisms, advances and challenges”. Ultrasonics Sonochemistry, 86, p.106027. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106027>.
- Gallego-Juarez, J.A.(2010). “High power ultrasonic processing: Recent developments and prospective advances”. Physics Procedia, 3, p.35–47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2010.01.006>.
- Huff-Lonergan, E.; Zhang, W.; Lonergan, S. M. “Biochemistry of postmortem muscle—Lessons on mechanisms of meat tenderization”. Meat Science, v. 86, n. 1, p. 184-195, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.004>.
- Kudo, T., Sekiguchi, K., Sankoda, K., Namiki, N., and Nii, S. (2017). “Effect of ultrasonic frequency on size distributions of nanosized mist generated by ultrasonic atomization”. Ultrasonics Sonochemistry, 37, p.16-22. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.12.019>.
- Liu, R., Li, Y., Wang, M., Zhou, G., and Zhang, W. (2016). “Effect of Protein S-Nitrosylation on Autolysis and Catalytic Ability of Mu-Calpain”. Food Chemistry, 213, p.470–477. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.06.104
- Ma, D., and Kim, Y. H. B. (2020). “Proteolytic changes of myofibrillar and small heat shock proteins in different bovine muscles during aging: Their relevance to tenderness and water-holding capacity”. Meat Science. 163, p.108090. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108090
- Purslow, P. P.(2014). “Intramuscular connective tissue and its role in meat quality”. Meat Science, v. 97, n. 3, p. 408-423. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.037>.
- Sun, D.-W.(2005). “Emerging Technologies for Food Processing”.Academic Press: New York, NY, USA.
- Valenzuela, C.; Garcia-Galicia, I. A.; Paniwnyk, L.; Alarcón-Rajo, A. D.(2021). “Physicochemical characteristics and shelf life of beef treated with high-intensity ultrasound (HIU)”. Journal of Food Processing Preservation, v. 19, n. 1, p. 27-35. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15350>.
- Wang, L.; Li, J.; Teng, S.; Zhang, W.; Purslow, P. P.; Zhang, R.(2022). “Changes in collagen properties and cathepsin activity of beef *M. semitendinosus* by the application of ultrasound during post-mortem aging”. Meat Science, v. 183, p. 108631, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108631>.
- Wen, C., Zhang, J., Yao, H., Zhou, J., Duan, Y., Zhang, H., Ma H. (2019). “Advances in renewable plant-derived protein source: the structure, physicochemical properties affected by ultrasonication”. Ultrasonics Sonochemistry. 53, p.83–98. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2018.12.036.

Avaliação da Qualidade Físico-Química e da Textura de Geleia elaborada com Limão-Rosa (*Citrus x limonia*)

Laryanne Lopes de Carvalho Dias¹, Amanda Camilo Graciano², Miriam de Andrade Pereira³, Bruna Rafaela Emiliane Lana⁴, Pedro Henrique Narcizo Barbosa⁵, Elisângela Elena Nunes Carvalho⁶

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 - Lavras, MG - Brasil

{laryanne.dias1@estudante.ufla.br, amanda.estudante@ufla.br, miriam.pereira3@estudante.ufla.br, bruna.lana1@estudante.ufla.br, pedro.barbosa1@estudante.ufla.br, elisangelacarvalho@ufla.br }

Abstract. *The present study aimed to evaluate the physicochemical quality and texture profile of rough lemon (Citrus x limonia) jelly. The artisanal jelly was purchased from a retailer in São Lourenço da Serra-SP. The following analyses were performed: moisture content, soluble solids, titratable acidity, pH, color, and texture profile (firmness, cohesiveness, adhesiveness, gumminess, and chewiness). The product showed an average soluble solids content of 53.3 °Brix and an average pH value of 2.42. Color analysis revealed a dark yellow-orange hue ($L^*=19.2$ and $h^\circ=72.05$). The Texture Profile Analysis (TPA) showed low hardness (0.333 N) and minimal cohesiveness (0.05). Based on the results obtained, it was verified that the analyzed rough lemon jelly does not meet the quality standard established by Brazilian legislation.*

Keywords: *Rough lemon, soluble solids, pH.*

Resumo. *O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade físico-química e o perfil de textura de geleia de limão-rosa (Citrus x limonia). A geleia artesanal foi adquirida no comércio de São Lourenço da Serra-SP. Foram realizadas as seguintes análises: teor de umidade, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, cor e perfil de textura (firmeza, coesividade, adesividade, gomosidade e mastigabilidade). O produto apresentou teor médio de sólidos solúveis 53,3 °Brix e valor médio de pH 2,42. A análise de cor revelou uma tonalidade amarelo-alaranjada escura ($L^*=19,2$ e $h^\circ=72,05$). No Perfil de Textura (TPA) foi observado dureza baixa (0,333 N) e coesividade mínima (0,05). Através dos resultados obtidos, verificou-se que a geleia de limão-rosa analisada se encontra fora do padrão de qualidade estabelecido pela legislação brasileira.*

Palavras-chave: *Limão-Cravo, sólidos solúveis, pH.*

1. Introdução

O limão rosa, também conhecido como limão cravo, de nome científico *Citrus limonia*, é uma espécie pertencente à família Rutaceae. Essa planta apresenta arquitetura de copa globular, com floração principal entre os meses de agosto e setembro, marcada

por brotações bronzeadas e flores arroxeadas, seus frutos possuem uma coloração laranja-avermelhada e formato achatado quando maduros, distinguindo-se pelo elevado índice de sementes, frequentemente excedendo 15 por fruto (Embrapa, 2003).

A relevância da citricultura brasileira é confirmada pelo seu desempenho no comércio internacional. Em 2024, o país exportou um volume expressivo de 175.821.733 kg de limões, resultando em uma receita de US\$ 196.157.697. O mercado europeu é o principal destino, com destaque para os Países Baixos (133.329.616 kg) e o Reino Unido (26.901.040 kg), evidenciando a importância econômica da fruta para o agronegócio nacional (Hortifruti Cepea, 2025).

Na indústria de alimentos, frutos cítricos como o limão-rosa são matérias-primas valiosas para a elaboração de diversos produtos, entre eles as geleias. A geleia é definida como o produto semi-sólido obtido pela cocção de partes comestíveis de vegetais com açúcares, podendo contar com a adição de pectina e ácidos orgânicos, sendo processada até a consistência final (Brasil, 1978). O controle de qualidade é regido por regulamentos como a RDC nº 272/2005 da ANVISA, que estabelece os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) para produtos de frutas.

Dessa forma, o desenvolvimento e a padronização de produtos derivados do limão-rosa requerem a determinação de parâmetros físico-químicos essenciais para assegurar a conformidade com a legislação e a estabilidade do produto. A correta combinação de matérias-primas é um fator crítico, capaz de modular as características sensoriais e funcionais, agregando valor e diferenciando o produto final no mercado.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo de avaliar a qualidade físico-química e o perfil de textura de geleia de limão-rosa (*Citrus x limonia*).

2. Materiais e métodos

A geleia artesanal de limão-rosa (*Citrus x limonia*) analisada neste estudo foi adquirida no comércio de São Lourenço da Serra/ SP. Foram realizadas as seguintes análises: teor de umidade, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, cor e perfil de textura instrumental (firmeza, coesividade, adesividade, gomosidade e mastigabilidade).

A umidade foi determinada por gravimetria, utilizando o método de secagem em estufa a 105°C, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), sendo o resultado expresso em porcentagem.

A determinação do pH foi realizada por potenciometria utilizando um pHmetro (TECNAL®), e a acidez titulável (AT) foi determinada através da titulação da amostra com NaOH 0,1 N, empregando fenolftaleína como indicador, conforme a metodologia da AOAC (2023). Os resultados da AT foram expressos em g de ácido cítrico por 100 g de geleia. O teor de sólidos solúveis (SS) foi expresso em °Brix e a medida utilizando refratômetro digital (PAL-1 ATAGO®).

A análise de cor foi realizada utilizando-se colorímetro (Konica Minolta) e as medições foram obtidas nos parâmetros de espaço de cores CIELAB da Comissão Internacional de l'Éclairage: claridade (L^*), croma (C^*) e ângulo hue (h°).

O Perfil de Textura (TPA) foi avaliado seguindo a metodologia adaptada de Dias et al. (2011), utilizando um analisador de textura (TA XT plus - Stable Micro Systems) com uma sonda cilíndrica de alumínio P/6 (6 mm). Os parâmetros operacionais incluíram uma distância de penetração de 10 mm, tempo entre ciclos de 5 s, e velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de 5 mm/s, 2 mm/s e 5 mm/s, respectivamente. A partir da curva Força x Tempo, calculada pelo Software Texture Expert Versão 1.22, foram determinados os parâmetros de firmeza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade.

Os dados obtidos foram expressos como a média juntamente com o desvio-padrão das repetições, e a análise estatística, incluindo a representação gráfica dos parâmetros estudados via gráfico de radar, foi realizada no software Microsoft Excel®.

3. Resultados e discussão

Os teores, médios, de umidade (Tabela 1) observados não estão adequados com padrão de qualidade estabelecido para geleia de frutas através da Resolução Normativa nº 15 de 4 de maio de 1978, o qual determina que o teor máximo de umidade deve ser de 38% para geleia comum e 35% para geleia extra (Brasil, 1978). De acordo com Barros et al. (2019), o teor de umidade influencia diretamente a conservação do produto durante seu armazenamento, e valores altos deste parâmetro comprometem a estabilidade do produto.

Tabela 1 - Valores médios dos parâmetros físico-químicos da geleia de limão-rosa

Parâmetro	Valor (Média±DP)	Unidade
Umidade	45,14±0,89	%
Sólidos Solúveis (SS)	53,3±0,52	°Brix
pH	2,42±0,01	-
Acidez titulável (ATT)	18,56±0,72	mg ác. Cítrico/100 g

O teor médio de sólidos solúveis (SS) da geleia de limão-rosa foi de 53,3±0,52 °Brix, valor abaixo do estabelecido na legislação para geleias comum e extra que é de 65 °Brix (Brasil, 1978; Brasil, 2005). A geleia analisada apresentou um alto valor de acidez, evidenciado pelo pH baixo (2,42±0,01) e pela alta acidez titulável (18,56±0,72 mg/100g). Embora a acidez seja essencial para a gelificação, os valores de pH observados se encontram abaixo da faixa ideal (2,8 a 3,8) para gelificação adequada elevando o risco de hidrólise da pectina durante o cozimento e podendo resultar em sinérese (IAL, 2008; Tales et al., 2017). A combinação do pH baixo com a alta ATT também sugere um desequilíbrio ácido-açúcar, o que pode afetar negativamente o sabor e a aceitação sensorial. O balanceamento adequado entre pH e SS é um desafio tecnológico comum para garantir a formação do gel e a sua estabilidade do produto (Sousa et al., 2019).

A geleia apresentou cor amarelo-alaranjado escuro ($L^*=19,2$; $h^\circ=72,05^\circ$) (Tabela 2). Valores de L^* é um indicativo de escurecimento, que pode ser resultado da reação de Maillard ou caramelização decorrente do processamento térmico, conforme observado por Dias et al. (2011) em geleias com alto tratamento térmico.

Tabela 2 - Valores médios da análise de cor da geleia de limão-rosa

Parâmetro	Valor (Média±DP)	Unidade
Clareza (L^*)	19,2±0,81	-
Ângulo Hue (h°)	72,05±0,64	-
Croma (C^*)	13,85±0,75	-

O perfil de textura revela uma característica de produto extremamente macio. A dureza (firmeza), de apenas $0,333 \pm 0,077$ N (Tabela 3) é inferior aos encontrados tipicamente encontrados em geleias comerciais, que variam de 10 a 20N (Sousa et al., 2020), bem como os encontrados por Rababah et al. (2012) e Rababah et al. (2014) em seus estudos com geleia de uva e cereja obtendo valores de 0,89 e 1,76 N, respectivamente. Este valor baixo, juntamente com a coesividade de 0,05, pode indicar uma falha na formação da matriz do gel (Melo et al., 2020), resultando em uma estrutura não consolidada. De modo que a fragilidade da matriz pode ser uma das razões para os baixos valores de gomosidade (0,142 N) e mastigabilidade (0,083 N).

Tabela 3 - Perfil de textura (TPA) de geleia de limão-cravo

Parâmetro	Valor (Média±DP)	Unidade
Dureza (Firmeza)	$0,333 \pm 0,077$	N
Elasticidade	$0,570 \pm 0,080$	-
Coesividade	$0,050 \pm 0,050$	-
Gomosidade	$0,142 \pm 0,028$	N
Mastigabilidade	$0,083 \pm 0,023$	N

A variação no desvio-padrão da dureza (0,077 N) em relação ao valor da média confirma a falta de uniformidade do gel, porém pode ser atribuído à presença de fragmentos da casca e à formação ineficiente da rede (Tales et al., 2017). A elasticidade (0,57) é moderada, mas não é suficiente para conferir integridade ao produto e, a mesma pode estar relacionada a presença da casca na estrutura da geleia. O TPA juntamente com os valores baixos de SS e pH revelam a formação inadequada do gel.

4. Conclusão

Por meio dos resultados obtidos, verificou-se que a geleia de limão-rosa analisada se encontra fora do padrão de qualidade estabelecido pela legislação brasileira, uma vez que, apresentou um teor médio de sólidos solúveis (SS) de $53,3 \pm 0,52$ °Brix, abaixo do mínimo de 65 °Brix estabelecido para geleia comum e extra. Além disso, o teor de umidade de $45,14 \pm 0,89\%$ está acima do máximo permitido de 38% para geleia comum e 35% para geleia extra, podendo comprometer a estabilidade do produto durante o armazenamento.

A qualidade do produto também foi afetada pela combinação de baixo pH ($2,42 \pm 0,01$) e alta acidez titulável ($18,56 \pm 0,72$ mg ácido cítrico/100 g), que está fora da faixa ideal de 2,8 a 3,8 para a gelificação, podendo resultar em características de textura indesejáveis. Isso se manifestou em um perfil de textura (TPA) macio, com baixa dureza ($0,333 \pm 0,077$ N) e coesividade mínima ($0,050 \pm 0,050$), possibilitando uma falha na formação da matriz do gel.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG. E a Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos e ao programa de Ciência dos Alimentos.

5. Referências

- Alves, A. A.; Sales, J. C. R.; Bastos, R. A.; Oliveira T. O. (2016). “Obtenção e caracterização de geleia a partir das cascas do melão com suco de laranja”. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (Alimentação a árvore que sustenta a vida). Gramado-RS, p. 1-3.
- Association of Official Analytical Chemistry (2023). “Official methods of analysis”. p. 3750. Gaithersburg, 22.ed.
- Brasil (1978). Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução Normativa, n. 15, de 4 de maio de 1978. Define termos sobre geleia de frutas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 4 de maio de 1978.
- Brasil (2005). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. “Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico de Avaliação de Matérias Macroscópicas e Microscópicas Prejudiciais à Saúde Humana em Alimentos Embalados”. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 set. 2005.
- Dias, C. S.; Borges, S. V.; Queiroz, F.; Pereira, P. A. P. (2011). “Influência da temperatura sobre as alterações físicas, físico-químicas e químicas de geleia da casca de banana (*Musa spp.*) Cv. Prata durante o armazenamento”. p. 28-34. Revista Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 70, n. 1.
- Embrapa Mandioca e Fruticultura (2003). “Limoeiro "Cravo Santa Cruz": variedade com maior número de sementes.” Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 4 p. <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/1016/lima-o-cravo-santa-cruz>., Setembro.
- Hortifrutifru Cepea (2025). “Citrus: CEPEA — após atingir recorde em 2024, exportação de limão segue firme em jan-25.” HF Brasil, 2025. <https://www.hfbrasil.org.br/br/citros-cepea-apos-atingir-recorde-em-2024-exportacao-de-limao-segue-firme-em-jan-25.aspx>. Setembro.
- Instituto Adolfo Lutz (2008). “Métodos físico-químicos para análise de alimentos”. Coord. Odair Zenebon; Neus Sodocco Pascuet; Paulo Tiglea. 1000 p. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 5. ed.
- Melo, M. O. P.; Santos, N. C.; Nascimento, A. P. S.; Sousa, F. M.; Barros, S. L. (2020). “Perfil instrumental de textura de geleia de kiwi com chá de capim santo”. Abordagens Tecnológicas e Sociais no Nordeste Brasileiro. Gepra: Editora & Eventos Científicos: Bananeiras-PB, v. 3, p. 35-43.
- Rababah, T. M.; Al-u’datt, M.; Al-mahasneh, M.; Yang, W.; Feng, H.; Ereifej, K.; Kilani, I.; Ishmais, M. A. (2014). “Effect of jam processing and storage on phytochemicals and physiochemical properties of cherry at different temperatures”. Journal of Food Processing and Preservation, v. 38, n. 1. p. 247-254.
- Rababah, T. M.; Al-u’datt, M.; Almajwal, A.; Brewer, S.; Feng, H.; Almahasneh, M.; Ereifej, K.; Yang, W. (2012). “Evaluation of the Nutraceutical, Physiochemical and Sensory Properties of Raisin Jam”. Journal of Food Science, v. 77, n. 6, p. 609-613.
- Sousa, A. B.; Rocha, N. G.; Feitosa, I. S. C.; Fialho Filho, A.; Sousa, P. B. (2019). “Elaboração e análise de acidez e atividade de água de geleia mista de entrecasca de melancia e polpa de maracujá In Natura”. Higiene Alimentar, Maceió-AL, v. 33, ns. 288/289, p. 1430-1434.

- Sousa, E. P.; Lima, D. E. S.; Costa, R. A.; Lemos, D. M.; Almeida, R. D.; Costa, J. A. (2020). “Geleia Tradicional de Açaí e Cupuaçu: caracterização físico-química e perfil de textura”. Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias. Instituto Federal do Amapá.
- Teles, A. C. M.; Pinto, E. G.; Santos, J. R.; Oliveira, C. F. D.; Soares, D. S. B. (2017). “Desenvolvimento e caracterização físico-química de geleia comum e extra de graviola com pimento”. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 4, n. 1, p. 72-77.

Caracterização sensorial e aceitabilidade de cafés em diferentes categorias de qualidade

Millena Ayres Silva¹, Ana Carla Marques Pinheiro¹, Katiúcia Alves Amorim¹, Luíz Guilherme Malaquias da Silva¹, Maria Laura Silva Galdino¹, Opeyemi Linda Falayi²

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

millena.silva3@estudante.ufla.br, anacarlamp@ufla.br,
katiuciaamorim@ufla.br, luiz.silva46@estudante.ufla.br,
maria.galdino1@estudante.ufla.br, opeyemi.falayi@estudante.ufla.br

Abstract. *This study aimed to characterize the sensory profile and acceptability of coffees in different quality categories. Samples of traditional and specialty coffee were evaluated by 100 consumers using an acceptance test (9-point hedonic scale) and the Check-All-That-Apply (CATA) technique. The results showed that traditional coffee presented a recurrent profile, associated with negative attributes such as bitterness and dark brown (black) coloration, while specialty coffee exhibited greater sensory diversity, highlighting positive attributes such as fruitiness and acidity. Acceptability was higher for specialty coffee, demonstrating that positive attributes are determinants of consumer preference.*

Keywords: *Sensory perception, Check-all-that-apply, Consumer.*

Resumo. *O presente estudo teve como objetivo caracterizar o perfil sensorial e a aceitabilidade de cafés em diferentes categorias de qualidade. Foram avaliadas amostras de café tradicional e especial por 100 consumidores, utilizando teste de aceitação (escala hedônica de 9 pontos) e a técnica Check-All-That-Apply (CATA). Os resultados mostraram que o café tradicional apresentou perfil recorrente, associado a atributos negativos como amargo e coloração marrom escuro (preto), enquanto o café especial exibiu maior diversidade sensorial, destacando atributos positivos como frutado e ácido. A aceitabilidade foi superior para o café especial, evidenciando que atributos positivos são determinantes para a preferência do consumidor.*

Palavras-chave: *Percepção sensorial, Check-all-that-apply, Consumidor.*

1. Introdução

O consumo de café possui grande relevância cultural, sensorial e econômica, sendo uma das bebidas mais apreciadas mundialmente. Sua aceitação envolve atributos complexos, como aroma, corpo, acidez e amargor, que variam conforme a categoria de qualidade [Barahona, Sanmiguel Jaimes e Yang 2020]. Nos últimos anos, observa-se um movimento de valorização dos cafés especiais, impulsionado por narrativas de marca, transparência de origem e práticas de produção diferenciadas [Panhuysen e Pierrot 2018]. Em contraste, os cafés tradicionais, amplamente disponíveis no mercado, tendem a apresentar perfis mais simples e intensos, caracterizados por amargor acentuado e menor complexidade aromática [Silva et al. 2020].

A caracterização sensorial dessas categorias permite compreender não apenas diferenças de qualidade, mas também os fatores determinantes de aceitação do consumidor. Estudos apontam que atributos positivos, como notas doces, frutadas e caramelizadas, estão associados a maior preferência, enquanto descritores negativos, como amargor excessivo e sabor queimado, reduzem a aceitação [Barahona, Sanmiguel Jaimes e Yang 2020; Giacalone et al. 2019]. Nesse contexto, a aplicação de metodologias descritivas e afetivas, como o teste de aceitação e a técnica Check-All-That-Apply (CATA), contribui para identificar padrões de percepção e direcionadores de escolha [Piqueras-Fiszman e Spence 2015].

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o perfil sensorial e a aceitabilidade de cafés em diferentes categorias de qualidade.

2. Materiais e Métodos

O estudo foi conduzido com 100 consumidores de café, recrutados por conveniência, abrangendo homens e mulheres entre 18 e 60 anos. A amostra apresentou predominância de jovens adultos (79% entre 18 e 30 anos). Quanto à frequência de consumo, 71% relataram beber café diariamente (42% várias vezes ao dia e 29% uma vez por dia), 12% de quatro a seis vezes por semana, 9% uma vez por semana, 6% ocasionalmente e 2% afirmaram não consumir café. Quanto aos tipos de cafés mais consumidos, 54% mencionaram o café tradicional, 21% gourmet, 18% especial, 9% extra forte, 8% superior e 6% não souberam informar.

2.1. Amostras

Para o propósito deste estudo, dois tipos de amostras de café torrado foram utilizados: um café especial e um café tradicional, ambos obtidos de fornecedores locais em Lavras, Minas Gerais, Brasil (latitude 21°14'43"S, longitude 44°59'59"W). O café especial foi proveniente de um produtor regional certificado conhecido pelo controle de qualidade pós-colheita, enquanto o café tradicional era uma marca comercialmente disponível comumente encontrada em mercados de varejo locais. Ambas as amostras foram processadas sob condições padrão e embaladas a vácuo em embalagens laminadas de alta barreira para preservar suas características sensoriais. A torrefação e o envase foram realizados em maio de 2025 para garantir frescor e uniformidade entre as sessões. O tamanho da moagem foi padronizado para médio-fino (comparável à V60 ou moagem de xícara) e as amostras foram armazenadas sob temperatura e umidade controladas até os testes sensoriais. O café foi preparado usando um método de infusão

filtrada, com 8 g de café moído para cada 100 mL de água (proporção 1:12,5 p/v), uma temperatura de infusão de $92\pm 1^\circ\text{C}$ e um tempo total de extração de 4 minutos, garantindo consistência em todas as sessões.

2.2. Visão geral do experimento

O experimento envolveu um teste de aceitação utilizando uma escala hedônica de nove pontos, além de uma tarefa de *Check-All-That-Apply* (CATA) realizada por meio do *software* SensoMaker® [Nunes & Pinheiro 2012]. O estudo foi conduzido em uma sessão com a ordem de apresentação equilibrada entre os consumidores para minimizar o viés posicional na análise sensorial.

As amostras de café foram servidas sequencialmente em intervalos cuidadosamente cronometrados para garantir a consistência da temperatura. As xícaras e os pires foram mantidos submersos em água quente antes do serviço, a fim de evitar a perda de calor da bebida. Além disso, a água em temperatura ambiente foi fornecida entre as amostras para limpar o paladar e manter a neutralidade da avaliação.

2.3. Análise de dados

Para a análise dos dados do CATA, a frequência de citação para cada amostra de café foi determinada pela contagem do número de vezes que cada atributo sensorial foi selecionado pelos consumidores, resultando em uma tabela de contingência. Além disso, o teste Q de Cochran foi aplicado para identificar diferenças significativas entre os dois protocolos (com e sem exposição a conteúdo de mídia social) [Meyners, Castura e Carr 2013; Amorim et al. 2023]. As análises foram realizadas utilizando o *software* SensoMaker® [Nunes & Pinheiro 2012].

Os escores de aceitação foram analisados utilizando o teste t de *Student* para avaliar se havia diferenças significativas entre os cafés, adotando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) [Field 2018]. Essas análises foram conduzidas utilizando o *software* Jamovi [Selker, Love e Dropmann 2022].

3. Resultados e Discussão (com gráficos, tabelas, ilustrações, figuras e legendas)

A Tabela 1 apresenta a frequência de menções aos atributos sensoriais associados aos cafés tradicionais e especiais, bem como os valores de p correspondentes obtidos pelo teste Q de Cochran.

Tabela 1 - Frequência de atributos citados para cafés tradicionais e especiais.

Atributo	Café tradicional	Café especial	p	Atributo	Café tradicional	Café especial	p
Coloração marrom escuro (Preto)*	79	14	2,8E-14	Gosto de queimado (borracha queimada)*	49	14	1,5E-06
Coloração marrom clara*	13	72	5,7E-13	Sem acidez	23	27	4,7E-01
Ácido	27	33	3,5E-01	Sem doçura*	51	30	1,4E-03
Doce*	11	24	9,3E-03	Sem amargor*	4	25	9,6E-05

Amargo*	80	36	1,3E-08	Aroma desagradável	21	15	2,9E-01
Pouco encorpado	23	33	1,4E-01	Frutado*	8	32	9,9E-05
Encorpado*	49	31	8,0E-03	Sabor de caramelo*	4	25	2,7E-05
Sem corpo	12	19	1,4E-01	Chocolate amargo	14	20	2,7E-01

* indica uma diferença significativa no nível $\alpha = 0,05$, de acordo com o teste Q de Cochran.

O café tradicional foi predominantemente descrito pelos consumidores como amargo, de coloração marrom-escura (quase preta), sem doçura, encorpado e com gosto de queimado (borracha queimada), características típicas de cafés de torra mais intensa e menor complexidade aromática. Por sua vez, o café especial teve como atributo mais citado a coloração marrom-clara, seguida de descritores como amargo, ácido, pouco encorpado, frutado, encorpado e sem doçura, indicando um perfil sensorial mais diversificado e equilibrado.

O perfil dos consumidores, composto majoritariamente por jovens adultos com alto consumo habitual de café, indicou familiaridade limitada com cafés especiais. De acordo com a literatura, consumidores menos experientes tendem a se concentrar em atributos mais básicos e amplamente reconhecíveis, o que pode limitar a eficácia de estímulos visuais ou narrativos na modulação da percepção sensorial [Endrizzi et al. 2022]. Esses achados ressaltam a importância de considerar o nível de conhecimento prévio do público-alvo no planejamento de ações de marketing sensorial, especialmente para produtos *premium* ou especiais.

Esses resultados corroboram os achados de Costa et al. (2025), que observaram, por meio da metodologia *Temporal Dominance of Sensations* (TDS), que a evolução temporal das percepções sensoriais difere de acordo com o grau de torra e o nível de expertise dos avaliadores. No estudo, as torras escuras apresentaram dominância persistente de amargor e notas fermentadas, enquanto as torras claras e médias exibiram maior diversidade sensorial, com atributos ácidos, doces e frutados se alternando ao longo do tempo. Assim, o padrão observado na Tabela 1 para o café tradicional, normalmente associado a torras mais escuras, reflete o mesmo comportamento descrito nas curvas TDS de cafés de torra intensa, em que há degradação de açúcares e ácidos orgânicos e formação de compostos fenólicos e piridínicos responsáveis pelo sabor amargo e queimado [Costa et al. 2025]. Por outro lado, o perfil do café especial, geralmente associado a torras claras e médias, tende a preservar compostos voláteis e açúcares redutores, os quais conferem complexidade e equilíbrio ao sabor [Yu et al. 2021; Costa et al. 2025]. Além disso, a maior frequência de menções aos atributos “sem amargor” e “marrom-claro” reforça a associação entre o café especial e processos de torra controlados, capazes de realçar nuances aromáticas em detrimento das notas queimadas predominantes em cafés comerciais.

A Tabela 2 apresenta os valores médios de aceitação para cafés tradicionais e especiais, bem como os valores de *p* correspondentes obtidos pelo teste t de *Student*. A escala utilizada varia de 1 a 9, sendo 1 = desgostei muitíssimo e 9 = gostei muitíssimo.

Tabela 2 - Teste t de Student e estatísticas descritivas de aceitação de cafés tradicionais e especiais.

	Café tradicional	Café especial	<i>p</i>
Aceitação*	4,36 ± 2,30	6,44 ± 2,02	< ,001

*** indica uma diferença significativa no nível $\alpha = 0,05$, de acordo com o teste t de Student.**

Observa-se que o café especial apresentou média de aceitação superior ($6,44 \pm 2,02$) em comparação ao café tradicional ($4,36 \pm 2,30$), com $p < 0,001$, indicando diferença estatisticamente significativa entre as amostras. Esse resultado demonstra que os consumidores expressaram maior preferência pelo café especial, possivelmente associada à percepção de atributos mais equilibrados e agradáveis, como coloração marrom-clara, notas frutadas e acidez moderada, características frequentemente relacionadas a produtos de maior qualidade sensorial [Barahona, Sanmiguel Jaimés e Yang 2020; Giacalone et al. 2019].

Os valores de desvio-padrão relativamente elevados em ambas as amostras indicam heterogeneidade nas respostas dos consumidores, refletindo diferentes níveis de familiaridade e preferência em relação às categorias avaliadas. Essa variabilidade é comum em estudos com consumidores, especialmente quando há contraste entre produtos com perfis sensoriais distintos [Silva et al. 2020]. Ainda assim, a diferença significativa nas médias confirma que, de forma geral, o café especial foi avaliado de maneira mais favorável pelo grupo.

Esses resultados indicam que o perfil sensorial mais complexo e positivo do café especial está diretamente relacionado a uma maior aceitação. Já o café tradicional, associado a descritores negativos como sem doçura e com gosto de queimado (borracha queimada), apresentou menor preferência. Esse padrão confirma achados anteriores na literatura, que apontam atributos positivos como *drivers* de aceitação do consumidor [Barahona, Sanmiguel Jaimés e Yang 2020; Giacalone et al. 2019].

4. Conclusão

De forma geral, os resultados evidenciaram diferenças sensoriais e hedônicas marcantes entre cafés tradicionais e especiais, confirmando a maior aceitação do café especial, associada a atributos como coloração marrom-clara, acidez e notas frutadas — características comumente relacionadas a perfis sensoriais mais valorizados por consumidores habituados a cafés de maior qualidade. O café tradicional, por sua vez, apresentou um perfil mais homogêneo, dominado por amargor intenso, coloração marrom-escura e gosto de queimado, atributos típicos de torras mais intensas e menor complexidade sensorial.

Em conjunto, esses achados ampliam a compreensão das diferenças perceptivas entre categorias de qualidade de café, oferecendo subsídios para o desenvolvimento de estratégias de posicionamento, comunicação e valorização sensorial voltadas ao consumidor.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

- Amorim, K. A., Dutcosky, S. D., Becker, F. S., Asquiere, E. R., Damiani, C., Soares, C., & Rodrigues, J. F. (2023). Optimizing Sensory Attributes: Exploring the Placement of the Ideal-Product Question in Check-All-That-Apply Methodology. *Applied Sciences*, 13(21), 11686. <https://doi.org/10.3390/app132111686>.
- Barahona, I., Sanmiguel Jaimes, E. M., & Yang, J.-B. (2020). Sensory attributes of coffee beverages and their relation to price and package information: A case study of Colombian customers' preferences. *Food Science & Nutrition*, 8, 1173–1186. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1404>.
- Costa, E. A., Silas Souza, A. H., Amorim, K. A., Passos, L. P., Klein, G. D. S., Guimarães, J. S., ... & Pinheiro, A. C. M. (2025). From Light to Dark: Temporal Sensory Perception of Fermented Coffee by Trained and Consumer Panels. *Journal of Sensory Studies*, 40(5), e70076. <https://doi.org/10.1111/joss.70076>.
- Endrizzi, I.; Clicerì, D.; Menghi, L.; Aprea, E.; Charles, M.; Monteleone, E.; Dinnella, C.; Spinelli, S.; Pagliarini, E.; Laureati, M.; et al. Relationships between Intensity and Liking for Chemosensory Stimuli in Food Models: A Large-Scale Consumer Segmentation. *Foods* 2022, 11, 5. <https://doi.org/10.3390/foods11152174>.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Giacalone, D., Degn, T. K., Yang, N., Liu, C., Fisk, I. D., & Münchow, M. (2019). Common roasting defects in coffee: Aroma composition, sensory characterization and consumer perception. *Food Quality and Preference*, 71, 463–474. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.08.014>.
- Meyners, M., Castura, J. C., & Carr, B. T. (2013). Existing and new approaches for the analysis of CATA data. *Food Quality and Preference*, 30(2), 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.06.010>.
- Nunes, C. A., & Pinheiro, A. C. M. (2012). *SensoMaker* [Computer software]. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil. <https://www.ufla.br/sensomaker/>.
- Panhuysen, S., & Pierrot, J. (2018). *Coffee Barometer 2018*. The Coffee Barometer Consortium. <https://www.hivos.org/assets/2018/06/Coffee-Barometer-2018.pdf>.
- Piqueras-Fiszman, B., & Spence, C. (2015). Sensory expectations based on product-extrinsic food cues: An interdisciplinary review of the empirical evidence and theoretical accounts. *Food Quality and Preference*, 40, 165–179. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.09.013>.
- Silva, J., Oliveira, I., Muller, N., Rinco, N., Zia, L., & Dutra, M. (2020). Sensory and physicochemical evaluation of traditional powder coffee. *Revista Engenharia na Agricultura*, 28, 202–210. <https://doi.org/10.13083/reveng.v28i.858>.
- Selker, R., Love, J., & Dropmann, D. (2022). *Jamovi* (Version 2.3) [Computer software]. The Jamovi Project. <https://www.jamovi.org>.
- Yu, J. M., M. Chu, H. Park, J. Park, and K. G. Lee. 2021. "Analysis of Volatile Compounds in Coffee Prepared by Various Brewing and Roasting Methods." *Food* 10, no. 6: 1347. <https://doi.org/10.3390/foods10061347>.

Bioacessibilidade e atividade antioxidante de compostos fenólicos de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) em digestão gastrointestinal simulada

Danielle Aparecida Caetano Rodrigues¹, Lorrane Ribeiro de Souza¹, Luana Teles Barroso², Michele Valquíria dos Reis², Eduardo Valério de Barros Vilas Boas¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Agricultura – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{danielle.rodrigues2, lorrane.souza, luana.barrosol}@
estudante.ufla.br, {michele.reis, evbvboas}@ufla.br

Abstract. *The functional potential of nasturtium (*Tropaeolum majus* L.) is related to the bioaccessibility of its phenolic compounds. This study evaluated the impact of in vitro digestion on total phenolics (TP) and antioxidant activity of nasturtium flowers. Extracts prior to digestion were obtained in a hydro:methanolic solution (30:70, v/v), and digestion was performed according to the INFOGEST protocol. Intestinal bioaccessibility (%) was calculated as $[(\text{intestinal TP} / \text{initial TP}) \times 100]$. TP decreased in the oral phase, partially recovered in the gastric phase, and increased in the intestinal phase, resulting in a bioaccessibility of 181.5%. Antioxidant activity varied depending on the method, but generally remained similar to or exceeded the values of the initial extract in the intestinal phase. These findings indicate a high bioaccessibility of TF, reinforcing the potential of this species as a functional ingredient.*

Keywords: *Edible flower, bioaccessibility, in vitro digestion.*

Resumo. *O potencial funcional da capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) está relacionado à bioacessibilidade de seus compostos fenólicos. Este estudo avaliou o impacto da digestão in vitro sobre fenólicos totais (FT) e atividade antioxidante de flores de capuchinha. Os extratos antes da digestão foram obtidos em solução hidro:metanólica (30:70, v/v) e a digestão conduzida segundo o protocolo INFOGEST. A bioacessibilidade intestinal (%) foi calculada: $[(\text{FT intestinal} / \text{FT inicial}) \times 100]$. Os FT reduziram-se na fase oral, recuperaram-se parcialmente na gástrica e aumentaram no intestino, com bioacessibilidade de 181,5%. A atividade antioxidante variou conforme o método, mas manteve-se ou superou os valores do extrato inicial na fase intestinal. Esses achados indicam elevada bioacessibilidade dos FT, reforçando o potencial dessa espécie como ingrediente funcional.*

Palavras-chave: *Flor comestível, bioacessibilidade, digestão in vitro.*

1. Introdução

O interesse pelo uso de flores comestíveis na gastronomia tem crescido, não apenas pelo seu valor estético e sensorial, mas também pelos benefícios à saúde que podem proporcionar. Essas flores são ricas em compostos bioativos, especialmente fenólicos, que conferem múltiplas atividades biológicas, incluindo efeitos antioxidantes, antiobesidade, anticâncer, hipoglicêmicos e antimicrobianos, os quais contribuem para a redução do risco de doenças crônicas. Assim, as flores comestíveis vão além de sua função decorativa, constituindo fontes promissoras de compostos funcionais capazes de promover a saúde humana (Breda et al., 2025).

Tropaeolum majus L. (capuchinha de jardim) é uma planta da família Tropaeolaceae que se destaca entre as flores comestíveis. A espécie apresenta folhas arredondadas e flores em forma de trombeta, de sabor agradável, além de demonstrar fácil adaptabilidade tanto no cultivo quanto na utilização culinária. Esses atributos, aliados ao elevado teor de compostos bioativos, tornam a capuchinha uma opção relevante para o consumo humano, com reconhecido potencial nutricional e funcional (Namita et al., 2024). Em geral, a capuchinha é uma fonte muito rica em muitas substâncias biologicamente ativas, destacando-se especialmente pelos compostos fenólicos e glucosinolatos (Česlová; Klikarová; Šalomounová, 2023).

Entretanto, os efeitos biológicos desses compostos dependem não apenas da quantidade presente nos alimentos, mas também da bioacessibilidade, entendida como a fração liberada da matriz alimentar durante a digestão e disponível para absorção. Na prática, esse parâmetro é estimado pela porcentagem do composto que permanece acessível após a digestão, refletindo o real potencial funcional dos alimentos (Brodkorb et al., 2019; Minekus et al., 2014).

Embora a bioacessibilidade dos compostos fenólicos da capuchinha já tenha sido investigada em estudos anteriores (Bortolini et al., 2022), pesquisas mais recentes indicam que fatores como a localização geográfica do cultivo podem influenciar significativamente o perfil químico e a atividade biológica dessas plantas (Salem et al., 2023). Nesse contexto, o presente estudo se propôs a avaliar de forma detalhada o impacto da digestão gastrointestinal simulada *in vitro* sobre os fenólicos totais (FT) e a atividade antioxidante das flores de capuchinha, fornecendo dados adicionais que contribuem para a compreensão do seu potencial funcional.

2. Materiais e métodos

As flores de *Tropaeolum majus* L. (Figura 1) foram coletadas a partir de plantas cultivadas no Horto Botânico do Setor de Plantas Ornamentais da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Após a colheita, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças da mesma instituição, onde passaram por uma lavagem em água corrente para remover impurezas superficiais. Posteriormente, as flores foram submetidas à liofilização por um período de 72 horas e armazenadas em ultrafreezer até o momento da realização das análises experimentais.



Figura 1 - Flor de *Tropaeolum majus* L.

Os FT e a atividade antioxidante antes da digestão foram determinados a partir de extratos preparados segundo adaptação de Breda et al. (2025). Para a extração dos FT, 0,1 g das flores liofilizadas foram colocadas em contato com 3,0 mL de uma solução hidro:metanólica (30:70, v/v). A mistura foi submetida a agitação contínua por 30 minutos e, em seguida, centrifugada a 13.000 g por 10 minutos a 4 °C (Centrífuga Hettich, ROTINA 380R, Alemanha). O sobrenadante foi separado do resíduo sólido, submetido a duas novas extrações; os extratos obtidos foram reunidos, ajustados para 10 mL em balão volumétrico e armazenados a -20 °C até as análises subsequentes.

Para avaliar os FT e a atividade antioxidante após a digestão, foi conduzida uma digestão *in vitro* de acordo com o protocolo INFOGEST (Minekus et al., 2014). A digestão *in vitro* foi conduzida seguindo uma abordagem em três etapas: oral, gástrica e intestinal, simulando as condições fisiológicas do sistema digestório humano. Para a fase oral, 0,1 g das amostras foram misturadas a 0,9 mL de água destilada e combinadas com 1,0 mL de fluido salivar simulado (SSF) contendo 0,15 mL de α -amilase (75 U/mL). A mistura foi homogeneizada e incubada a 37 °C por 2 minutos com agitação constante. Em seguida, a digestão gástrica foi simulada adicionando-se 2,0 mL de fluido gástrico simulado (SGF), 0,133 mL de pepsina (2000 U/mL) e 0,096 mL de lipase gástrica (60 U/mL), ajustando o pH para 3,0, e mantendo a incubação por 2 horas a 37 °C. Para reproduzir a fase intestinal, 4,0 mL de fluido intestinal simulado (SIF), 1,0 mL de tripsina (100 U/mL) e 0,6 mL de sais biliares (10 mM) foram acrescentados, com ajuste de pH para 7,0 e incubação por mais 2 horas à mesma temperatura. Ao término de cada etapa, as amostras foram resfriadas em banho de gelo para interromper a atividade enzimática. Todos os experimentos foram realizados em triplicata (Brodkorb et al., 2019).

O teor de FT foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu (Waterhouse, 2003) e expresso em gramas de equivalentes de ácido gálico por 100 g de matéria seca (g EAG 100 g⁻¹ MS). A bioacessibilidade intestinal (%) foi calculada como: [(FT intestinal / FT do extrato) × 100] (Ed Nignpense et al., 2022). A atividade antioxidante foi avaliada pelos ensaios de fosfomolibdênio (Prieto; Pineda; Aguilar, 1999), com resultados em gramas de equivalentes de ácido ascórbico em 100 g de MS (g EAA 100g⁻¹ MS); DPPH (Brand-Williams; Cuvelier; Berset, 1995) e FRAP (Pulido; Bravo; Saura-Calixto, 2000), expressos em μ mol de equivalentes de trolox em 100 g de MS (g ET 100g⁻¹ MS). As análises foram feitas em triplicata usando microplacas de 96 poços.

O experimento seguiu um DIC com três repetições por fase (antes da digestão, oral, gástrica e intestinal). Os dados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e apresentados como média $\pm$ desvio padrão (SISVAR v. 5.8).

3. Resultados e Discussão

A digestão gastrointestinal simulada *in vitro* demonstrou influenciar de maneira significativa os FT e a atividade antioxidante das flores de capuchinha. Observou-se que os níveis de FT e a capacidade antioxidante variaram ao longo das diferentes fases da digestão, evidenciando mudanças na disponibilidade e na estabilidade desses compostos durante o processo digestivo. Esses efeitos são detalhados na Tabela 1, que resume os valores obtidos antes da digestão, bem como nas fases oral, gástrica e intestinal, permitindo uma análise comparativa ao longo do sistema digestório.

Os FT da capuchinha apresentaram redução na fase oral ($0,67 \pm 0,03$ g EAG 100^{-1} MS) comparado ao extrato antes da digestão ($1,35 \pm 0,06$ g EAG 100^{-1} MS), com leve recuperação na fase gástrica ($0,84 \pm 0,03$ g EAG 100^{-1} MS). O teor máximo de FT foi observado na fase intestinal ($2,45 \pm 0,08$ g EAG 100^{-1} MS) (Tabela 1), indicando uma bioacessibilidade de 181,48% em relação ao extrato inicial. A atividade antioxidante medida pelo método do complexo de fosfomolibdênio apresentou comportamento semelhante: houve redução significativa na fase oral ($1,43 \pm 0,06$ g EAA 100^{-1} MS) em comparação ao extrato inicial ($2,74 \pm 0,30$ g EAA 100^{-1} MS). Na fase gástrica, verificou-se recuperação ($2,81 \pm 0,17$ g EAA 100^{-1} MS), superando os valores obtidos na fase oral e mantendo-se estatisticamente semelhante ao extrato ($p > 0,05$). Já na fase intestinal, a atividade atingiu o valor mais elevado ($6,36 \pm 0,66$ g EAA 100^{-1} MS) (Tabela 1).

Os ensaios antioxidantes avaliados pelos métodos FRAP e DPPH apresentaram variações significativas ao longo das fases digestivas. No FRAP, houve redução na fase oral ($5421,69 \pm 375,52$ $\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1}$ MS) em relação ao extrato ($9008,46 \pm 125,05$ $\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1}$ MS), aumento significativo na fase gástrica ($12627,73 \pm 342,52$ $\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1}$ MS) e ligeira diminuição na fase intestinal ($10429,84 \pm 621,78$ $\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1}$ MS). Já no ensaio de DPPH, houve queda na fase oral ($3187,47 \pm 200,90$ $\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1}$ MS) em comparação ao extrato ($5567,57 \pm 232,92$ $\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1}$ MS), com recuperação na fase gástrica ($5198,25 \pm 217,83$ $\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1}$ MS) e manutenção de valores estáveis na fase intestinal ($5619,29 \pm 527,84$ $\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1}$ MS), sem diferença significativa em relação ao extrato inicial ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Fenólicos totais e atividade antioxidante da flor de *Tropaeolum majus* L. antes da digestão gastrointestinal *in vitro* e durante as fases oral, gástrica e intestinal.

Análises	Extrato antes da digestão	Fases da digestão gastrointestinal simulada		
		Oral	Gástrica	Intestinal
Fenólicos totais (g EAG 100 g^{-1} MS)	$1,35 \pm 0,06^b$	$0,67 \pm 0,03^d$	$0,84 \pm 0,03^c$	$2,45 \pm 0,08^a$
Complexo de Fosfomolibdênio (g EAA 100 g^{-1} MS)	$2,74 \pm 0,30^b$	$1,43 \pm 0,06^c$	$2,81 \pm 0,17^b$	$6,36 \pm 0,66^a$
FRAP ($\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1}$ MS)	$9008,46 \pm 125,05^c$	$5421,69 \pm 375,52^d$	$12627,73 \pm 342,52^a$	$10429,84 \pm 621,78^b$
DPPH ($\mu\text{mol ET } 100 \text{ g}^{-1}$ MS)	$5567,57 \pm 232,92^a$	$3187,47 \pm 200,90^b$	$5198,25 \pm 217,83^a$	$5619,29 \pm 527,84^a$

Legenda: Letras iguais (linha) não apresentam diferença significativa entre si ($p < 0,05$).

Diferente de Bortolini et al. (2022), que também trabalharam com flores de capuchinha e observaram redução do teor de FT e da atividade antioxidante pelo método FRAP após digestão gastrointestinal simulada, o presente estudo apresentou bioacessibilidade dos FT significativamente maior, indicando que uma fração maior dos compostos permanece disponível para absorção intestinal. Resultados de ABTS e DPPH foram semelhantes aos do estudo anterior, com aumento da atividade antioxidante. A diferença observada evidencia a necessidade de investigar diferentes plantas, pois fatores como genótipo e condições de cultivo podem influenciar o perfil químico e a atividade biológica. Além disso, evidencia a importância de considerar a bioacessibilidade dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante durante a digestão para estimar melhor seu potencial funcional.

Os resultados observados no presente estudo podem ser explicados pelas diferentes interações e transformações dos fenólicos ao longo da digestão. Na fase oral, grande parte desses compostos permanece associada à matriz alimentar, o que limita sua detecção. No ambiente gástrico, a acidez e a ação da pepsina favorecem a liberação de compostos retidos e possíveis modificações estruturais que alteram sua atividade. Já na fase intestinal, observou-se aumento expressivo no teor de FT e na atividade antioxidante, superando o valor do extrato inicial, resultado da liberação mais intensa e da biotransformação em metabólitos com propriedades antioxidantes distintas, que podem ser superiores ou inferiores às dos precursores (Moraes et al., 2020, 2025; Soares et al., 2025).

4. Conclusão

A digestão *in vitro* promoveu alterações significativas nos teores de FT e na atividade antioxidante da capuchinha. Observou-se redução desses parâmetros na fase oral, enquanto as fases gástrica e intestinal resultaram em aumentos, sendo que os FT apresentaram elevada bioacessibilidade após a digestão intestinal. Esses achados reforçam o potencial da espécie como fonte de compostos funcionais e ressaltam a importância de considerar a bioacessibilidade ao avaliar aplicações em alimentos funcionais e nutracêuticos. As diferenças em relação a estudos anteriores evidenciam a necessidade de novas investigações, considerando fatores como genótipo e condições de cultivo, para uma avaliação mais completa de seu impacto funcional após o consumo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

- Bortolini, D. G., et al. (2022) "Bioactive profile of edible nasturtium and rose flowers during simulated gastrointestinal digestion", *Food Chemistry*, 381, 132267.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. (1995) "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity", *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Breda, C., Nascimento, A., Meghwar, P., Lisboa, H., Aires, A., Rosa, E., Ferreira, L. and Barros, A. N. (2025) "Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Edible Flowers: Insights from Synergistic Effects and Multivariate Analysis", *Antioxidants*, 14(3), 282.

- Brodkorb, A., et al. (2019) “INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion”, *Nature Protocols*, 14(4), 991–1014.
- Česlová, L., Klikarová, J. and Šalomounová, T. (2023) “The content and profile of biologically active compounds present in individual parts of nasturtium (*Tropaeolum majus* L.): comprehensive study”, *European Food Research and Technology*, 249(2), 413–428.
- Ed Nignpense, B., Latif, S., Francis, N., Blanchard, C. and Santhakumar, A. B. (2022) “The impact of simulated gastrointestinal digestion on the bioaccessibility and antioxidant activity of purple rice phenolic compounds”, *Food Bioscience*, 47, 101706.
- Minekus, M., et al. (2014) “A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus”, *Food Function*, 5(6), 1113–1124.
- Morais, J. S., Sant’Ana, A. S., Dantas, A. M., Silva, B. S., Lima, M. S., Borges, G. C. and Magnani, M. (2020) “Antioxidant activity and bioaccessibility of phenolic compounds in white, red, blue, purple, yellow and orange edible flowers through a simulated intestinal barrier”, *Food Research International*, 131, 109046.
- Morais, R. A., Polmann, G., Ferreira, S. R. S. and Block, J. M. (2025) “In vitro simulated gastrointestinal digestion and its influence on the bioaccessibility and bioactivity of phenolic compounds from Buritirana (*Mauritiella armata*) pulp, shells, and seeds”, *Food Research International*, 206, 116036.
- Namita, Panwar, S., Poulse, B., Kamath, S. R. and Kumari, P. (2024) “Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.)”, In: Gupta, A. K., Kumar, V., Naik, B. and Mishra, P. (eds.) *Edible Flowers*, Elsevier, 301–323.
- Prieto, P., Pineda, M. and Aguilar, M. (1999) “Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E”, *Analytical Biochemistry*, 269(2), 337–341.
- Pulido, R., Bravo, L. and Saura-Calixto, F. (2000) “Antioxidant Activity of Dietary Polyphenols As Determined by a Modified Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay”, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(8), 3396–3402.
- Salem, O., Szwajkowska-Michalek, L., Przybylska-Balcerek, A., Szablewski, T., Cegielska-Radziejewska, R., Świerk, D. and Stuper-Szablewska, K. (2023) “New Insights into Bioactive Compounds of Wild-Growing Medicinal Plants”, *Applied Sciences*, 13(24), 13196.
- Soares, C. M. S., Morais, R. A., Oliveira, M. O. S., Silva, R. R. D. and Sousa, H. M. S., Queiroz, F. and Martins, G. A. S. (2025) “Systemic Characterization of the Pulp, Peels, and Seeds of the Yellow Puçá (*Mouriri grandiflora*) and Impacts of Simulated In Vitro Gastrointestinal Digestion on the Chemical, Biological, and Antioxidant Properties of Polyphenols”, *ACS Omega*, 10(25), 27363–27379.
- Waterhouse, A. L. (2003) “Determination of Total Phenolics”, In: *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Avaliação sensorial de cafés sob a influência de mídias sociais: caracterização e aceitabilidade

Millena Ayres Silva¹, Ana Carla Marques Pinheiro¹, Katiúcia Alves Amorim¹, Luíz Guilherme Malaquias da Silva¹, Maria Laura Silva Galdino¹, Opeyemi Linda Falayi²

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

millena.silva3@estudante.ufla.br, anacarlamp@ufla.br,
katiuciaamorim@ufla.br, luiz.silva46@estudante.ufla.br,
maria.galdino1@estudante.ufla.br, opeyemi.falayi@estudante.ufla.br

Abstract. *This study explored the effects of social media exposure on the sensory perception and acceptance of traditional and specialty coffees. Consumers evaluated the samples with and without social media access. The CATA technique identified sensory attributes, while hedonic scales and questionnaires assessed acceptance, concentration, and perceived difficulty. Traditional coffee presented a recurrent sensory profile (bitterness and dark brown color) in both conditions, while specialty coffee showed greater sensory diversity, with a slight influence from social media use. Acceptance of specialty coffee was numerically higher without distractions. Exposure to social media did not significantly alter the perception of attributes, but it did compromise focus and cognitive clarity.*

Keywords: *Sensory perception, Check-all-that-apply, Consumer.*

Resumo. *Este estudo investigou os efeitos da exposição a mídias sociais na percepção sensorial e aceitação de cafés tradicionais e especiais. Consumidores avaliaram as amostras com e sem acesso às redes. A técnica CATA identificou atributos sensoriais, enquanto escalas hedônicas e questionários avaliaram aceitação, concentração e dificuldade percebida. O café tradicional apresentou perfil sensorial recorrente (amargor e coloração marrom escuro) em ambas as condições, enquanto o café especial mostrou maior diversidade sensorial, com leve influência do uso das redes. A aceitação do café especial foi numericamente maior sem distrações. A exposição às redes não alterou significativamente a percepção dos atributos, porém comprometeu o foco e a clareza cognitiva.*

Palavras-chave: *Percepção sensorial, Check-all-that-apply, Consumidor.*

1. Introdução

O consumo de alimentos e bebidas envolve fatores sensoriais, cognitivos e emocionais, frequentemente modulados por estímulos externos, como mídias sociais, cujas imagens e descrições influenciam a percepção de qualidade, sabor e valor de produtos como o café. Este, por sua vez, se destaca por sua relevância cultural, econômica e sensorial, cuja apreciação depende de atributos complexos — aroma, corpo, acidez e amargor — que diferenciam cafés tradicionais e especiais [Barahona, Sanmiguel Jaimés e Yang 2020]. Tendências como “premiumização”, personalização e transparência da origem reforçam a valorização dos cafés especiais, cuja distinção é frequentemente comunicada por meios digitais.

O uso de telas aumentou significativamente; em 2025, adultos nos Estados Unidos dedicaram, em média, cerca de oito horas por dia a plataformas digitais, sendo mais de duas em mídias sociais [DataReportal 2024]. Parte desse tempo ocorre durante as refeições, o que pode reduzir a atenção ao alimento, alterar a percepção sensorial e afetar sinais de saciedade [Evenson, Butler e Rosamond 2014]. Assim, essa exposição media a experiência sensorial e influencia o julgamento do consumidor.

Nesse contexto, o estudo investigou os efeitos da exposição a conteúdos digitais na avaliação sensorial e hedônica de cafés tradicionais e especiais, considerando também variáveis cognitivas como concentração e dificuldade percebida, integrando dados afetivos e descritivos para compreender como estímulos digitais interferem na experiência e aceitação do produto.

2. Materiais e Métodos

2.1. Consumidores

O estudo foi conduzido com 100 consumidores de café, recrutados por conveniência, abrangendo homens e mulheres entre 18 e 60 anos. A amostra apresentou predominância de jovens adultos (79% entre 18 e 30 anos). A maioria consome café diariamente (71% sendo 42% várias vezes ao dia e 29% uma vez por dia), enquanto 12% bebem de quatro a seis vezes por semana, 9% uma vez por semana e 6% ocasionalmente. Entre as categorias, predomina o café tradicional (54%), seguido por gourmet (21%), especial (18%), extra forte (9%), superior (8%) e 6% não souberam informar.

2.2. Amostras

Foram utilizadas duas amostras de café torrado, uma de café especial e outra de café tradicional, obtidas de fornecedores locais em Lavras, Minas Gerais, Brasil. O café especial foi obtido de um produtor regional certificado, com comprovado controle de qualidade pós-colheita, enquanto o café tradicional foi selecionado entre as marcas comerciais de amplamente disponibilidade no varejo local. As amostras foram embaladas a vácuo em pacotes laminados de alta barreira e armazenadas sob temperatura e umidade controladas até as análises. A torra e o envase ocorreram em maio de 2025, garantindo frescor e uniformidade entre as sessões.

O preparo das amostras foi padronizado, realizado pelo método de infusão filtrada, com 8 g de café moído para cada 100 mL de água (proporção 1:12,5 p/v), temperatura de 92 ± 1 °C e tempo total de extração de 4 min, garantindo consistência entre as amostras.

As amostras de café foram servidas sequencialmente em intervalos cuidadosamente cronometrados para garantir a consistência da temperatura. As xícaras e os pires foram mantidos submersos em água quente (55 ± 2 °C) antes do serviço, a fim de evitar a perda de calor da bebida. A água em temperatura ambiente foi fornecida entre as amostras para limpar o paladar e manter a neutralidade da avaliação.

2.3. Testes

O experimento envolveu um teste de aceitação utilizando uma escala hedônica de nove pontos, além de uma tarefa de *Check-All-That-Apply* (CATA) realizada por meio do *software* SensoMaker® [Nunes & Pinheiro 2012]. Em um primeiro momento os consumidores responderam ao questionário CATA, o qual foi formulado com base em termos adquiridos e escolhidos através de grupo de foco. Em seguida, os consumidores responderam uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (pontuação de 1 para "desgostei muitíssimo" e pontuação de 9 para "gostei muitíssimo") para classificar a aceitação global do consumidor [Amorim et al. 2023].

Ao final do teste, os consumidores também responderam a um breve questionário que avaliou seu nível percebido de concentração e a dificuldade da tarefa durante a avaliação. O estudo foi conduzido em duas sessões separadas, com a ordem de apresentação equilibrada entre os consumidores para minimizar o viés posicional na análise sensorial.

2.4. Análise de dados

Para a análise dos dados do CATA, a frequência de citação para cada amostra de café, em ambas as sessões, foi determinada pela contagem do número de vezes que cada atributo sensorial foi selecionado pelos consumidores, resultando em uma tabela de contingência. Além disso, o teste Q de Cochran foi aplicado para identificar diferenças significativas entre os dois protocolos (com e sem exposição a conteúdo de mídia social) [Meyners et al. 2013; Amorim et al. 2023]. As análises foram realizadas utilizando o *software* SensoMaker® [Nunes & Pinheiro 2012].

Os escores de aceitação, concentração e dificuldade percebida foram analisados utilizando o teste t de *Student* para avaliar se havia diferenças significativas entre os cafés e as condições experimentais, adotando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) [Field 2018]. Essas análises foram conduzidas utilizando o *software* Jamovi [Selker, Love e Dropmann 2022].

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta a frequência de menções aos atributos sensoriais associados aos cafés tradicionais e especiais, com (CRS) e sem (SRS) exposição a conteúdo em mídias sociais, bem como os valores de p correspondentes obtidos pelo teste Q de Cochran.

Tabela 1 - Frequência de atributos citados para cafés tradicionais e especiais em ambas as sessões.

Atributo	Café tradicional			Café especial		
	CRS	SRS	<i>p</i>	CRS	SRS	<i>p</i>
Coloração marrom escuro (Preto)	78	79	0,847	18	14	0,433
Coloração marrom clara	16	13	0,491	75	72	0,590
Ácido	21	27	0,273	42	33	0,106
Doce	10	11	0,808	16	24	0,131
Amargo	77	80	0,511	42	36	0,405
Frutado	9	8	0,782	29	32	0,549
Encorpado	45	49	0,516	21	31	0,105
Sem corpo	15	12	0,513	23	19	0,433
Pouco encorpado	28	23	0,384	36	33	0,602
Sem acidez	30	23	0,194	22	27	0,369
Sem doçura	53	51	0,739	36	30	0,317
Sem amargor	4	4	1,000	18	25	0,144
Aroma desagradável	17	21	0,433	8	15	0,090
Gosto de queimado (borracha queimada)	41	49	0,182	12	14	0,683
Sabor de caramelo	6	4	0,521	24	25	0,821
Chocolate amargo	14	14	1,000	31	20	0,433

CRS: sessões com rede social; SRS: sessões sem rede social.

*** indica uma diferença significativa no nível $\alpha = 0,05$, de acordo com o teste Q de Cochran.**

De modo geral, não houve diferenças estatisticamente significativas nos atributos sensoriais dos cafés: tradicional e especial, entre ambas as sessões (CRS e SRS; $p > 0,05$). Em termos gerais, isso sugere que a exposição pontual ao conteúdo digital não foi suficiente para modificar a probabilidade de um atributo ser citado.

Do ponto de vista descritivo, para o café tradicional, os atributos mais citados em ambas as condições foram coloração marrom escuro (preto), amargo e sem doçura, com frequências muito semelhantes e ausência de diferenças significativas entre esses termos (Tabela 1). Isso reforça o perfil sensorial recorrente dos cafés comerciais, que geralmente são caracterizados por alta intensidade, simplicidade e baixo equilíbrio gustativo [Wan-Mohtar et al. 2025], independentemente da influência das mídias sociais. A ausência de diferenças significativas sugere que, para o café tradicional avaliado

neste estudo, a exposição ao conteúdo de mídia social foi insuficiente para influenciar a percepção sensorial dos consumidores.

No café especial, a coloração marrom clara foi o atributo mais mencionado, seguida de amargo, ácido, pouco encorpado, sem doçura, frutado e chocolate amargo, evidenciando um perfil sensorial mais complexo. Embora as diferenças entre sessões não tenham atingido significância estatística, atributos como ácido e encorpado apresentaram variações numéricas relevantes, sugerindo possível influência da exposição a conteúdo midiático.

Além disso, observou-se na sessão CRS aumento nas menções de “ácido” e redução do “aroma desagradável”, apontando um efeito positivo da mídia visual que direciona a atenção para atributos desejáveis e atenua percepções negativas, em consonância com estudos sobre estímulos visuais e modulação de expectativas sensoriais [Piqueras-Fiszman & Spence 2015].

Para explorar de forma global a aceitação dos consumidores perante as amostras e a influência do uso das redes sociais durante a análise nessa percepção, foram calculados os valores médios de aceitação para cafés tradicionais e especiais nas duas sessões, juntamente com os respectivos valores de p obtidos pelo teste t de *Student*.

Embora nenhuma das diferenças tenha atingido significância estatística, uma tendência interessante foi observada: a aceitação do café especial foi numericamente maior na sessão SRS ($6,44 \pm 2,02$) em comparação à sessão CRS ($6,05 \pm 2,12$), com $p = 0,076$, próximo ao limiar de significância, sugerindo que a ausência de distrações pode favorecer uma percepção mais positiva. Já o café tradicional teve aceitação ligeiramente maior na CRS ($4,76 \pm 2,33$) em comparação com a SRS ($4,36 \pm 2,30$), embora sem significância ($p = 0,126$).

Observa-se que os valores de desvio-padrão foram relativamente altos, refletindo grande heterogeneidade nas respostas dos consumidores, possivelmente associada a hábitos de consumo, familiaridade com os cafés e sensibilidade sensorial. Essa variabilidade indica desafios para a padronização de estratégias de aceitação. Ainda assim, a média superior do café especial sugere que, mesmo com respostas heterogêneas, seus atributos foram globalmente mais valorizados em comparação ao café tradicional.

Além da análise do perfil sensorial, as experiências subjetivas dos consumidores durante as sessões de avaliação também foram examinadas pelo teste t de *Student*.

A concentração média foi significativamente menor durante a sessão CRS ($3,07 \pm 1,04$) em comparação com a sessão SRS ($4,22 \pm 0,89$), sugerindo que o uso simultâneo de mídia pode ter reduzido o foco de atenção dos consumidores durante a tarefa. Da mesma forma, a dificuldade percebida foi significativamente maior na sessão CRS ($2,41 \pm 1,19$) do que na sessão SRS ($1,91 \pm 1,04$), indicando maior esforço cognitivo. Logo, embora a exposição às redes sociais não tenha afetado significativamente a percepção dos atributos sensoriais (Tabela 1) e aceitação global dos cafés, influenciou aspectos subjetivos da experiência avaliativa, como foco, dificuldade e engajamento na tarefa.

4. Conclusão

Os resultados indicam que o conteúdo da mídia influenciou fatores cognitivos durante a avaliação sensorial, reduzindo a concentração e aumentando a dificuldade percebida

pelos consumidores, embora sem alterar significativamente a frequência dos atributos mencionados. O café especial manteve associações positivas, sugerindo que as mídias sociais reforçam, mais do que transformam, percepções pré-existentes. Conclui-se que a qualidade do produto segue determinante na experiência sensorial e que estudos futuros devem explorar diferentes formatos e contextos de mídia, padronizando estímulos externos para maior precisão nos testes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

- Amorim, K. A., Dutcosky, S. D., Becker, F. S., Asquiere, E. R., Damiani, C., Soares, C., & Rodrigues, J. F. (2023). Optimizing Sensory Attributes: Exploring the Placement of the Ideal-Product Question in Check-All-That-Apply Methodology. *Applied Sciences*, 13(21), 11686.
- Barahona, I., Sanmiguel Jaimes, E. M., & Yang, J.-B. (2020). Sensory attributes of coffee beverages and their relation to price and package information: A case study of Colombian customers' preferences. *Food Science & Nutrition*, 8, 1173–1186.
- DataReportal. (2024). Digital 2024: The time we spend on social media. Kepios by We Are Social & Meltwater.
- Evenson, K. R., Butler, E. N., & Rosamond, W. D. (2014). Prevalence of physical activity and sedentary behavior among adults with cardiovascular disease in the United States. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 34(6), 406–419.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Meyners, M., Castura, J. C., & Carr, B. T. (2013). Existing and new approaches for the analysis of CATA data. *Food Quality and Preference*, 30(2), 309-319.
- Nunes, C. A., & Pinheiro, A. C. M. (2012). *SensoMaker* [Computer software]. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.
- Piqueras-Fiszman, B., & Spence, C. (2015). Sensory expectations based on product-extrinsic food cues: An interdisciplinary review of the empirical evidence and theoretical accounts. *Food Quality and Preference*, 40, 165–179.
- Selker, R., Love, J., & Dropmann, D. (2022). *Jamovi* (Version 2.3) [Computer software]. The Jamovi Project.
- Wan-Mohtar, W. A. A. Q. I., Halim-Lim, S. A., & Lani, M. N. (2025). Assessing the effects of coffee roasting conditions on sensory preferences: A narrative review. In V. R. Preedy & V. B. Patel (Eds.), *Coffee in health and disease prevention* (2nd ed., pp. 149–160). Academic Press.

Determinação do teor de umidade em méis monoflorais, polifloral e de melato armazenados em condições variadas

Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi¹, Jhenifer Cristina Carvalho Santos², Gabriela Fonseca Leal³, Hermannny Matos Silva Sousa⁴, Paula Giarolla Silveira⁵ e Jaime Vilela de Resende⁶

^{1,2,3,4,5,6}Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{vasconcelosmaria@ufla@gmail.com¹, jhenifer.santos1@estudante.ufla.br², gabriela.leal@estudante.ufla.br³, hermannny.sousa@estudante.ufla.br⁴, pagiarolla@gmail.com⁵ e jvresende@ufla.br⁶}

Abstract. *The objective of this study was to evaluate the moisture content of monofloral honeys (assa-peixe, coffee, cipó-uva, eucalyptus, gurucaia, and orange), polyfloral honeys (wild honeys), and honeydew honeys (bracatinga honeys) stored for 180 days at average annual daytime (29.8°C) and nighttime (19.3°C) temperatures. The moisture content of the samples was measured using a portable refractometer. The refractive index of each honey sample was determined, and the result was converted to moisture content using a reference table (Chataway) and expressed as a percentage (%). Over the 180-day storage period, wild honey, at both temperatures tested and over a 180-day period, was the only one that exceeded the 20% limit recommended by international standards.*

Keywords: *Characterization, floral honeys, beekeeping.*

Resumo. *O objetivo deste estudo foi avaliar o teor de umidade em méis monoflorais (assa-peixe, café, cipó-uva, eucalipto, gurucaia, laranjeira), polifloral (silvestre) e de melato (bracatinga) armazenados durante 180 dias a temperatura média diurna anual (29,8°C) e noturna (19,3°C). O teor de umidade das amostras foi medido utilizando um refratômetro portátil, o índice de refração de cada amostra de mel foi determinado e o resultado foi convertido em teor de umidade utilizando uma tabela de referência (Chataway) e expresso em porcentagem (%). Ao longo do período de armazenamento de 180 dias o mel silvestre, nas duas temperaturas testadas e ao longo de um período de 180 dias, foi o único que excedeu o limite de 20% recomendado pelas normas internacionais.*

Palavras-chave: *Caracterização, méis florais, apicultura.*

1 Introdução

O mel é um alimento natural que é produzido a partir da polinização por abelhas, sendo que durante a coleta do néctar das flores, as abelhas misturam compostos vegetais com secreções de suas glândulas salivares e depositam essa mistura no favo para maturação (Zheng *et al.*, 2019).

A composição do mel é influenciada pelo tipo de abelha, região geográfica, origem botânica e condições de armazenamento, incluindo temperatura, umidade, embalagem e exposição à luz (Schiassi *et al.*, 2022). Temperatura, composição de açúcares e teor de umidade são os três principais fatores que podem auxiliar no processo de cristalização do mel (Ji *et al.*, 2023).

Alguns estudos tem relatado a influência da temperatura de armazenamento na qualidade do produto (Korkmaz; Küplülü 2017, Seraglio *et al.* 2021), no entanto, mais pesquisas são necessárias para determinar condições favoráveis de armazenamento para o mel.

Assim sendo, o objetivo deste estudo foi avaliar o teor de umidade em méis monoflorais (assa-peixe, café, cipó-uva, eucalipto, gurucaia, laranjeira), polifloral (silvestre) e de melato (bracatinga) armazenados durante 180 dias a temperatura média diurna anual (29,8°C) e noturna (19,3°C), com o objetivo de analisar se esse parâmetro sofreu ou não alteração nas diferentes temperaturas de armazenamento ao longo do tempo.

2 Material e métodos

2.1 Amostras de mel

Os méis das floradas de assa-peixe (*Vernonia polysphaera*), bracatinga (*M. scabrella* Bentham), café (*Coffea* spp.), cipó-uva (*Serjania lethalis*), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), gurucaia (*Parapiptadenia rigida*), laranjeira (*Citrus sinensis*) e silvestre foram obtidos de um apiário localizado em São Lourenço, Minas Gerais (MG), Brasil.

Os méis foram obtidos pelo apiário passaram pelo processo de centrifugação, filtração, e em seguida foram acondicionados em tubos de polietileno transparente de 300 g e, posteriormente, armazenadas em condições ambientais.

A autenticidade da origem botânica dos méis pode ser confirmada, uma vez que os produtos foram inspecionados e também registrados de acordo com as normas vigentes (Brasil, 2000).

2.2 Preparação da amostra

Para garantir a total eliminação de cristais que pudessem estar presente nas amostras, os méis foram aquecidos a 40 °C em banho-maria digital (modelo WARMS1 3L, Araucária, PR, Brasil) por 60 minutos (Kabbani *et al.*, 2011) e em seguida, as amostras foram deixadas em condições ambientais por 30 minutos. Posteriormente, para confirmar a

ausência de cristais nas amostras foi realizado a análise microscópica utilizando microscópio óptico (Meiji Techno Co., Ltd., modelo ML2000, Tóquio, Japão).

Os méis foram acondicionados em potes de vidro transparente (200 mL) com tampas e 150 mL de cada amostra de mel foram adicionados em dois potes separados, um para cada ponto de tempo (T180 dias – dia e noite). Os méis do ponto de tempo inicial (T0) não foram armazenados em frascos, pois suas análises foram realizadas imediatamente após o preparo das amostras.

Os potes contendo as amostras de mel foram armazenados em uma incubadora refrigerada de demanda biológica de oxigênio (DBO) (SOLAB, modelo SL 200/300, Piracicaba, SP, Brasil) a duas temperaturas distintas: a média diurna (29,8°C) e a noturna (19,3°C). Essas temperaturas foram obtidas a partir do levantamento realizado pela Dados Mundiais (2024).

2.3 Análise de umidade

De acordo com a metodologia proposta pela AOAC (2012) o teor de umidade das amostras foi medido utilizando um refratômetro portátil (RT-280, Instrutherm Measuring Instruments, São Paulo, Brasil). O índice de refração de cada amostra de mel foi determinado e o resultado foi convertido em teor de umidade utilizando uma tabela de referência (Chataway) e expresso em porcentagem (%).

2.4 Análise estatística

Os resultados da análise de umidade das amostras de mel foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de média de *Tukey* ($p \geq 0,05$) com auxílio do software SensoMaker v. 1.91 (UFLA, Lavras, MG, Brasil, 2017).

3 Resultado e discussão

A Tabela 1 apresenta o resultado da análise de umidade presente nos méis armazenados ao longo do período de 180 dias.

Tabela 1 – Teor de umidade presente em méis de diferentes origens botânicas armazenados ao longo do período de 180 dias armazenados sob temperatura média diurna e noturna.

		Monofloral					Polifloral	Melato	
		Assa-peixe	Café	Cipó-uva	Eucalipto	Gurucaia	Laranjeira	Silvestre	Bracatinga
U (%)	T0	17,40±0,00 ^{CDb}	17,33±0,12 ^{DEa}	17,40±0,00 ^{CDb}	18,40±0,35 ^{Ba}	17,60±0,00 ^{CDa}	16,83±0,25 ^{Eb}	19,47±0,12 ^{Ab}	17,87±0,12 ^{Ca}
	T180 D	18,50±0,56 ^{BCa}	17,83±0,23 ^{CDa}	18,40±0,36 ^{BCa}	18,57±0,31 ^{BCa}	18,27±0,21 ^{BCa}	17,23±0,23 ^{Dab}	20,60±0,12 ^{Aa}	18,40±0,15 ^{Ba}
	T180 N	18,10±0,36 ^{CDab}	17,67±0,64 ^{Da}	17,93±0,25 ^{Dab}	19,07±0,50 ^{Ba}	18,20±0,53 ^{CDa}	18,57±0,83 ^{BCa}	20,93±0,59 ^{Aa}	18,57±0,38 ^{BCa}

Nota(s): Os resultados são expressos como valor médio ± desvio padrão (n = 3). T0 = tempo inicial; T180 = 180 dias. D: dia; N: noite; U: umidade. Letras maiúsculas iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa usando o teste de *Tukey* com 5% de significância. Letras

minúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferença significativa usando o teste de Tukey com 5% de significância.

Um parâmetro importante a ser avaliado no mel é o teor de umidade (U%), e neste estudo as amostras apresentaram variação entre 16,83% no mel de laranjeira a 19,47% no mel silvestre.

No entanto, ao longo do período de 180 dias de armazenamento, o teor de umidade variou de 17,23% no mel de laranjeira a 20,60% no mel silvestre quando armazenado à temperatura diurna. Enquanto isso, variou de 17,67% (café) a 20,93% (silvestre) quando armazenado à temperatura noturna. Somente o mel silvestre, nas duas temperaturas testadas e ao longo de um período de 180 dias, excedeu o limite de 20% recomendado pelas normas internacionais (Codex Alimentarius, 2001).

4 Conclusão

Ao longo do período de armazenamento de 180 dias o mel silvestre, nas duas temperaturas testadas (diurna e noturna) e ao longo de um período de 180 dias, foi o único que excedeu o limite de 20% recomendado pelas normas internacionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasília, Brasil) pela concessão da bolsa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasília, Brasil) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG, Belo Horizonte, Brasil).

Referências

- AOAC (2012), In: Latimer G.W. Jr (Ed.). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (19th ed). AOAC International, Gaithersburg.
- Brasil (2000), Ministério da agricultura e abastecimento. Instrução Normativa nº 11, de 20 de outubro de 2000, *Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel*, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 out. 2000. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/IN-11-de-2000.pdf>. Acesso em: 22 set. 2025.
- Codex Alimentarius. (2001), *Codex standard for honey codex stan12-1981*. Disponível em: https://www.fao.org/input/download/standards/310/cxs_012e.pdf. Acesso em: 14 set. 2025.
- Dados Mundiais. (2024), *O clima no Brasil*. Disponível em: <https://www.dadosmundiais.com/america/brasil/clima.php>. Acesso em: 29 set. 2025.
- Ji, P., Liu, X., Yang, C. *et al.* (2023), *Natural crystallization properties of honey and seed crystals-induced crystallization process for honey performance enhancing*, Food Chemistry, Vol. 405, Article 134972.

- Kabbani, D., Sepulcre, F. and Wedekind, J. (2011), *Ultrasound-assisted liquefaction of rosemary honey: influence on rheology and crystal content*, Journal of Food Engineering, Vol. 107 No. 2, pp. 173-178.
- Korkmaz, SD., Küplülü, Ö. (2017), *Effects of storage temperature on HMF and diastase activity of strained honeys*, Ankara University Faculty of Veterinary Medicine, Vol. 64, p.p. 281-287.
- Schiassi, M. C. E. V., Souza, V. R., Alves, N. A. *et al.* (2022), *Effect of botanical origin on stability and crystallization of honey during storage*, British Food Journal, Vol. 124 No. 9, pp. 2689-2704.
- Seraglio Skt, Bergamo G, Molognoni L, Daguer H, Silva B, Gonzaga Lv, Fett R & Costa Aco. (2021), *Quality changes during long-term storage of a peculiar Brazilian honeydew honey: 'Bracatinga'*, Journal of Food Composition and Analysis, Vol. 97, pp. 103769.
- Zheng, Y., Wu, M., Han, F., Wu, D., & Fu, L. (2019), *Evaluation of total antioxidant activity of different floral sources of honeys using crosslinked hydrogels*. International Journal of Electrochemistry Science, Vol. 14 No. 2, pp. 1479-1487.

Aplicação de revestimento comestível à base de gelatina incorporado com extrato aquoso de *Moringa oleífera* para a conservação da vida útil de almôndegas bovinas refrigeradas

Enio Lucio Mussa Jose¹, Alcineia de Lemos Souza Ramos², Roberta Hipólito Souza³

¹²³Departamento de Ciência dos alimentos /DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

enio.jose@estudante.ufla.br, alcineia@ufla.br,
roberta.souza1@estudante.ufla.br

Abstract. *This study aimed to evaluate the effect of an active coating based on gelatin supplemented with aqueous extract of Moringa oleifera on the quality of refrigerated beef meatballs. Three treatments were evaluated: CONT (no coating), T1 (gelatin coating without extract), and T2 (gelatin coating with Moringa oleifera extract). The results indicated that treatment T1 was the most effective in maintaining the color of the meatballs compared to T2, and the coated samples showed pH values similar to CONT at the end of storage. In terms of weight loss, a progressive increase was observed over the 12 days of storage, with the CONT treatment showing higher retention compared to T1 and T2. Regarding lipid oxidation, treatments T1 and T2 exhibited the lowest TBARS values after 12 days, with reductions of 23% and 44%, respectively, compared to the CONT treatment.*

Keywords: Food preservation, Meat products, Natural antioxidants

Resumo. *Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de um revestimento ativo à base de gelatina aditivada com extrato aquoso de Moringa oleífera sobre a qualidade de almôndegas bovinas armazenadas sob refrigeração. Foram avaliados três tratamentos: CONT (sem revestimento), T1 (revestimento de gelatina sem extrato) e T2 (revestimento de gelatina com extrato de Moringa oleífera). Os resultados indicaram que o tratamento T1 foi o mais eficaz na manutenção da cor das almôndegas em comparação com o T2, e as amostras revestidas apresentaram valores de pH semelhantes ao CONT ao final do armazenamento. Quanto à perda de peso, observou-se um aumento progressivo ao longo dos 12 dias de armazenamento, sendo que o tratamento CONT apresentou maior retenção em comparação aos tratamentos T1 e T2. Em termos de oxidação lipídica, os tratamentos T1 e T2 mostraram os menores valores de TBARS após 12 dias, com reduções de 23% e 44%, respectivamente, em relação ao tratamento CONT.*

Palavras chaves: Conservação de alimentos, Produtos cárneos, Antioxidantes naturais

1. Introdução

A oxidação é um dos principais processos na deterioração dos produtos cárneos, afetando suas características sensoriais e valor nutricional. Esse fenômeno é influenciado por fatores como o alto teor de gordura, exposição ao calor, luz e agentes pró-oxidantes, o que reduz a vida útil de carnes e seus derivados (Ribeiro et al., 2019; Tatiyaborworntam et al., 2022). A *Moringa oleífera*, rica em compostos bioativos com potencial antioxidante, emerge como uma alternativa natural promissora para a preservação de alimentos. A eficácia desses compostos pode variar conforme as condições de cultivo e outros fatores ambientais (Vázquez-L et al., 2017; Klein-J et al., 2021). Este estudo teve como objetivo desenvolver um revestimento à base de gelatina com extrato aquoso de *Moringa oleífera* para aplicação em almôndegas, avaliando seu impacto na preservação das propriedades sensoriais e nutricionais durante o armazenamento refrigerado, com foco na extensão da vida útil do produto.

2. Metodologia

2.1. Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados, do Departamento de Ciências dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras.

2.2. Obtenção da matéria-prima

A *Moringa oleífera* foi colhida na Universidade Federal de Lavras, no Departamento de Agricultura (*Plataforma de pesquisas energéticas, G-oleos*) e transportada para o Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados.

As carnes e a gordura bovina foram adquiridas em um mercado localizado na cidade de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

2.3. Elaboração das almôndegas

A preparação das almôndegas seguiu a seguinte formulação: carne bovina moída (85 %), gordura bovina (10%), água gelada (4%) e sal (1%). A carne e a gordura bovina foram primeiramente moídas e, em seguida, homogeneizadas com o Sal e a água gelada até obter uma mistura uniforme. A massa resultante foi cuidadosamente moldada em porções de 40 gramas, sendo estas moldadas manualmente para a montagem do experimento.

2.4. Obtenção do extrato da *Moringa oleífera*

As folhas foram primeiramente lavadas até ficarem completamente limpas e, em seguida, secas com o papel toalha. Após essa etapa, foram submetidas à secagem em estufa a 40°C por 1 hora, antes de serem trituradas no liquidificador.

2.4.1. Extrato aquoso

O extrato aquoso foi preparado de acordo com o método descrito por Ahmed et al. (1998), onde 20 g de pó de folhas de *Moringa oleífera* foram misturados com 400 ml de água destilada e a mistura foi deixada por 24 horas em um agitador magnético em temperatura ambiente, depois filtrada por papel filtro. O filtrado foi conservado sob refrigeração a 4°C até o uso.

2.5. Elaboração dos revestimentos e aplicação

O revestimento das almôndegas foi preparado conforme a metodologia de Chin et al. (2017), com algumas modificações. A gelatina (13% p/v) foi preparada dissolvendo 13 g de pó de gelatina (L 154036B 23 M, Dr. Oetker) em 100 ml de água destilada. A mistura foi submetida à agitação com aquecimento (70 °C a 1100 rpm) por 30 minutos em agitador magnético. Após resfriar, o extrato de *Moringa oleífera* foi adicionado e a mistura agitada por 10 minutos. Foram realizados três tratamentos: CON (sem revestimento), T1 (gelatina sem extrato de *Moringa oleífera*) e T2 (gelatina com extrato de *Moringa oleífera*). As almôndegas foram imersas na solução de revestimento e dispostas em bandejas descartáveis. Elas foram armazenadas sob refrigeração ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) por 12 dias, com análises realizadas nos dias 0, 3, 6, 9 e 12.

2.6. Cor instrumenta

A análise de cor das almondegas foi realizada através de leitura direta de 3 pontos distintos das amostras em calorímetro Nix Mini Color Sensor (Nix Sensor Ltd., Canada), empregando a escala de cor CIELAB, com iluminante D65 e ângulo de observação de 10.

2.7. Determinação do pH

Os valores de pH foram medidos por leitura direta em um medidor portátil de pH (pHmetro Testo 206, Testo SE e Co. KGaA, Alemanha), previamente calibrados com soluções tampão de pH em pH 7,0 e 4,0, conforme os parâmetros descritos pela AOAC (2012).

2.8. Determinação da oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi avaliada pela determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) através de adaptações do método de extração aquosa descrito por (PikuL; Leszczynski; Kummerow, 1983).

2.9. Perda de peso por estocagem

As almôndegas foram pesadas individualmente no primeiro dia, registrando-se o peso inicial. Posteriormente, foram pesadas em intervalos de três dias para quantificar a perda de peso, sempre sob as mesmas condições e horários, para garantir consistência nas medições. A perda de peso foi determinada pela diferença entre o peso inicial e o peso registrado em cada dia subsequente, sendo expressa como uma porcentagem do peso inicial. (Campañone et al. 2002)

3. Resultados e discussão

Tabela 1 – Efeitos dos tratamentos (T) e do tempo de armazenamento (D) no pH e índices de cor de almôndegas bovinas armazenadas sob refrigeração.

Efeitos	pH	TBARs	Índices de cor				
			<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>C</i> *	<i>h</i> (°)
Tratamento							
CONT	5,38	1,01	34,68 ^a	3,42 ^{ab}	7,89	8,87	69,17
GEL	5,34	0,78	29,39 ^b	4,13 ^a	8,01	9,31	66,31
MOR	5,33	0,57	30,36 ^b	2,81 ^b	8,51	9,32	75,39

Dia							
0	5,39 ^{ab}	-	33,37	8,24 ^a	9,59 ^a	12,72 ^a	49,53 ^a
3	5,42 ^a	-	32,47	4,44 ^{bc}	9,07 ^{ab}	10,18 ^b	63,52 ^b
6	5,29 ^{bc}	0,62	33,42	2,93 ^{bcd}	8,32 ^{abc}	8,97 ^{bc}	71,07 ^{bc}
9	5,28 ^{bc}	0,86	30,13	1,22 ^{cde}	7,32 ^{bc}	7,50 ^c	80,22 ^c
12	5,35 ^b	0,88	28,00	0,42 ^{de}	6,38 ^c	6,46 ^d	87,10 ^c
EPM	0,01	0,12*	1,23	0,35	0,40	0,41	2,18
Pr > F ²							
T	0,052	0,067	0,011	0,039	0,515	0,673	0,019
D	<0,001	0,293	0,091	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
T×D	0,761	0,683	0,966	0,942	0,914	0,849	0,974

L* = luminosidade; a* = índice de vermelho; b* = índice de amarelo; C* = saturação; h = ângulo de tonalidade; e EPM = erro padrão da média (N = 15; *N=9).

Tratamentos: almôndegas sem revestimento (CONT), revestidas com gelatina (GEL) e revestidas com gelatina e extrato de moringa (MOR).

²Efeitos significativos ($P < 0,05$) foram representados em negrito.

(a-e) Médias seguidas por letras diferentes na coluna, dentro de um mesmo efeito, diferem entre si ($P < 0,05$).

Fonte: Do autor (2025).

Durante o armazenamento refrigerado das almôndegas, os parâmetros de cor (L*, a*, b* e ΔE) apresentaram as seguintes alterações ao longo de 12 dias. O tratamento com gelatina (T1) resultou em uma redução na luminosidade (L*) e aumento na vermelhidão (a*), proporcionando uma aparência visualmente mais atraente e caracteristicamente associada à carne fresca. Em contraste, o tratamento com moringa (T2) causou um escurecimento mais pronunciado (redução de L*), diminuição na intensidade da vermelhidão (a*) e aumento no amarelecimento (b*), alterando a cor para tonalidades mais amareladas. Embora o extrato de moringa tenha conferido uma maior proteção antioxidante, a mudança estética pode impactar negativamente a aceitação do consumidor, especialmente devido à preferência por carnes com coloração mais vermelha. O pH das amostras permaneceu estável entre os tratamentos, com valores próximos: 5,38 (CONT), 5,34 (T1-GEL) e 5,33 (T2-MOR), indicando que os tratamentos não causaram alterações significativas na acidez das almôndegas. Esses resultados estão em consonância com os achados de Prasajak et al. (2021), que observaram que a adição de extratos de folhas e vagens de *Moringa oleífera* nas almôndegas de porco não causou alterações significativas no valor de pH, mantendo-o estável ao longo do período de armazenamento. Esse resultado sugere que tanto a gelatina quanto a *Moringa oleífera* não afetaram a acidez, o que contribui para a preservação da textura e do sabor da carne."

Nos testes de oxidação lipídica, os índices de TBARS demonstraram uma redução significativa em comparação ao tratamento Controle (CONT) (1,01 mg MDA/kg). De

acordo com Wu et al. (1991), o valor máximo de TBARS observado em produtos cárneos foi de 1 mg MDA/kg de amostra. O tratamento com gelatina (T1) apresentou uma redução de 23% (0,78 mg MDA/kg), enquanto o tratamento com moringa (T2) obteve a maior diminuição, alcançando 44% (0,57 mg MDA/kg). Esses resultados reforçam o potencial antioxidante da *Moringa oleífera*, provavelmente devido à presença de compostos bioativos como flavonoides, fenóis e vitamina C, que atuam na neutralização de radicais livres e retardam a oxidação lipídica. Vongsak et al. (2013) relataram uma correlação positiva entre os níveis totais de flavonoides e compostos fenólicos e a capacidade de eliminação do radical DPPH pelo extrato etanólico das folhas de *Moringa oleífera*.

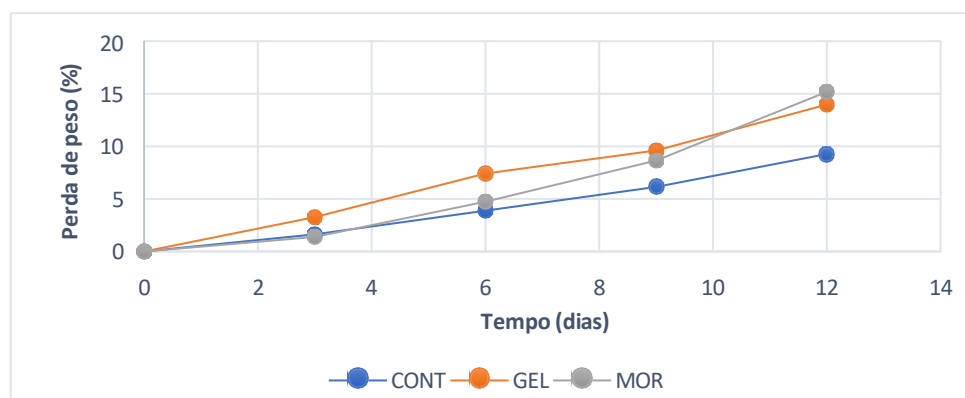


Figura 1 – Perda de peso das almôndegas durante 12 dias sob refrigeração

Fonte: Do autor (2025).

A perda de peso das almôndegas refrigeradas aumentou ao longo dos 12 dias de armazenamento, devido à evaporação da umidade superficial. Controle (CONT) apresentou a menor perda, abaixo de 10%. O tratamento com gelatina T1(GEL) teve perda intermediária, superior a 12%. Já o tratamento com extrato de *Moringa oleífera* T2(MOR) mostrou boa retenção de umidade nos primeiros três dias, mas a perda de peso cresceu gradualmente, ultrapassando 14% no final do período.

4. Conclusão

O revestimento com *Moringa oleífera* reduziu a oxidação lipídica das almôndegas, com T2(MOR) mostrando a maior redução de TBARS. T1(GEL) preservou melhor a cor, e o controle (CONT) teve maior retenção de peso. Assim, os revestimentos ajudaram na estabilidade antioxidante, mas o impacto nas características sensoriais varia conforme o tipo de revestimento.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

6. Referências

- Ahmad, I., Mehmood, Z., & Mohammad, F. (1998). *Triagem de algumas plantas medicinais indianas quanto às suas propriedades antimicrobianas*. Journal of Ethnopharmacology, 62(2), 183–193.

- AOAC. (2012). *Official Method of Analysis* (19th ed., pp. 121–130). Association of Analytical Chemists.
- Chin, S. S., Lyn, F. H., & Hanani, Z. N. (2017). *Effect of Aloe vera (Aloe barbadensis Miller) gel on the physical and functional properties of fish gelatin films as active packaging*. *Food Packaging and Shelf Life*, 12, 128–134. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.05.005>
- Campañone, L. A., Roche, L. A., Salvadori, V. O., & Mascheroni, R. H. (2002). Monitoring of weight losses in meat products during freezing and frozen storage. *Food Science and Technology International*, 8(4), 229–237. <https://doi.org/10.1106/108201302028555>
- Klein-Júnior, L. C., de Souza, M. R., Viaene, J., Bresolin, T. M. B., de Gasper, A. L., Henriques, A. T., & Heyden, Y. V. (2021). *Quality control of herbal medicines: from traditional techniques to state-of-the-art approaches*. *Medical Plant*, 87, 964–988. <https://doi.org/10.1055/a-1529-8339>
- Pikul, J., Leszczynski, D. E., & Kummerow, F. A. (1983). *Elimination of sample autoxidation by butylated hydroxytoluene additions before thiobarbituric acid assay for malonaldehyde in fat from chicken meat*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31(6), 1338–1342. <https://doi.org/10.1021/jf00120a047>
- P. Prasajak, P. Renumarn, W. Sriwichai e P. Detchewa, (2021). “Propriedades antioxidantes e antimicrobianas de extratos de folhas e vagens de Moringa oleifera em almôndegas de porco durante armazenamento refrigerado.”, *Chiang Mai Univ. J. Nat. Sci.*, 20, 1–14.
- Ribeiro, J. S., Santos, M. J. M. C., Silva, L. K. R., Pereira, L. C. L., Santos, I. A., da Silva Lannes, S. C., & da Silva, M. V. (2019). *Natural antioxidants used in meat products: A brief review*. *Meat Science*, 148, 181–188. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.10.016>
- Tatiyaborworntam, N., et al. (2022). *Paradoxical effects of lipolysis on the lipid oxidation in meat and meat products*. *Food Chemistry: X*, 14, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100317>
- Vongsak, B., Sithisarn, P., Mangmool, S., Thongpraditchote, S., Wongkrajang, Y., and Gritsanapan, S. 2013. Maximization of total phenolic, total flavonoid contents, and antioxidant activity of Moringa oleifera leaf extract by an appropriate extraction method. *Industrial Crops and Products*. 44: 566-571.
- Wu, W., Rule, D., Busboom, J., Field, R., & Ray, B. (1991). Early culture and storage time/temperature influence the quality of fermented lamb sausage. *Food Science Journal*, 56, 916-919. *fermentada*. *Revista de Ciência dos Alimentos*. 56: 916-919.

Perfil de compostos voláteis de batata-doce cultivar ‘BRS Amélia’

Joana Moratto Silva¹, Estela Corrêa de Azevedo², Danilo José Machado de Abreu³,
Elisângela Elena Nunes Carvalho⁴

^{1,2,4}Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Microbiologia Agrícola /DBI – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{joana.silva3, estela.azevedo}@estudante.ufla.br,

{danilo.abreu, elisangelacarvalho}@ufla.br

Abstract. Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) stands out among the main global food crops due to its versatility, nutritional value, and sensory potential. This study aimed to identify volatile compounds in the BRS Amélia genotype. A total of 27 volatile compounds were identified, distributed across six chemical classes, with terpenoids and aldehydes being the most representative. Compounds such as linalool, β -cyclocitral, β -ionone, hexanal, and benzaldehyde were associated with floral, fruity, citrus, herbal, and sweet notes. The results contribute to advancing the understanding of sweet potato volatile composition and provide support for breeding programs and sensory valorization of the tuber.

Keywords: Aromatic compounds; GC-MS; sensory profile.

Resumo. A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) destaca-se entre as principais culturas alimentares globais pela sua versatilidade, valor nutricional e potencial sensorial. O objetivo do trabalho foi identificar compostos voláteis da cultivar BRS Amélia (EMBRAPA). Foram identificados 27 compostos voláteis distribuídos em seis classes químicas, sendo os terpenoides e aldeídos os mais representativos. Compostos como linalol, β -ciclocitral, β -ionona, hexanal e benzaldeído foram associados a notas florais, frutadas, cítricas, herbais e doces. Os resultados contribuem para o avanço do conhecimento sobre a composição volátil da batata-doce e oferecem subsídios para programas de melhoramento e valorização sensorial do tubérculo.

Palavras-chave: Compostos aromáticos; GC-MS; perfil sensorial.

1. Introdução

A cultura de batata-doce (*Ipomoea batatas* L. Lam) ocupa posição de destaque entre os alimentos básicos mais cultivados e consumidos no mundo. Trata-se de uma cultura de ciclo curto e elevada resiliência a condições adversas, o que reforça sua relevância econômica e social, sobretudo em países da Ásia e da África, regiões marcadas por populações significativas e desafios socioeconômicos (Bach et al., 2021). Com produção global superior a 90 milhões de toneladas anuais, a espécie apresenta ampla diversidade de genótipos e variações de polpa, ricas em carboidratos, fibras, proteínas,

vitaminas, minerais e compostos bioativos (Shen et al., 2024; Escovar-Puentes, 2022). Utilizada tradicionalmente para consumo *in natura*, processamento industrial, produção de amido e alimentação animal, a batata-doce tem despertado, nos últimos anos, crescente interesse tanto dos produtores, pelo rendimento, quanto dos consumidores, por atributos sensoriais, como sabor, textura e aroma, fatores decisivos para a aceitação do produto. (Zhang et al., 2025; Zhang et al., 2021).

A cultivar BRS Amélia (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA) apresenta polpa alaranjada intensa, resultado de seu elevado teor de carotenoides, especialmente β -caroteno, que atua como pró-vitamina A. Embora contenha antocianinas, pigmentos associados a propriedades antioxidantes, estas se concentram em menor quantidade, sendo os carotenoides os principais responsáveis pela coloração e pelos benefícios nutricionais da cultivar (EMBRAPA, 2016).

O cozimento é responsável por realçar o sabor, pois as altas temperaturas levam à desnaturação de proteínas, gelatinização do amido, caramelização resultando na produção de uma variedade de compostos voláteis (Shen et al., 2024). O destaque para o preparo assado relata a formação de diversos Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) ativos no dentre os quais destacam-se maltol, fenilacetaldéido, metil-geranato, 2-pentil furano, β -ionona (Zhang et al., 2025).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo identificar os compostos voláteis na cv. BRS Amélia (EMBRAPA) visando contribuir para a compreensão do perfil aromático do tubérculo.

2. Metodologia

2.1. Obtenção e preparo das amostras

Os tubérculos foram cultivados e colhidos após 150 dias no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT) da Universidade Federal de Lavras – UFLA, no período de dezembro de 2024 a maio de 2025, no município de Ijaci, Minas Gerais, Brasil (21°09'51"S, 44°55'02"W, 833 m de altitude).

2.2. Extração dos voláteis

Os compostos voláteis foram extraídos pela técnica de microextração em fase sólida (SPME). A fibra de polidimetilsiloxano/divinilbenzeno (PDMS/DVB, 65 μ m, Supelco) foi utilizada para a separação dos compostos voláteis presentes na amostra. Um grama de batata-doce fresca foi transferido para frasco de vidro de 15 mL, pré-tratada a 100 °C por 30 min e extraída na mesma temperatura por mais 30 min, a seringa foi imediatamente levada ao injetor do cromatógrafo, no qual os compostos voláteis foram dessorvidos a 220 °C por 2 min (Adaptado de Zhang et al., 2025).

A identificação dos compostos voláteis foi realizada por cromatografia gasosa associada à espectrometria de massas. Para tanto, utilizou-se um aparelho Shimadzu CG-2010, com detector seletivo de massas modelo QP5050A, nas seguintes condições operacionais: coluna capilar de sílica fundida de 30 m $\times$ 0,25 mm e 0,25 μ m de espessura, fase estacionária 5% de difenil e 95% de polidimetilsiloxano (DB5); temperatura do injetor 220°C; temperatura inicial da coluna 40°C, aumentando 3°C por minuto até 240°C; gás de arraste hélio, com vazão de 1,0 ml min⁻¹ na coluna; razão de split 1:10; volume injetado 1 μ l e pressão inicial da coluna 100 KPa.

As condições do espectrômetro de massa foram detector de massa seletivo operando por impacto de elétrons e energia de impacto de 70 eV; velocidade de varredura de 1.000 m/zs^{-1} ; intervalo de varredura de 0,5 fragmentos/s e fragmentos detectados de 29 e 600 Da. Cada componente foi, tentativamente, identificado pela comparação de seus índices de retenção relativos à coinjeção de uma solução padrão de *n*-alcanos (Sigma–Aldrich, St. Louis, MO) e pela comparação dos espectros de massa do banco de dados da biblioteca Wiley (Wiley 8. FFNSC.1.2. lib e LIB). As concentrações dos constituintes presentes na fração volátil foram expressas pela porcentagem de área do cromatograma total de íons (área normalizada em porcentagem).

3. Resultados e discussão

Um total de 27 compostos voláteis foram identificados na batata-doce BRS Amélia e classificados em seis classes químicas: aldeídos, álcoois, cetonas, furanos, ésteres e terpenoides (Figura 1 A). A Figura 1B exibe a relação entre a percepção sensorial e os compostos característicos da batata-doce BRS Amélia, sintetizando a associação entre o que foi identificado na análise instrumental (GC-MS) e como os compostos são notados pelo paladar e olfato no momento do consumo do alimento.

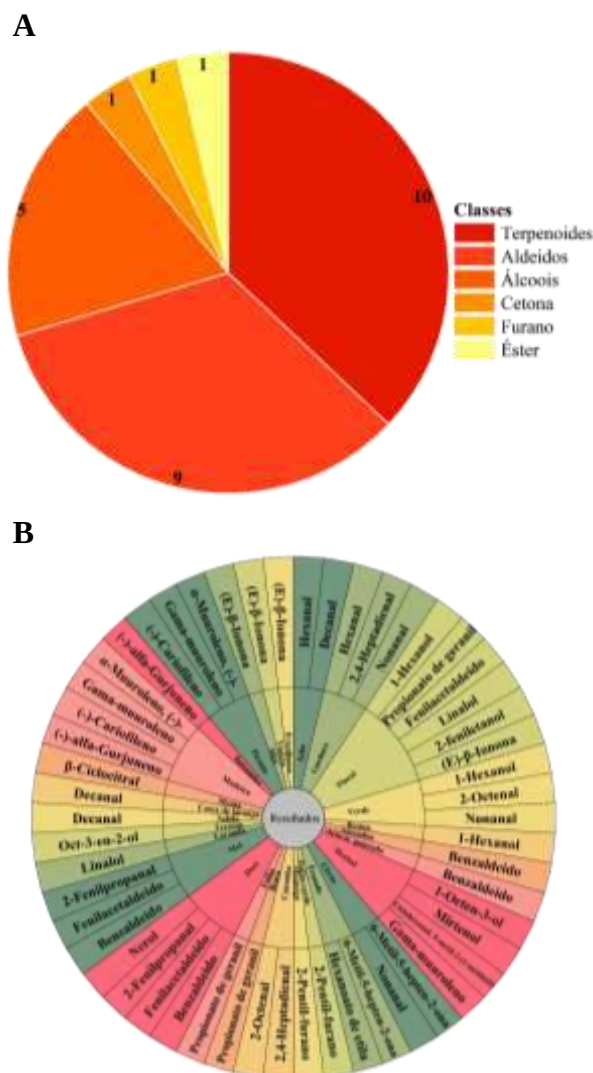


Figura 1. (A) Distribuição das classes de compostos voláteis de batata-doce BRS Amélia. (B) Relação entre percepção sensorial e compostos característicos da BRS Amélia.

Os terpenoides e aldeídos foram as classes mais representativas em termos de número de compostos, indicando que desempenham papel principal no aroma característico dessa cultivar. Entre os terpenoides, o linalol e o nerol estão associados a notas florais e adocicadas, enquanto o β -ciclocitral e a β -ionona conferem nuances de menta, violeta e framboesa. Nos aldeídos, o hexanal e o nonanal contribuem com percepções verdes e cítricas, enquanto o benzaldeído e o fenilacetaldéido estão ligados a notas adocicadas de amêndoa, mel e caramelo. Já compostos como o 2-pentil-furano e o hexanoato de etila intensificam características frutadas e amanteigadas, e álcoois como o 1-hexanol e o 2-feniletanol acrescentam toques herbais e florais. Dessa forma, a associação apresentada evidencia que o equilíbrio entre compostos de diferentes classes resulta em um perfil aromático complexo, no qual notas florais, frutadas e adocicadas são mais facilmente percebidas pelo consumidor. (Zhang et al., 2021; Zhang et al., 2025; Shen et al. 2024).

Na Tabela 1 são apresentados os compostos voláteis identificados na batata-doce BRS Amélia, organizados por classe química, fórmula molecular, estrutura química e percepção sensorial. Os terpenoides, como linalol, mirtenol, β -ciclocitral, nerol, (-)-alfa-gurjuneno, (-)-cariofileno, gama-muuroleno, (E)- β -ionona e α -muuroleno, conferem aromas florais, herbais, balsâmicos, frutados e picantes. Já os aldeídos, incluindo hexanal, benzaldeído, 2,4-heptadienal, fenilacetaldéido, 2-octenal, nonanal, 2-fenilpropanal e decanal, estão associados a notas de gordura, doce, mel, castanha e casca de laranja (Zhang et al., 2025).

O β -ciclocitral é um apocarotenoide volátil derivado da oxidação do β -caroteno (Havaux, 2020). Sua identificação, pode estar relacionada à degradação térmica de carotenoides durante o cozimento, processo responsável pela liberação de apocarotenoides em raízes de batata-doce (He et al., 2025; Shen et al., 2024).

Tabela 1. Identificação de compostos voláteis em batata-doce BRS Amélia

Classe	Composto	Fórmula molecular	Percepção sensorial
Aldeído	Hexanal	C ₆ H ₁₂ O	Sebo, gordura
Álcool	1-Hexanol	C ₆ H ₁₄ O	Resina, floral, verde
Aldeído	Benzaldeído	C ₇ H ₆ O	Amêndoa, açúcar queimado
Álcool	1-Octen-3-ol	C ₈ H ₁₆ O	Herbal
Cetona	6-Metil-5-hepten-2-ona	C ₈ H ₁₄ O	Citros, frutado
Furano	2-Pentil-furano	C ₉ H ₁₄ O	Feijão verde, manteiga
Éster	Hexanoato de etila	C ₈ H ₁₆ O ₂	Frutado
Aldeído	2,4-Heptadienal	C ₇ H ₁₀ O	Castanha, gordura
Terpenoides	Propionato de geranil	C ₁₃ H ₂₂ O ₂	Rosa, folha, floral
Aldeído	Fenilacetaldéido	C ₈ H ₈ O	Doce, floral, mel
Aldeído	2-Octenal	C ₈ H ₁₄ O	Verde, castanha
Aldeído	Benzaldeído	C ₇ H ₆ O	Doce, mel
Terpenoides	Linalol	C ₁₀ H ₁₈ O	Floral, lavanda
Aldeído	Nonanal	C ₉ H ₁₈ O	Gordura, citrus, verde

Álcool	Oct-3-en-2-ol	C ₈ H ₁₆ O	Terroso
Álcool	2-feniletanol	C ₈ H ₁₀ O	Floral
Aldeído	2-Fenilpropanal	C ₉ H ₁₀ O	Mel, doce
Terpenoides	Mirtenol	C ₁₀ H ₁₆ O	Herbal
Aldeído	Decanal	C ₁₀ H ₂₀ O	Sabão, casca de laranja, sebo
Terpenoides	β-Ciclocitral	C ₁₀ H ₁₆ O	Menta
Terpenoides	Nerol	C ₁₀ H ₁₈ O	Doce
Álcool	Ciclohexanol, 5-metil-2-(1-metiletil)-(1α,2β,5β)	C ₁₀ H ₂₀ O	Herbal
Terpenoides	(-)-alfa-Gurjuneno	C ₁₅ H ₂₄	Madeira, balsâmico
Terpenoides	(-)-Cariofileno	C ₁₅ H ₂₄	Madeira, picante
Terpenoides	Gama-muuroleno	C ₁₅ H ₂₄	Picante, madeira, herbal
Terpenoides	(E)-β-Ionona	C ₁₃ H ₂₀ O ₂	Alga, violeta, floral, framboesa
Terpenoides	α-Muuroleno, (-)-	C ₁₅ H ₂₄	Madeira, picante

As demais classes, como álcoois (1-hexanol, 1-octen-3-ol, oct-3-en-2-ol, 2-feniletanol, ciclohexanol), cetonas (6-metil-5-hepten-2-ona), furanos (2-pentil-furano) e ésteres (hexanoato de etila), embora menos abundantes, contribuem com nuances verdes, herbais, frutadas e cítricas, aumentando a complexidade sensorial da polpa. Dessa forma, a combinação de diferentes classes e compostos voláteis resulta em um perfil aromático complexo e equilibrado, característico dessa cultivar (He et al., 2025; Yao et al., 2024).

O perfil de compostos voláteis exposto acima, sugere que a predominância de terpenoides e aldeídos é determinante para o aroma da batata-doce BRS Amélia, com os álcoois, cetonas, furanos e ésteres atuando como complementos aromáticos. Este padrão é consistente com estudos anteriores que identificaram aldeídos e terpenoides como as principais classes de compostos voláteis em diferentes variedades de batata-doce, sendo responsáveis por notas doces, frutadas e herbais (Zhang et al., 2025; Shen et al., 2024; He et al., 2025).

Em síntese, a combinação de terpenoides, aldeídos com álcoois complementares resulta em um perfil aromático complexo e equilibrado, característico da BRS Amélia, destacando sua potencialidade sensorial e relevância para consumo e processamento.

4. Conclusão

A caracterização dos compostos voláteis da batata-doce BRS Amélia evidenciou a predominância de terpenoides e aldeídos, classes responsáveis por notas florais, frutadas e doces, que definem o perfil aromático dessa cultivar. Compostos como linalol, β-ciclocitral, β-ionona, hexanal e benzaldeído foram determinantes para a expressão das principais percepções sensoriais associadas. A integração entre diferentes classes químicas resultou em um perfil equilibrado e complexo, destacando a potencialidade sensorial da cultivar para consumo *in natura* e aplicações em processamento. Esses resultados contribuem para o fortalecimento de programas de estudo e melhoramento

voltados à qualidade sensorial e valorização do consumo e consequente comércio da batata-doce.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG, que tornaram possível a execução desse trabalho.

5. Referências

- BACH, D. et al. Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.): a versatile raw material for the food industry. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 64, p. e21200568, 2021. DOI: 10.1590/1678-4324-2021200568.
- EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. Batata-doce: BRS Amélia. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. Disponível em: https://bs.sede.embrapa.br/2016/relatorios/climatemperado_2016_batatadoceamelia.pdf. Acesso em: 27 set. 2025.
- ESCOVAR-PUENTES, A. A. et al. Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Phenotypes: From Agroindustry to Health Effects. **Foods**, v. 11, n. 7, p. 1058, 2022. DOI: 10.3390/foods11071058.
- HAVAUX, M. β -Cyclocitral and derivatives: Emerging molecular signals serving multiple biological functions. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 155, p. 35-41, 2020. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.07.032
- HE, S. et al. Effects of different roasting conditions on sugars profile, volatile compounds, carotenoids and antioxidant activities of orange-fleshed sweet potato. **Food Chemistry: X**, v. 25, 2025. DOI: 10.1016/j.fochx.2025.102201.
- SHEN, X. et al. Volatile compounds analysis and sensory profiling of four colored roasted sweet potatoes via HS-SPME GC-O-MS and HS-SPME GC $\times$ GC-TOF MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 131, 2024. DOI: 10.1016/j.jfca.2024.106256.
- YAO, Y. et al. Exploration of Raw Pigmented-Fleshed Sweet Potatoes Volatile Organic Compounds and the Precursors. **Molecules**, v. 29, n. 606, 2024. DOI: 10.3390/molecules29030606.
- ZHANG, J. et al. Impact of cyclic temperature treatments on sweetpotato saccharification: starch gelatinization dynamics and soluble sugar modulation. **LWT – Food Science and Technology**, 2025, 118492. DOI: 10.1016/j.lwt.2025.118492.
- ZHANG, R. et al. Characterization of volatile compounds profiles and identification of key volatile and odor-active compounds in 40 sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) varieties. **Food Chemistry: X**, v. 25, 2025. DOI: 10.1016/j.fochx.2024.102058.
- ZHANG, R. et al. Optimization of HS-SPME for GC-MS Analysis and Its Application in Characterization of Volatile Compounds in Sweet Potato. **Molecules**, v. 26, n. 5808, 2021. DOI: 10.3390/molecules26195808.

Variação do pH no extrato de café conilon durante o processo de torra padrão

Matheus Robim¹, Luisa Pereira Figueiredo¹, Jefferson Luiz Gomes Corrêa¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Matheus.marques4@estudante.ufla.br, luisa.figueiredo@ufla.br, jefferson@ufla.br

Abstract. *Acidity is among the main attributes evaluated in specialty coffee and is directly associated with low pH values. However, there is limited information regarding the impact of roasting on specialty Conilon coffee. The objective of this study was to investigate the variation in pH during each minute of the standard roasting process defined by the Specialty Coffee Association, aiming to provide a better understanding of Conilon coffee roasting. Twelve samples were roasted in duplicate, extracted with distilled water, and analyzed in duplicate using a pH meter. A marked decrease in pH with time of roasting was observed indicating a continuous formation of acids during this process.*

Keywords: *Acidity, Roasting curve, SCA.*

Resumo. *A acidez se encontra entre os principais atributos avaliados do café especial e está diretamente ligada a baixos valores de pH. Enquanto isso, são poucas as informações sobre o impacto da torra para o café especial conilon. O objetivo deste trabalho foi estudar a variação do pH durante cada minuto de torra padrão da Specialty Coffee Association (SCA) e permitir compreender melhor a torra do café conilon. Foram torradas 12 amostras em duplicata, extraídas em água destilada e analisadas também em duplicata por pHmetro. Observou-se diminuição acentuada do pH com o tempo de torração, de ácidos neste processo.*

Palavras-chave: *Acidez, Curva de torra, SCA.*

1. Informações Gerais

A qualidade e o perfil sensorial do café estão relacionados com vários compostos químicos, cuja presença e intensidade são derivadas de uma série de fatores que vão desde o cultivo até o preparo da bebida. Dentre os 10 principais atributos avaliados para cafés especiais, a acidez impacta diretamente a aceitação do consumidor, podendo valorizar o café favorecendo a percepção de diversas notas sensoriais [Anokye-Bempah et al. 2024; Batali et al. 2021; Debona et al. 2025; Specialty Coffee Association 2005].

As transformações químicas que ocorrem durante o processo de torra são cruciais para o desenvolvimento desses atributos, influenciando significativamente o pH, de acordo com o nível de torra. Essas mudanças ocorrem pela formação e degradação de diversos ácidos

orgânicos e compostos fenólicos [Anokye-Bempah et al. 2024; Laukalēja, Krūma e Cinkmanis 2022].

Geralmente, o café arábica é o mais comercializado e pesquisado, resultando em lacunas na literatura acerca de diversas informações de outras espécies. Historicamente a espécie *Coffea canephora* foi subvalorizada e percebida como de qualidade inferior, contudo a variedade conhecida como Conilon tem ganhado reconhecimento devido a avanços em práticas de cultivo e processamento, demonstrando um potencial não muito explorado para bebidas de alta qualidade. Estudos já demonstram que, comparativamente ao Arábica, o café Conilon tende a apresentar um pH mais alto (menos ácido) e menor acidez total. No entanto, as especificidades da dinâmica do pH no Conilon durante a torra, e como isso pode ser otimizado para realçar seu perfil em cafés especiais, são algumas das informações que necessitam de maior investigação [Embrapa 2025; Laukalēja, Krūma e Cinkmanis 2022; Rusinek et al. 2024].

Este trabalho teve como objetivo analisar a interação entre o processo de uma curva de torra (CT) padrão da Specialty Coffee Association (SCA) e o pH no café Conilon especial, relacionando as reações da torra às variações de acidez e as implicações para a qualidade sensorial da bebida. Com os resultados busca-se contribuir para o desenvolvimento de perfis de torra que valorizem os atributos do Conilon, favorecendo sua presença no crescente mercado de cafés especiais.

2. Material e métodos

2.1 Material

Utilizou-se café da espécie *Coffea canephora*, variedade Conilon Vitória, cultivar Incaper 8142, cereja descascado, com 85 pontos na escala sensorial da Specialty Coffee Association (SCA), oriundo do estado do Espírito Santo.

2.2 Curvas de torra

Foram pesados 100,00 g do café e direcionados ao torrador (Mini Roaster 100, WE x SUJI, Indonésia). Durante todo o processo, a temperatura de entrada dos grãos no equipamento foi mantida em 170 °C. As torras foram realizadas em duplicata, com tempos finais variando de 1 a 12 min, com acréscimos graduais de 1 min até atingir a torra padrão pré-estabelecida de 12 min. O acompanhamento do processo foi feito por meio do *software* Artisan v3.1.4, possibilitando a obtenção das curvas de torra (CT). As etapas que foram utilizadas como base para controle do processo de torra foram: o momento exato em que o leito de grãos começa a elevar a temperatura junto com o torrador, conhecido como ponto de virada, a etapa em que o grão atinge coloração amarelo-palha característica, chamado de fim da fase da seca e a fase de “*crack*”, que é atingida quando são percebidos pequenos estalos no leito de grãos, indicando ruptura das paredes internas do grão devido a volatilização de gases provindos de diversas reações.

Após a torra, as amostras permaneceram em repouso por 24 h para resfriamento, estabilização da temperatura e ajuste do teor de umidade. Em seguida, foram dispostas em embalagens laminadas com válvula e congeladas até a realização da análise.

O fornecimento de energia para o processo ocorreu por meio de uma chama a gás, cuja pressão foi mantida em 0,5 bar nos primeiros 5 min e posteriormente elevada para

1,0 bar. Além disso, um orifício de entrada de ar no torrador foi aberto após o início do primeiro *crack*.

2.3 Extrato para análise de pH

O extrato foi conduzido conforme Cardoso et al. (2024), com modificações. Foram pesados 1g de amostra e adicionados 10 mL de água destilada, dispostos em mesa agitadora por 15 min e centrifugados em 11000 rpm pelo mesmo tempo. Logo após foram separados o extrato líquido do resíduo sólido ao fundo. O extrato líquido foi utilizado para medição de pH.

2.4 Análise de pH

O pH em cada amostra foi determinado por meio de um pHmetro (Tecnal R-TEC-7/2-MP) ao imergir o eletrodo no extrato de café.

2.5 Regressão

Os dados foram analisados por meio de regressão polinomial quadrática para obtenção do perfil comportamental, utilizando o *software* Statistica 14.1.0.8 (STATISTICA ANALYSIS, 2024).

3. Resultados e Discussão

3.1 Curva de torra

Na Figura 1 tem-se a evolução da temperatura interna do torrador ao longo dos 12 min de torra. O *turn point* foi observado em 1:06 min, quando a curva registra a menor temperatura após a inserção dos grãos que estavam em temperatura ambiente. A *drying phase* terminou aos 6 minutos, quando o leito de grãos atingiu a coloração amarelo-palha característica; o primeiro *crack* foi identificado em 11 min e a temperatura de saída foi aos 12 min com a temperatura em 205 °C. Para manter a torra dentro do tempo planejado, a pressão da chama foi aumentada após 5 min, por outro lado, a abertura do orifício de ar no início do *first crack* permitiu estender levemente o tempo de torra e prolongar esta etapa. A coloração e fragrância dos grãos foram fatores analisados para decidir o término da torra.

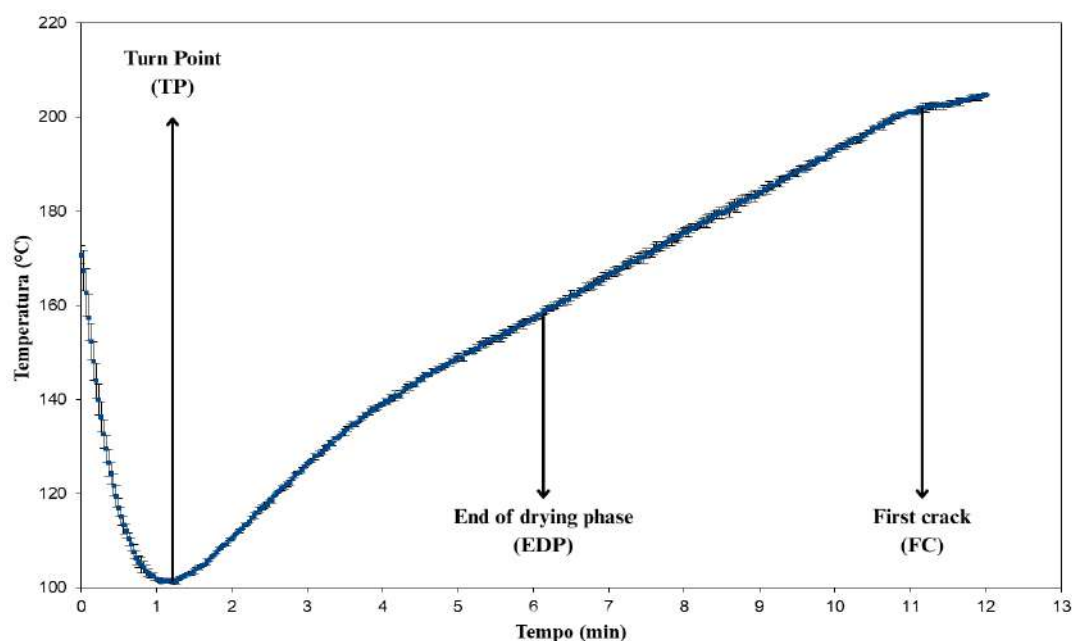


Figura 1 – Curva de torra do café conilon.

A curva de torra (CT) apresentada na Figura 1 foi obtida visando um equilíbrio entre a acidez e outros atributos presentes no café, como doçura, aroma e corpo.

No trabalho realizado por Debona et al. (2025), os autores concluíram que o ponto de torra do café conilon foi alcançado aos 10 min e 217 °C, não distante da torra elaborada neste experimento.

3.1 Análise de pH

Em um estudo com o café arábica conduzido por Anokye-Bempah et al. (2024), foi verificado um aumento da acidez titulável (AT) até o *first crack*, seguido de um aumento na AT do início do *first crack* ao *second crack*. Além disso, a AT está diretamente relacionada com o pH e ambos estão relacionados a ácidos formados e degradados durante a torra do café. Como o presente experimento não teve como objetivo analisar a influência da torra até o *second crack*, pois descaracterizaria a torra padrão da SCA, não se verificou o possível aumento do pH nessa fase. A Figura 2 representa a variação de pH no decorrer da torra por meio de uma regressão polinomial quadrática com R^2 de 97,06%.

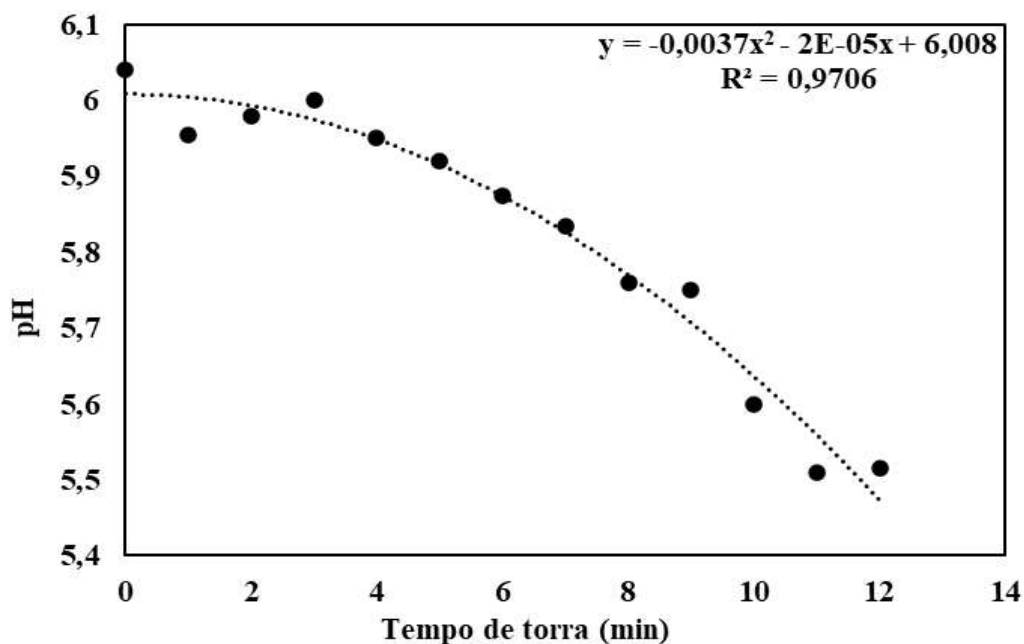


Figura 2 – Variação do pH com o tempo de torra e sua respectiva regressão ao longo do tempo.

Pode-se observar (Figura 2), que houve um decréscimo no pH, com maior intensidade após o minuto 4, ao atingir a temperatura de $140,85 \pm 0,85$ °C, indicando que a formação dos ácidos pode ter sido intensificada neste momento da torra. Tal dado condiz com o fato de que muitos dos ácidos gerados durante a torra provém da hidrólise de carboidratos ao formar ácidos alifáticos, como o fórmico e o acético. Outros ácidos que também contribuem para o sensorial do café e acidez percebida, são o cítrico e málico, que são degradados em torras mais escuras e temperaturas mais elevadas do que as utilizadas neste experimento [Batali et al. 2021].

Lima Filho et al. (2013) encontraram para o café conilon descascado cru e torrado (torra média), valores de $5,79 \pm 0,04$ e $5,27 \pm 0,04$, respectivamente, enquanto que no presente trabalho, estes valores oscilaram de $6,04 \pm 0,02$ para o grão cru e $5,52 \pm 0,02$ para o grão torrado até o minuto 12 e em temperatura de $204,75 \pm 0,25$ °C. Ambos estudos confirmam a queda do pH até a torra média.

No estudo feito por Anokye-Bempah et al. (2024), relataram que o pico de acidez ocorre ao atingir o *first crack*, que no caso deste experimento, foi aos 11 minutos aos $202,25 \pm 0,25$ °C, o que também pode ser visto na Figura 2, com o pH correspondente ao minuto 12 sendo o primeiro maior que o anterior, desde o minuto 3 em relação ao 2.

4. Conclusão

Com este estudo, permite-se concluir que o pH do café conilon é influenciado diretamente pelo tempo e temperatura de torra, decrescendo gradualmente até o *first crack* aos 11 minutos de torra. De forma similar ao arábica, os ácidos seguem sendo formados durante este tempo para a torra média. Variações na curva de torra ocorrem a depender do lote de café, mas a dinâmica de variação do pH tende a seguir o perfil deste estudo, o que pode auxiliar na tomada de decisão de profissionais da torra.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

- Anokye-Bempah, L., et al.** (2024) “The effect of roast profiles on the dynamics of titratable acidity during coffee roasting”, *Scientific Reports*, 14(1), p. 8237.
- Batali, M. E., et al.** (2021) “Titratable acidity, perceived sourness, and liking of acidity in drip brewed coffee”, *ACS Food Science & Technology*, 1(4), p. 559–569.
- Debona, D. G., et al.** (2025) “Comprehensive evaluation of volatile compounds and sensory profiles of coffee throughout the roasting process”, *Food Chemistry*, 478, p. 143586.
- Embrapa** (2024) “Produção mundial de café foi estimada em 176,2 milhões de sacas para o período acumulado de outubro de 2024 a setembro de 2025”, Brasília: Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/94282103/producao-mundial-de-cafe-foi-estimada-em-1762-milhoes-de-sacas-para-o-periodo-acumulado-de-outubro-de-2024-a-setembro-de-2025>, Acesso em: 17 setembro 2025.
- Laukalēja, I., Krūma, Z. and Cinkmanis, I.** (2022) “Impact of the roast level on chemical composition of coffee from Colombia”, *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, De Gruyter Poland, p. 145–151.
- Lima Filho, T., et al.** (2013) “Composição físico-química e qualidade sensorial de café conilon produzido no Estado do Espírito Santo e submetido a diferentes formas de processamento”, *Semina: Ciências Agrárias*, 34(4), p. 1723–1730.
- Rusinek, R., et al.** (2024) “Effect of the roasting level on the content of bioactive and aromatic compounds in Arabica coffee beans”, *International Agrophysics*, 38(1).
- Specialty Coffee Association** (2005) *SCAA Cupping Protocols: Protocolo de degustação de café*. Specialty Coffee Association, Seattle, USA. Disponível em: <https://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>, Acesso em: 17 Setembro 2025.

DETERMINAÇÃO DE ÉSTERES, ALDEÍDOS E AÇÚCARES EM CACHAÇAS COMERCIALIZADAS NA ZONA DA MATA MINEIRA

Pedro Henrique Narcizo Barbosa¹; Maria das Graças Cardoso²; Wilder Douglas Santiago³; Antonia Isadora Fernandes⁴; Wilton Amaral do Santos⁵; Daniel Dantas Campelo⁶

¹ Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Química/ICN- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³ Departamento de Química/ICN- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴ Departamento de Química/ICN- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁵ Departamento de Química/ICN- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁶ Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

{pedro.barbosa1@estudante.ufla.br,mcardoso@ufla.br,
wildaoquimica@msn.com,antonia.fernandes1@estudante.ufla.br,
wilton.santos1@estudante.ufla.br,daniel.campelo@estudante.ufla.br}

Abstract.

Cachaça is a traditional Brazilian alcoholic beverage obtained from the distillation of fermented sugarcane juice, with an alcohol content ranging from 38–48% v/v. It stands out for its economic importance and exportation to several countries. This study evaluated ten commercial samples from the municipality of Rio Pomba, Minas Gerais, quantifying esters, aldehydes, and sugars according to official methods established by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA). Ester contents ranged from 24.17 to 97.22 mg/100 mL of anhydrous alcohol (a.a.). Aldehyde concentrations varied between 3.90 and 20.63 mg/100 mL a.a., below the limit of 30 mg/100 mL a.a., thus avoiding toxicological risks. Sugar levels ranged from 0.00 to 2.07 g/L, below the maximum allowed limit of 6 g/L. All samples complied with current legislation, demonstrating good manufacturing practices and ensuring quality and consumer safety.

Keywords: *Cachaça; Quality Control; Physicochemical analysis*

Resumo

A cachaça é a bebida alcoólica tipicamente brasileira, obtida da destilação do caldo de cana fermentado, com graduação de 38–48% v/v, destacando-se pela relevância econômica e exportação para diversos países. Este estudo avaliou dez amostras comerciais do município de Rio Pomba-MG, quantificando ésteres, aldeídos e açúcares segundo métodos oficiais do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os ésteres variaram de 24,17 a 97,22 mg/100 mL de álcool anidro (a.a.). Os aldeídos ficaram entre 3,90 a 20,63 mg/100 mL a.a., abaixo do limite de 30 mg/100 mL a.a., evitando riscos toxicológicos. Os açúcares oscilaram entre 0,00 e 2,07 g/L, inferiores ao máximo de 6 g/L permitido. Todas as amostras atenderam à legislação vigente, demonstrando boas práticas de fabricação e garantindo qualidade e segurança ao consumidor.

Palavras-chave: *Cachaça; Controle de qualidade; Análise físico-química.*

1.0 Introdução

Cachaça é a bebida alcóolica genuinamente brasileira, obtida por meio da destilação do caldo de cana-de-açúcar fermentado com graduação alcóolica entre 38% a 48%, podendo ainda ser armazenada ou envelhecida, adoçada ou não e deve seguir os parâmetros de identidade e qualidade dispostos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com a finalidade de assegurar a qualidade de bebida e a segurança dos consumidores (Brasil, 2022). Dados do Anuário da Cachaça citam que o número de alambiques registrados em 2024, foi de 1.266 estabelecimentos, sendo a região sudeste a detentora do maior número de estabelecimentos com 828 registros e dentro da região sudeste destaca-se o estado de Minas Gerais com 501 estabelecimentos. O país exportou no mesmo ano de referência para 74 países diferentes, totalizando 6.661.879L, gerando US\$14.544.205, sendo os principais países Paraguai, Alemanha e Estados Unidos (Brasil, 2024).

Os aldeídos são compostos voláteis formados como subprodutos da fermentação uma vez que são produtos da oxidação de álcoois. O etanal (acetaldeído) é o principal aldeído presente na bebida. Este composto é de grande importância visto que com o decorrer do tempo de descanso da bebida a concentração do etanal diminui por meio de reações de oxidação, levando a formação de ácido acético. Este composto apresenta odores penetrantes, geralmente enjoativos, e que são considerados indesejáveis no produto (Cardoso, 2020).

Os ésteres representam a maior parte de compostos aromáticos em bebidas alcoólicas devido à baixa massa molecular e ausência de ligações intermoleculares de hidrogênio, contribuindo para a maior volatilidade dos compostos. Em bebidas alcoólicas como a cachaça o éster mais comum é o acetato de etila, visto que o álcool majoritário é o etanol e o ácido majoritário é o ácido etanoico (Cardoso, 2020).

O açúcar (sacarose) é um dissacarídeo presente na matéria prima empregada na produção da cachaça. Este carboidrato é metabolizado pela levedura produzindo etanol, gás carbônico e compostos secundários por meio de vias metabólicas. Podendo este mesmo açúcar ser adicionado a bebida para adicionar doçura a mesma. É válido ressaltar que cachaça não deve possuir concentrações superiores a 6 g/L de açúcar, e cachaça adoçada não deve exceder 30 g/L (Brasil, 2022).

O objetivo do estudo foi analisar e quantificar por meio de análises físico-químicas os parâmetros de ésteres, aldeídos e açúcar nas cachaças adquiridas de forma aleatória comercialmente no município de Rio Pomba-MG.

2.0 Material e métodos

Os métodos analíticos basearam-se na Instrução Normativa nº13 de setembro de 2005 (Brasil, 2005). O espaço amostral consistiu em 10 amostras de cachaças diferentes adquiridas comercialmente e de maneira aleatória no município de Rio Pomba.

A determinação dos ésteres foi realizada por meio da titulação dos ácidos carboxílicos obtidos por transesterificação dos ésteres presentes nas amostras. A quantificação dos ésteres foi realizada com base em sua hidrólise alcalina, seguida da titulação dos ácidos liberados, com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 mol/L.

Os resultados obtidos foram expressos em miligramas de acetato de etila por 100 mL de álcool anidro (Amado, 2024).

Os aldeídos foram determinados por meio de métodos iodométricos, titulando-se o SO₂ produzido durante a análise. A quantidade de aldeídos presentes nas amostras foi expressa em gramas de aldeído acético por 100 mL da amostra ou por 100 mL de álcool anidro (Amado, 2024).

Os açúcares totais foram quantificados por titulação, segundo o método de Lane-Eyon, com o uso da solução de Fehling, baseado na redução do cobre alcalino do reagente a óxido cuproso. O ponto final é indicado pelo azul de metileno e expressos em g/L (Marques, 2024).

3.0 Resultados e Discussão

A tabela 1 apresenta as concentrações de ésteres, aldeídos e açúcares encontradas para as amostras comerciais de cachaça.

Tabela 1: Concentrações de ésteres, aldeídos e açúcares nas amostras estudadas

Amostra	Ésteres (mg/100mL a.a)	Aldeídos (mg/100mL a.a)	Açúcares (g/L)
1	33,65(±1,41)	5,34(±0,35)	0,58(±0,14)
2	29,32(±0,93)	8,89(±0,54)	0,05(±0,08)
3	28,44(±1,55)	19,47(±0,19)	0,82(±0,17)
4	24,17(±1,54)	20,63(±0,20)	0,53(±0,33)
5	25,90(±0,01)	14,74(±0,49)	0,00(±0,00)
6	79,61(±0,65)	10,44(±0,20)	2,07(±0,17)
7	97,22(±0,96)	3,90(±0,63)	0,00(±0)
8	42,92(±0,64)	11,94(±0,02)	0,00(±0)
9	40,56(±1,07)	8,97(±3,0)	0,00(±0)
10	24,40(±0,02)	8,38(±0,28)	0,00(±0)

As concentrações de ésteres variaram de 24,17 a 97,22 mg/100mL a.a. Os ésteres são compostos de grande importância para a aroma da cachaça, visto que são voláteis e apresentam perfil sensorial atrativo. Compostos como o acetato de etila e o lactato de etila. O acetato de etila proporciona a bebida aroma frutado e o lactato de etila proporciona o aroma que remete a nozes (Maia; Marinho; Nelson, 2021).

As concentrações de aldeídos variaram de 3,90 a 20,63 mg/100mL a.a. Os aldeídos são compostos provenientes das vias metabólicas das leveduras como produtos da fermentação e principalmente por meio de oxidação de álcoois. A importância dos aldeídos está relacionada diretamente a saúde do consumidor, visto que o excesso deles

no organismo pode gerar estresse oxidativo, efeitos adversos no fígado, e maior risco de mutagenicidade a longo prazo (Cardoso, 2020).

A concentração de açúcares variou de 0 a 2,07 g/L. A sacarose pode ser empregada também para fornecer sabor doce a bebida, e uma vez adicionado ao produto em concentrações superiores a 6g/L deve ser citado no rótulo que trata-se de um produto adoçado; este fato não observado neste estudo (Brasil, 2022).

Todas as amostras analisadas estão em acordo com a Portaria do MAPA n° 539/2022, que estabelece valores máximos de 200 mg/100mL a.a para ésteres, 30 mg/100mL a.a para aldeído e inferior a 6g/L para cachaça (Brasil, 2022).

Corroborando com estudos realizados por Duarte et al., (2024), Silva et al., (2020), Maia, A. B.; Marinho, L. S.; Nelson, D. L., (2021), que também avaliaram estes compostos é possível perceber que todos os parâmetros estão em acordo com a legislação vigente (Brasil, 2022).

4.0 Conclusão

Com base nos resultados descritos acima é possível afirmar que todas as cachaças avaliadas neste estudo estão de acordo com a legislação brasileira vigente uma vez que todas as amostras estão com os resultados inferiores ao máximo permitido pelo MAPA, Demonstrando que os produtores seguem as Boas Práticas de Fabricação (BPF), entregando assim para o consumidor produtos de qualidade.

Agradecimentos

À CAPES, Fapemig, CNPQ, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Química e ao programa de Ciência dos Alimentos.

Referências

AMADO, Giovana Mafra. *Comparação da composição fenólica e físico-química de cachaças envelhecidas em carvalho (Quercus sp.) e em amburana (Amburana cearensis) com um blend desenvolvido*. 2024. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufla.br/handle/1/59654>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria n.º 539, de 26 de dezembro de 2022**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para a cachaça e dispõe sobre o uso de madeiras no armazenamento e envelhecimento. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 27 dez. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa SDA n° 24, de 8 de setembro de 2005**. Aprova o Manual Operacional de Bebidas e Vinagre. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 174, p. 11, 12 set. 2005.

CARDOSO, M. G. **Produção de aguardente de cana**. 4 ed. Lavras: Editora UFLA, 2020.

DUARTE, Nelson José Leme et al. A química dos blends de cachaça em diferentes madeiras. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 8, p. e11213846631-e11213846631, 2024.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil). **Anuário da Cachaça 2025: ano de referência 2024**. Brasília: MAPA, Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal, 2025. 52 p.

MARQUES, Maria Augusta Lanza de Sá e Melo. **Efeito das impurezas vegetais da cana-de-açúcar sobre a qualidade da cachaça**. 2024. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) — Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2024.

Maia, A. B.; Marinho, L. S.; Nelson, D. L. Relevance of ethyl lactate among the cachaça esters. **RECIMA21 – Revista Científica Multidisciplinar: Ciências Exatas e da Terra, Sociais, da Saúde, Humanas e Engenharia/Tecnologia**, v. 2, n. 6, 2021. Submetido em: 22 jun. 2021; aprovado em: 12 jul. 2021.

Silva, J. et al. Volatile compounds in cachaças obtained from three sugarcane varieties cultivated under the managements: Organic, conventional and without fertilization. **Química Nova**. v. 43, n. 9, p. 1227-1233, 2020.

Efeito de solventes de extração e da origem geográfica nos teores de compostos fenólicos das diferentes frações do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)

Maria Luiza Bianchetti Furtado¹, Lorrane Ribeiro de Souza¹, Gabriela Fonseca Leal¹, Eduardo Valério Vilas-Boas¹, Fabiana Queiroz¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{maria.furtado3,lorrane.souza}@estudante.ufla.br,
{evbvboas, fqueiroz}@ufla.br

Abstract. *Pequi (Caryocar brasiliense Camb.), a native fruit from the Brazilian Cerrado, is rich in bioactive compounds, particularly phenolics. This study evaluated the effects of extraction solvents (ethanol, acetone, and ethanol:acetone mixture) and geographical origin (Lavras and Montes Claros, Minas Gerais) on the total phenolic content (TPC) of kernel, yellow pulp, and white pulp. A 3 × 2 factorial design with four replicates was applied, and data were analyzed by ANOVA and Tukey's test ($p \leq 0.05$). The ethanol:acetone mixture showed the highest efficiency, while environmental differences influenced phenolic content, emphasizing the importance of extraction optimization and regional factors.*

Keywords: *Cerrado, bioactive compounds, Caryocar brasiliense*

Resumo. *O pequi (Caryocar brasiliense Camb.), fruto nativo do Cerrado brasileiro, apresenta elevada concentração de compostos bioativos, em especial fenólicos. Este estudo avaliou os efeitos de diferentes solventes de extração (etanol, acetona e mistura etanol:acetona) e da origem geográfica (Lavras e Montes Claros, MG) sobre os teores de compostos fenólicos totais (TPC) na amêndoa, polpa amarela e polpa branca. O delineamento foi fatorial 3 × 2, com quatro repetições, e os dados analisados por ANOVA e teste de Tukey ($p \leq 0,05$). A mistura etanol-acetona apresentou maior eficiência, enquanto fatores ambientais influenciaram a composição fenólica, destacando a importância da otimização da extração.*

Palavras-chave: *Cerrado, compostos bioativos, Caryocar brasiliense*

1. Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, abrangendo cerca de 1,98 milhão km², o que representa 23,3% do Brasil. Distribui-se principalmente por Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí e Distrito Federal, além de áreas menores em outros estados (IBGE, 2024). O bioma apresenta elevada biodiversidade, incluindo frutos de relevância cultural e nutricional,

como o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), conhecido como “ouro do Cerrado” (Guerra et al., 2023). Este fruto é rico em compostos bioativos, como fenólicos, flavonoides e carotenoides, com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (Narita et al., 2022).

A eficiência na extração desses compostos varia conforme solventes empregados (etanol, acetona ou suas combinações) e pela origem geográfica, já que condições edafoclimáticas influenciam a composição química do fruto (Oliveira et al., 2022; Cardoso et al., 2021).

Por esse motivo, este estudo tem como objetivo avaliar a influência de diferentes solventes de extração (etanol, acetona e sua combinação) e da origem geográfica do fruto (Montes Claros e Lavras) na obtenção de compostos fenólicos totais das frações do pequi: amêndoa, polpa branca e polpa amarela.

2. Metodologia

Frutos de pequi foram coletados em Montes Claros (16°43'41"S; 43°51'54"W) e Lavras (21°14'43"S; 44°59'59"W), em fevereiro de 2023. Após higienização, foram separados em amêndoa, polpa branca e polpa amarela. Para cada fração (1 g), adicionaram-se 50 mL de solvente (etanol, acetona ou mistura 1:1), submetidos à sonicação (45 °C/30 min) e agitação (45 °C/60 min). Os extratos foram filtrados e armazenados a -18 °C.

O teor de compostos fenólicos totais (TPC) foi determinado pelo método de Folin-Ciocalteu (Singleton and Rossi, 1965) e expresso em mg GAE/100 g. O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 × 2, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à ANOVA, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se o software RStudio (Posit Software, 2025).

3. Resultados e discussão

Nas Tabela1 são apresentados os resultados da análise de variância (ANOVA) para TPC na amêndoa, polpa amarela e polpa branca do pequi.

Tabela 1 - Resultados da análise de variância (ANOVA) para TPC na amêndoa, polpa amarela e polpa branca de pequi.

Fração	Fonte de variação	GL	SQ	QM	F calculado	p-valor (Pr >F)
Amêndoa	Solvente	2	137.883,507	68.941,754	199,751	$5,15 \times 10^{-13}$
	Local	1	11.484,375	11.484,375	33,275	$1,82 \times 10^{-5}$
	Solvente × Local	2	4.653,299	2.326,649	6,741	$6,53 \times 10^{-3}$
	Resíduos	18	6.212,500	345,139	—	—
Polpa amarela	Solvente	2	63.764,120	31.882,060	63,217	$7,25 \times 10^{-9}$
	Local	1	4.378,501	4.378,501	8,682	$8,63 \times 10^{-3}$
	Solvente × Local	2	1.025,231	512,616	1,016	0,382
	Resíduos	18	9.077,951	504,331	—	—
Polpa branca	Solvente	2	22.732,681	11.366,340	61,832	$8,63 \times 10^{-9}$
	Local	1	461,200	461,200	2,509	0,131
	Solvente × Local	2	14.209,379	7.104,689	38,649	$3,06 \times 10^{-7}$
	Resíduos	18	3.308,887	183,827	—	—

Fonte: Da autora (2025).

Na amêndoa, a análise de variância indicou efeito estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$) para os fatores solvente, local e para a interação entre ambos, demonstrando que a eficiência da extração de compostos fenólicos foi influenciada tanto pela natureza do extrator quanto pela origem geográfica dos frutos, além da combinação entre essas variáveis. Para a polpa amarela, observou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) para solvente e local, mas não para a interação, indicando que a resposta foi consistente nos dois locais avaliados. Já na polpa branca, verificou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) para o fator solvente e para a interação solvente × local, evidenciando que tanto a natureza do extrator quanto sua combinação com a origem geográfica dos frutos exerceram influência sobre os teores de compostos fenólicos; entretanto, o fator local isolado não apresentou efeito estatístico, sugerindo que a variação geográfica, de forma independente, não foi determinante na extração dos fenólicos dessa fração.

Na Tabelas 2, 3, 4 e 5 são apresentados os teores médios de compostos fenólicos totais (mg GAE/100 g) na amêndoa, polpa amarela e polpa branca do pequi, em função dos solventes e locais de coleta.

Tabela 2 – TPC (mg GAE/100 g) na amêndoa de pequi em função dos solventes e locais de coleta.

Tratamento	Lavras	Montes Claros
Acetona	237,2 bA	213,9 aA
Etanol	99,7 cA	74,9 bA
Etanol-Acetona	305,3 aA	222,2 aB

Médias seguidas por letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Da autora (2025).

Tabela 3 - TPC (mg GAE/100 g) na polpa amarela de pequi em função dos solventes.

Solvente	Média
aEtanol-Acetona	341,4792 a
Acetona	287,5208 b
Etanol	215,6458 c

Médias seguidas por letra minúscula na coluna não diferem pelo Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Da autora (2025).

Tabela 4 - TPC (mg GAE/100 g) na polpa amarela de pequi em função do local de coleta.

Local	Média
Montes Claros	295,0556a
Lavras	268,0417b

Médias seguidas por letra minúscula na coluna não diferem pelo Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Da autora (2025).

Tabela 5 - TPC (mg GAE/100 g) na polpa branca de pequi em função dos solventes e locais de coleta.

Tratamento	Lavras	Montes Claros
Acetona	152,4 aA	100,8 bB
Etanol	49,3 cA	59,8 cA
Etanol-Acetona	76,0 bB	143,5 aA

Médias seguidas por letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo Tukey ($p < 0,05$). Fonte: Da autora (2025).

De maneira geral, os melhores resultados foram obtidos com a mistura etanol-acetona, confirmando a superioridade dos sistemas binários, enquanto o etanol isolado apresentou os menores teores em todas as frações avaliadas. Na amêndoa (Tabela 2), o maior teor foi registrado em Lavras (305,3 mg GAE/100 g) com a mistura, e o menor em Montes Claros com etanol (74,9 mg GAE/100 g); diferença significativa entre locais ocorreu apenas para o sistema etanol-acetona. Para a polpa amarela (Tabela 3 e 4), a mistura também apresentou os maiores valores médios (341,5 mg GAE/100 g), seguida por acetona (287,5 mg GAE/100 g) e etanol (215,6 mg GAE/100 g), sendo Montes Claros superior a Lavras. Na polpa branca (Tabela 5), a acetona destacou-se em Lavras (152,4 mg GAE/100 g), enquanto a mistura apresentou maior teor em Montes Claros (143,5 mg

GAE/100 g), com o etanol novamente registrando os menores valores em ambos os locais (49,3 e 59,8 mg GAE/100 g, respectivamente).

Esse comportamento conjunto evidencia que a mistura etanol-acetona foi consistentemente o solvente mais eficiente para a extração de fenólicos, independentemente da fração, corroborando resultados prévios em frutos tropicais (Rodrigues et al., 2021; Machado et al., 2019). As variações entre locais, observadas sobretudo nos sistemas mais eficientes, sugerem influência de fatores edafoclimáticos na síntese de compostos fenólicos, em conformidade com estudos de Chisté et al. (2012) e Zeraik et al. (2016). Já a limitação do etanol isolado, constatada em todas as frações, reforça observações de Silva et al. (2020) acerca de sua menor capacidade de solubilizar compostos de maior peso molecular.

4. Conclusão

Este estudo demonstrou que tanto o tipo de solvente utilizado quanto a origem geográfica dos frutos influenciaram significativamente os teores de compostos fenólicos totais em diferentes frações do pequi (amêndoa, polpa amarela e polpa branca). De forma geral, a mistura etanol-acetona apresentou o melhor desempenho na extração de compostos fenólicos nas três frações do pequi. Esses valores foram cerca de 40 a 60% superiores aos obtidos com acetona pura e até três a quatro vezes maiores que os registrados com etanol isolado, que apresentou os menores rendimentos, conforme a fração analisada. As diferenças observadas entre Lavras e Montes Claros, mais evidentes nas extrações de maior teor, indicam que fatores ambientais também interferem na concentração de fenólicos. Esses achados reforçam a importância de se considerar tanto fatores técnicos (condições de extração) quanto ambientais na valorização de frutos do Cerrado como fontes de compostos bioativos com potencial funcional e nutricional.

Agradecimento

Agradecemos ao CNPq, à CAPES e à FAPEMIG pelo apoio, especialmente à FAPEMIG pelo fomento do projeto APQ-00149-22.

5. Referências

Arruda, H. S., Araújo, W. M. C., and Marostica Júnior, M. R. (2022). Bioactive compounds in fruits from the Brazilian Cerrado: A review. *Food Chemistry*, 368, 130797. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130797>

- Cardoso, L. M., Reis, B. L. S., Pinheiro-Sant'Ana, H. M., and Martino, H. S. D. (2021). Extraction and quantification of bioactive compounds from Brazilian fruits: Influence of solvent and method. *Journal of Food Science and Technology*, 58(2), 489–499. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04554-4>
- Chisté, R. C., Freitas, M., Mercadante, A. Z., Fernandes, E., and Bragagnolo, N. (2012). Bioactive compounds and antioxidant capacity of Caryocar brasiliense Camb. (pequi) fruits from different Brazilian regions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 26(1–2), 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.02.007>
- Guerra, J. G. M., Chaves, L. J., and Naves, R. V. (2023). Pequi: The “gold of Cerrado”. *Scientia Horticulturae*, 312, 111989. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111989>
- IBGE. (2024). Mapa de biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://www.ibge.gov.br>
- Machado, A. P. D. F., Pereira, A. L. F., and Silva, J. B. (2019). Hydroalcoholic mixtures as solvents in the extraction of phenolic compounds from tropical fruits. *Food Research International*, 119, 623–631. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.02.010>
- Narita, E., Rosso, V. V., and Mercadante, A. Z. (2022). Phenolic compounds in Brazilian native fruits: Composition and bioactivity. *Food Chemistry*, 380, 132192. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132192>
- Oliveira, V. B., Ferreira, A. M., and Silva, A. G. (2022). Extraction of antioxidant compounds from Cerrado fruits: Effect of solvents and techniques. *LWT – Food Science and Technology*, 154, 112739. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112739>
- Posit Software, PBC. (2025). RStudio: Integrated development for R (Version 2024.12.1+563). Posit Software.
- Reis, S. M., Silva, G. A., and Zocolo, G. J. (2018). Environmental influences on the phenolic profile of Myrciaria dubia (camu-camu). *Food Research International*, 107, 393–401. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.024>
- Rodrigues, E., Mariutti, L. R. B., and Mercadante, A. Z. (2021). Binary solvent systems enhance phenolic recovery from tropical fruits. *Food Chemistry*, 352, 129305. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129305>
- Silva, T. R., Costa, J. R., and Fernandes, E. (2020). Limitations of ethanol as a solvent for phenolic extraction: Insights from fruit matrices. *Food Hydrocolloids*, 108, 105995. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105995>
- Singleton, V. L., and Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.
- Zeraik, M. L., Serteyn, D., Deby-Dupont, G., and Wauters, J. N. (2016). Environmental stress and phenolic accumulation in fruits: Evidence from Brazilian native species. *Food Chemistry*, 211, 185–193. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.045>

Efeitos do ultrassom nos parâmetros de cor e rendimento de produtos curados cozidos elaborados com lombo suíno de diferente qualidade

Amanda Camilo Graciano¹, Míriam de Andrade Pereira¹, Laryanne Lopes de Carvalho Dias¹, Larissa Marçal dos Santos¹, Eduardo Mendes Ramos¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos /DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

amanda.graciano@estudante.ufla.br, miriam.pereira3@estudante.ufla.br,
larissa.santos9@estudante.ufla.br, laryanne.dias1@estudante.ufla.br,
emramos@ufla.br

Abstract. *This study evaluated the impact of ultrasound on the quality and color of cooked cured products modified with PSE and RFN pork. Loins were graded by pH and drip loss, processed, and subjected to different ultrasound powers (0, 255, and 400 W) and times (0, 5, 10, and 15 min). pH, drip loss, and color intervals (L^* , C^* , h , cured color) were determined. PSE products had lower pH, higher PMC, and higher h , with less reddish interference. Ultrasound power and time did not significantly affect the parameters, except that adjustments in conditions or modulation with other technologies could potentiate their effects, thus maximizing their impact on the meat industry.*

Keywords: *Acoustic cavitation, innovative technology, quality.*

Resumo. *Este estudo avaliou o impacto do ultrassom sobre a qualidade e cor de produtos curados cozidos elaborados com lombos suínos PSE e RFN. Lombos foram classificados por pH e drip loss, processados e submetidos a diferentes potências (0, 255 e 400 W) e tempos (0, 5, 10 e 15 min) de ultrassom. Foram determinados o pH, perda por cozimento (PMC) e índices de cor instrumental (L^* , C^* , h , cor curada). Produtos PSE apresentaram menor valor de pH e maiores valores de PMC e h , indicando tonalidade menos avermelhada. A potência e tempo de ultrassom não afetaram significativamente os parâmetros analisados, sugerindo que ajustes das condições ou combinações com outras tecnologias poderiam potencializar seus efeitos e aplicação na indústria cárnea.*

Palavras-chave: *Cavitação acústica, tecnologia inovadora, qualidade.*

1. Introdução

A cor e a aparência são os maiores se não os mais importantes atributos sensoriais de qualidade de alimentos, sendo frequentemente utilizados como indicadores de qualidade pelo consumidor e como parâmetro de controle pela indústria (Ramos e Gomide, 2017). Nesse contexto, a utilização de carnes suínas classificadas como PSE (*pale, soft and exsudative*) representa um desafio para a indústria, uma vez que apresentam coloração pálida, textura flácida e baixa capacidade de retenção de água, afetando a qualidade dos produtos processados. Já carnes classificadas como RFN (*red, firme and normal*) apresentam coloração normal, textura firme e não exsudativa. É a carne desejável de alta qualidade, com cor característica do corte analisado tornando-se mais adequadas para a fabricação de produtos curados e cozidos (Ridi e Silva, 2009).

A carne PSE é reconhecida internacionalmente como um dos principais problemas econômicos no consumo da carne fresca e processada. Por isso há vários estudos que investigam a viabilidade da sua utilização em produtos cárneos processados. Atualmente, na indústria de carne suína, um dos principais problemas encontrados é a identificação prematura de carnes que apresentam essa anomalia (Vilaça, 2016).

De acordo com Cazedey et al. (2016), a incidência de carne PSE em abatedouros de suínos no Brasil pode chegar a 40% o que faz com que essa carne seja utilizada constantemente na elaboração de produtos industrializados, dificultando a tarefa de se reduzir o teor de sódio nestes produtos.

Nesse cenário, tecnologias emergentes como o ultrassom vêm se destacando por seu potencial em aprimorar a qualidade dos produtos cárneos, podendo superar essas limitações. O ultrassom é uma tecnologia inovadora e baseia-se na aplicação de ondas sonoras em uma frequência variando de 20 kHz a 10 MHz que pode ser classificado em duas faixas de frequência: ultrassom de baixa intensidade que usa altas frequências entre 100 kHz e 10 MHz, enquanto o ultrassom de alta intensidade, utiliza baixas frequências entre 20 kHz e 100 kHz (Firouz et al., 2022). O ultrassom de alta intensidade (HIU) é uma abordagem tecnológica sustentável não térmica que pode ser implementada na indústria alimentícia, exercendo impactos positivos no processamento de alimentos, na manutenção da textura e na qualidade dos alimentos (Chavan et al., 2022).

Diversos estudos relatam que a aplicação de ultrassom em carnes e derivados pode resultar em benefícios tecnológicos, como maior rendimento, redução do tempo de cura, melhoria da textura e alterações positivas na cor (Barretto et al., 2020; Alarcón-Rojo et al., 2019). Contudo, os efeitos observados são altamente dependentes das condições de aplicação, como intensidade, tempo, temperatura e composição da matriz cárnea, havendo relatos inclusive de efeitos indesejáveis, como oxidação lipídica e alteração negativa da cor em parâmetros inadequados (Lee et al., 2023).

Assim, este estudo buscou avaliar o efeito da sonicação em produtos curados cozidos elaborados com lombos classificados como PSE e RFN, a fim de verificar se a tecnologia pode reduzir as diferenças decorrentes da qualidade inicial da matéria-prima, especialmente no que se refere à coloração e às perdas de rendimento durante o processamento.

2. Material e métodos

2.1 Obtenção e classificação da matéria prima

As matérias-primas (lombos suínos) para o estudo experimental foram obtidas no abatedouro-frigorífico Nutrili Indústria e Comércio de Carnes Ltda., situado na cidade de Lavras, MG, e que possui Serviço de Inspeção Federal (SIF). Os lombos foram coletados, embalados, identificados, armazenados em caixas térmicas e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados (LabCarnes) da Universidade Federal de Lavras num tempo médio de 30 minutos.

Os lombos foram previamente selecionados e classificados em PSE e RFN conforme suas características de perda por gotejamento (*Driploss*; DL) e luminosidade (L^* segundo critérios estabelecidos por Torres Filho et al. (2018): PSE, $L^* > 52$ e DL $> 6\%$; e RFN, $L^* = 44 - 52$ e DL $= 2 - 6$. Quatro lombos de cada classe foram selecionados e congelados para posterior uso no experimento.

2.2 Elaboração dos produtos

Para o processamento dos produtos, os lombos foram descongelados a 4°C por 24 h ainda embalados para garantir o descongelamento uniforme e minimizar perdas por exsudação. Posteriormente, as embalagens foram abertas, a gordura visível removida e a carne moída em disco Rim utilizando um moedor industrial (Beccaro Ltda, Rio Claro, SP, Brasil). Foi utilizada uma formulação básica na elaboração dos produtos: lombo suíno (64%), água fria (30%), sal refinado (1,8%), isolado proteico de soja (1,4%), fécula de mandioca (1,4%), eritorbato/ascorbato (0,10%), nitrito de sódio (0,02%), polifosfato de sódio (0,25%), glutamato monossódico (0,20%), condimento presunto Califórnia (0,20%), carragena (0,20%) e açúcar (0,20%).

Para cada classe de carne, os ingredientes da formulação foram incorporados na massa cárnea e misturados em um *tumbler* (R. Baião Indústria e Comércio, Ubá, MG, Brasil) sob vácuo por 15 min; tempo estabelecido para garantir a completa extração e solubilização das proteínas miofibrilares e distribuição uniforme dos aditivos. Após preparo, as massas cárneas foram embaladas a vácuo (BS420; R. Baião, Ubá, MG, Brasil) em porções de 500 g e submetidas a sete tratamentos quanto à sonicação (potência e tempo): T1 (Controle); T2 (255 W / 5 min); T3 (255 W / 10 min); T4 (255 W / 15 min); T5 (400 W / 5 min); T6 (400 W / 10 min); e T7 (400 W / 15 min).

As massas foram sonicadas em um ultrassom modelo QR850 da Ecosonics. Os tratamentos foram realizados com uma sonda de ultrassom na frequência de 20 kHz, com ponta macro de 13 mm. Durante o processo, a sonda ultrassônica foi imersa no centro de uma cuba de aço inoxidável que estava resfriada para evitar o aumento excessivo da temperatura. O produto, que consistia na massa embalada a vácuo, foi disposto em contato direto com a sonda ultrassônica imersa no centro da cuba de aço inoxidável resfriada. A temperatura do produto foi medida antes e após o tratamento por ultrassom para monitorar possíveis variações térmicas durante o processo.

Após realizada a sonicação as massas foram enformadas e colocadas sob refrigeração a 4 °C para a cura durante 12 horas, quando foram cozidas em banho-maria

seguindo a seguinte programação: 1 h a 60 °C; 1 h a 70°C; e 30 min a 80 °C. Após o cozimento, foram resfriados por banho de água com gelo e mantidos sob refrigeração (4 °C) por 24 horas para posterior realização das análises físico-químicas.

Os produtos cozidos foram desenformados, desembalados, secos em papel absorvente e pesados para a determinação do percentual de perda de peso por cozimento (PPC) em relação à massa antes do cozimento.

Para análise de pH, os produtos foram cortados ao meio e os valores de pH medidos por meio da inserção de um eletrodo de penetração, acoplado a um pHmetro portátil (206-pH2; Testo do Brasil, Campinas, SP, Brasil), em três regiões distintas do produto. Por fim, a cor instrumental foi avaliada utilizando um espectrofotômetro CM-5 (Konica Minolta Inc., Tóquio, Japão) com abertura de 30 mm, componente especular excluídos (SCE), iluminante D65 e ângulo de observação de 10°. As coordenadas instrumentais de cor (L^* , C^* e h) foram obtidas a partir da média de cinco leituras feitas em diferentes posições da superfície do produto exposto (Ramos; Gomide, 2017).

Os dados foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 (classes) $\times$ 3 (potências) $\times$ 4 (tempos), e os efeitos e as interações avaliados pela ANOVA a um nível de significância de 5%.

3. Resultados e Discussão

Os resultados médios de pH, perda de massa por cozimento (PMC) e parâmetros de cor instrumental (L^* , C^* , h e cor curada) dos produtos elaborados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Efeitos da classe da carne (C) da potência (P) e tempo (T) de aplicação de ultrassom (US) nos valores de pH, perda de massa por cozimento (PMC) e cor instrumental de produto curado e cozido de lombo suíno.

Efeito	Fonte de variação	pH	PMC	L^*	C^*	h	Cor curada
Classe	RFN	6,35 ^a	4,29 ^b	61,30	21,72	48,57 ^b	2,20
	PSE	6,17 ^b	5,88 ^a	61,84	22,58	51,42 ^a	2,19
Potência US, (W)	0	6,27	4,84	62,13	20,62	49,98	2,16
	255	6,25	5,27	61,27	22,52	50,17	2,21
	400	6,27	4,98	61,68	22,29	49,82	2,19
Tempo US, (min)	0	6,27	4,84	62,13	20,62	49,98	2,16
	5	6,25	5,01	61,03	24,18	50,69	2,21
	10	6,26	5,31	61,85	22,07	49,81	2,19
	15	6,26	5,05	61,55	20,96	49,48	2,20
	EPM	0,02	0,23	1,71	1,88	0,81	0,09
Pr > F ¹	C	<0,001	<0,001	0,510	0,391	0,001	0,538
	P	0,325	0,314	0,726	0,889	0,736	0,698
	T	0,929	0,464	0,828	0,199	0,723	0,744
	C×P	0,968	0,996	0,932	0,854	0,963	0,774
	C×T	0,075	0,178	0,517	0,119	0,600	0,415
	P×T	0,597	0,139	0,972	0,995	0,956	0,980
	C×P×T	0,803	0,058	0,993	0,996	0,747	0,949

L^* = luminosidade; C^* = saturação; h = ângulo de tonalidade; Cor curada = R650/570 nm; e EPM = erro padrão da média (n = 28).

¹ Efeitos significativos ($P < 0,05$) foram representados em negrito.

^(a,b) Médias seguidas por letras diferentes na coluna, entre efeitos, diferem ($P < 0,05$).

A classe da carne (PSE x RFN) foi o único fator que influenciou ($P < 0,05$) os parâmetros avaliados. O pH foi significativamente maior nos produtos de carne RFN em comparação com os de carne PSE, que pode ser devido ao fato das carnes PSE sofrerem acidificação mais intensa no pós-abate devido à glicólise acelerada (Przybylski et al., 2021). Essa condição compromete a funcionalidade protéica e, por consequência, a capacidade de retenção de água dos produtos (Ridi e Silva, 2009). Isso também explica o porquê da PMC também ter sido maior em produtos elaborados com carne PSE do que RFN. Estudos recentes reforçam que carnes com maior drip-loss apresentam maior perda durante o cozimento, reduzindo rendimento e suculência do produto (Torres Filho et al., 2017; Przybylski et al., 2021).

A análise dos parâmetros de cor instrumental evidenciou que não houve diferenças estatisticamente significativas nos valores de luminosidade (L^*) e saturação (C^*) entre os produtos elaborados com carnes PSE e RFN, submetidos à aplicação de ultrassom ou não. No entanto, o ângulo de tonalidade (h) foi maior ($P < 0,05$) nos produtos elaborados com carne PSE, indicando uma coloração menos avermelhada, provavelmente oriunda de uma menor concentração de pigmentos heme nestas carnes.

Em relação aos parâmetros de aplicação (potências de 255 e 400 W, tempos de 5, 10 e 15 min) não promoveu diferenças significativas nos parâmetros avaliados ($p > 0,05$).

4. Conclusões

A classe da carne (PSE vs RFN) foi o principal determinante das diferenças observadas neste estudo. A aplicação de ultrassom nas condições testadas (potências e tempos do experimento) não produziu alterações significativas nos parâmetros instrumentais avaliados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG/Brasil; APQ-1786-21 e APQ-00753-24) pelo financiamento do projeto e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/Brasil) pelo auxílio financeiro através da taxa de bancada da bolsa de Produtividade em Pesquisa (PQ/CNPq) concedida pelo último autor.

5. Referências

Alarcon-Rojo, A. D.; Carrillo-Lopez, L.M; Villagrana, R.R.; Jiménez, M.H.; Galicia, I.A.G. (2019). "Ultrasound and meat quality: A review". *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 55, p.369–382. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2018.09.016.

- Barretto, T.L.; Bellucci, E.R.B.; Barbosa, R.D.; Pollonio, M.A.R.; Romero, J.T.; Barretto, A.C.S. (2020). "Impact of ultrasound and potassium chloride on the physicochemical and sensory properties in low sodium restructured cooked ham". *Meat Science*, v.165, p.108130. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108130>.
- Cazedey, H. P.; Torres Filho, R.A.; Fontes, P.R.; Ramos, A.S.L.; Ramos, E.M. (2016). "Comparison of different criteria used to categorize the technological quality of pork". *Ciência Rural*, v.46, n.12, p. 2241–2248. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20160013>.
- Chavan PS.; Sharma P. ;Sharma, S.R.; Mittal, T.C. ;Jaiswal, A.W. (2022). "Application of high-intensity ultrasound to improve food processing efficiency: A review". *Foods* 11:122.DOI: 10.3390/foods11010122.
- Firouz, M. S.;Sardari, H.; Chamgordani, P.A.; Behjati, M. (2022). "Power ultrasound in the meat industry (freezing, cooking and fermentation): Mechanisms, advances and challenges". *Ultrasonics Sonochemistry*, 86, p.106027.. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106027>.
- Lee, E. Y. ;Rathnayake,D.;Son, Y.M. ; Bakhsh, A. (2023). "Effect of novel high-intensity ultrasound on meat quality traits". *Meat Science*, v. 43, p. 85-100.DOI:10.5851/kosfa.2022.e60.
- Li, K. ; Li, S.Y.; He, Y.Y.;Wang, Y.Q. (2022). "Application of ultrasound-assisted alkaline extraction for improving the solubility and emulsifying properties of pale, soft, and exudative (PSE)-like chicken breast meat protein isolate". *Food and Science Technology*, v.172, p. 114234. DOI:10.1016/j.lwt.2022.114234.
- Przybylski, W.; Satek, P.; Kozłowska, L.; Jaworska D.; Stańczuk, J. (2021). "Metabolomic analysis indicates that higher drip loss may be associated with acidification and lightness differences in meat". *Poultry Science*, v.101, p.101608.DOI:<https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101608>.
- Ramos, E. M.;Gomide, L. A. de M.(2017). "Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e metodologias". 2a. Ed. Viçosa: Editora UFV, 473p.
- Ridi, A. M; Silva, C. A. da. (2009). "Qualidade da carne suína e fatores que influenciam". Londrina: Grupo de Pesquisa e Análise de Carne (GPAC), Universidade Estadual de Londrina.
- Torres Filho, R. D. A.;Cazedey, H.P.; Fontes, P.R.; Ramos, A.S.L. (2017). "Drip loss assessment by different analytical methods and their relationships with pork quality classification". *Journal of Food Quality*, v. 2017, n. 1, p. 9170768.
- Vilaça, L. C. Avaliação da incidência de carne PSE em suínos e de seu emprego na elaboração de apesuntados. (2016). Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 48p.

Caracterização de compostos antinutricionais e atividade enzimática das frações da pupunha (*Bactris gasipaes*)

Hermannny Matos Silva Sousa¹, Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi¹, Lorrane Ribeiro de Souza¹, Eduardo Valerio de Barros Vilas Boas¹, Glêndara Aparecida de Souza Martins², Fabiana Queiroz¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos/LaCiMP – Universidade Federal do Tocantins (UFT), Caixa Postal 114 – 77001-090 – Palmas, TO – Brasil

{hermannny.sousa@estudante.ufla.br, vasconcelosmaria@ufla@gmail.com, lorrane.souza@estudante.ufla.br, evbvboas@ufla.br, glendarasouza@mail.uft.edu.br, fqueiroz@ufla.br}

Abstract. *Peach palm shows great potential for the integral utilization of its fractions, however, the presence of antinutritional factors and oxidative enzymes may limit its application. This study evaluated cyanogenic, trypsin inhibitors, oxalic acid, nitrates, peroxidase (POD) and polyphenoloxidase (PPO). The results indicated the absence of cyanogenic compounds and trypsin inhibitors, the presence of oxalic acid at low levels, and traces of nitrates. PPO activity was higher in the peel, while POD activity was in the peel and seed, suggesting an influence on oxidative stability and enzymatic browning. These findings reinforce the nutritional safety and technological potential of peach palm, highlighting the need to expand its sustainable use in the food industry.*

Keywords: *Amazonic fruit, Safety food, Byproduct.*

Resumo. *A pupunha apresenta potencial para aproveitamento integral de suas frações, mas a presença de fatores antinutricionais e enzimas oxidativas pode limitar sua aplicação. Este estudo avaliou cianogênicos, inibidor de tripsina, ácido oxálico, nitratos, peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO). Os resultados indicaram ausência de cianogênicos e inibidor de tripsina, presença de ácido oxálico em baixos níveis e traços de nitrato. A PPO apresentou maior atividade na casca, enquanto a POD foi na casca e semente, sugerindo influência na estabilidade oxidativa e no escurecimento enzimático. Os achados reforçam a segurança nutricional e o potencial tecnológico da pupunha, destacando a necessidade de ampliação de seu uso sustentável na indústria de alimentos.*

Palavras-chave: *Fruto amazônico, Segurança alimentar, Subproduto.*

1 INTRODUÇÃO

A pupunha (*Bactris gasipaes*) é uma palmeira nativa da Amazônia que vem ganhando destaque devido ao seu valor energético e por apresentarem capacidade antioxidante devido a presença dos carotenoides (34 e 3,47 mg/ 100g) nas frações casca e polpa (Sousa et al., 2023). Com isso a pupunha apresenta interesse nutricional e tecnológico, configurando uma alternativa promissora para agregação de valor e diversificação de produtos alimentícios (Dettori et al., 2022; Sousa et al., 2023).

Apesar de seu potencial, a presença de fatores antinutricionais pode limitar a utilização plena dessas frações. Entre os mais relevantes destacam-se os compostos cianogênicos, inibidores de tripsina, ácido oxálico e nitratos, os quais podem interferir na biodisponibilidade de nutrientes ou representar riscos à saúde quando presentes em níveis elevados (Yuliana et al., 2014; Koh et al., 2013). A identificação e quantificação desses compostos são, portanto, essenciais para orientar estratégias de processamento que minimizem seus efeitos e ampliem a segurança alimentar.

Além disso, enzimas oxidativas como a polifenoloxidase (PPO) e a peroxidase (POD) exercem papel determinante na qualidade dos frutos e derivados, participando de reações de escurecimento enzimático e de alterações sensoriais e nutricionais (Zhou et al., 2023). A compreensão da atividade dessas enzimas em diferentes partes do fruto é fundamental para direcionar processos de conservação, armazenamento e aplicação industrial.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi investigar os fatores antinutricionais e a atividade enzimática das frações casca, polpa e semente da pupunha. Visando avaliar a segurança de consumo para explorar novas possibilidades de aproveitamento tecnológico e sustentável do fruto integral diminuído o desperdício das frações do fruto, gerando uma maior valorização e disseminação da pupunha. (Lima et al., 2023).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção do fruto

Os frutos foram coletados maduros, na região rural do município de Redenção no Sul do estado do Pará, no mês de março de 2025. Foram higienizados com solução de hipoclorito de sódio a 100ppm e despolpados manualmente e armazenados a -4°C até o momento das análises. As análises foram realizadas com as amostras *in natura* e em triplicata.

2.2 Fatores antinutricionais

2.2.1 Cianogênicos

A presença de ácido cianídrico foi avaliada utilizando o teste Guignard. Para a comparação da presença de compostos cianogênicos foi utilizada a semente de ameixa,

pois a mesma apresenta glicosídeos cianogênicos precursores do ácido cianídrico (Araújo, 2011). Os resultados foram expressos em presença ou ausência.

2.2.2 Inibidor de tripsina

O teor de inibidores de tripsina foi determinado de acordo com Arcon (1979), com base na extração de três extratos: básico, neutro e ácido para a amostra. O conteúdo foi determinado espectrofotometricamente a 280 nm. Os resultados foram expressos em presença ou ausência.

2.2.3 Ácido oxálico

A determinação do teor de ácido oxálico total foi realizada conforme a metodologia proposta por Naik et al. (2014), com adaptações para análise em microplaca a 528nm (Souza et al., 2024). Os resultados foram expressos em mg/ 100g.

2.2.4 Nitrato

O conteúdo de íons de nitrato nas frações da pupunha foi determinado por meio da complexação do ácido salicílico, sendo determinado por espectrofotômetro a 410nm (Kmecl et al., 2005). Os resultados foram expressos em mg/ 100g.

2.3 Atividade enzimática

2.3.1 Preparo das amostras

O preparo das amostras para as análises das atividades enzimáticas da peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) seguiram a mesma metodologia descrita por Campos e Silveira (2003) com adaptações. As frações da pupunha (casca, polpa e semente) foram trituradas e homogeneizadas em tampão fosfato 0,05 M (pH 7,0), filtradas e centrifugadas a 10.000 rpm por 20 min a 4 °C. O sobrenadante obtido foi utilizado como extrato enzimático.

2.3.2 Análise da atividade da Peroxidase (POD)

A POD foi determinada a partir da reação do extrato enzimático com solução tampão fosfato-citrato, guaiacol e posterior interrupção com bissulfito de sódio 30%. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 470 nm, utilizando água destilada como branco. A atividade da enzima é expressa em unidade enzimática (UE) por grama de amostra.

2.3.3 Análise da atividade da Polifenoloxidase (PPO)

A PPO foi obtida pela reação do extrato com tampão fosfato (pH 7,0) e catecol, sendo a reação interrompida com ácido perclórico 2N. A leitura foi conduzida a 395 nm em espectrofotômetro, empregando água como branco. A atividade da enzima é expressa em unidade enzimática (UE) por grama de amostra.

2.4 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), considerando três tratamentos correspondentes às frações da pupunha (casca, polpa e semente). Os resultados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a ausência dos compostos cianogênicos e inibidores de tripsina em todas as frações da pupunha indica segurança quanto a esses fatores antinutricionais, frequentemente limitantes em algumas matérias-primas vegetais. Esses compostos são reconhecidos por interferirem na biodisponibilidade de nutrientes e por representarem potenciais riscos à saúde, como já descrito em alimentos como mandioca e leguminosas (Koh et al., 2013; Yuliana et al., 2014). A inexistência desses metabólitos nas frações avaliadas reforça a viabilidade do uso integral do fruto na formulação de novos produtos alimentícios.

Tabela 1 – Fatores antinutricionais e atividade enzimática das frações casca, polpa e semente da pupunha.

Análise	Casca	Polpa	Semente
Cianogênicos	Negativo	Negativo	Negativo
Inibidor de tripsina (U.I.g⁻¹)	Negativo	Negativo	Negativo
Ácido oxálico (mg/ 100g)	3,27 $\pm$ 0,22	2.29 $\pm$ 1,65	1.8 $\pm$ 0,93
Nitrato (mg/ 100g)	Traço	Traço	Traço
PPO (U.E.g⁻¹)	0,64 $\pm$ 0,2	0,34 $\pm$ 0,5	0,12 $\pm$ 0,2
PDO (U.E.g⁻¹)	1,98 $\pm$ 1,01	1,4 $\pm$ 0,9	1,8 $\pm$ 0,5

Nota(s): Os resultados são expressos como valor médio $\pm$ desvio padrão (n = 3).

O teor de ácido oxálico variou entre as frações, com valores mais elevados na casca (3,27 $\pm$ 0,22 mg/g), seguido da polpa (2,29 $\pm$ 1,65 mg/g) e da semente (1,8 $\pm$ 0,93 mg/g). Embora o ácido oxálico seja apontado como um fator de risco pela sua capacidade de formar sais insolúveis com minerais essenciais, os níveis observados permanecem inferiores aos relatados em outras matérias-primas vegetais com alto teor de oxalato, como espinafre (10,40 mg/100g) e ruibarbo (7,61 mg/100g) (Souza et al., 2024). Essa constatação sugere que, com adequados processos de preparo ou

processamento, as frações da pupunha podem ser aproveitadas sem comprometer a segurança nutricional.

A presença de nitratos em traços também merece destaque, uma vez que, embora esse composto esteja naturalmente presente em vegetais, sua ingestão em excesso pode ser prejudicial devido ao risco de formação de nitrosaminas. No entanto, os baixos níveis encontrados no presente estudo minimizam preocupações relacionadas a toxicidade e corroboram a segurança do consumo (Dettori et al., 2022). Essa característica amplia o potencial da pupunha como matéria-prima para o desenvolvimento de ingredientes funcionais e sustentáveis.

No que se refere à atividade enzimática, a PPO apresentou maior atividade na casca ($0,64 \pm 0,2$ U.E.g⁻¹), enquanto a peroxidase POD destacou-se tanto na casca ($1,98 \pm 1,01$ U.E.g⁻¹) quanto na semente ($1,8 \pm 0,5$ U.E.g⁻¹). Essas enzimas são reconhecidas pelo impacto na qualidade sensorial, especialmente em relação ao escurecimento enzimático e à estabilidade oxidativa de frutas e derivados (Lima et al., 2023). A maior atividade observada na casca sugere um possível papel protetivo associado ao conteúdo fenólico, frequentemente relatado em estruturas externas de frutos tropicais. Assim, o monitoramento da atividade de PPO e POD é essencial para direcionar estratégias de processamento que preservem a qualidade visual e nutricional dos produtos à base de pupunha.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que as frações de casca, polpa e semente da pupunha apresentam baixos níveis de fatores antinutricionais, destacando-se a ausência de compostos cianogênicos e inibidores de tripsina, além da presença de ácido oxálico e nitratos em concentrações reduzidas. Esse perfil contribui para a segurança nutricional e amplia as possibilidades de aproveitamento integral do fruto. As análises enzimáticas revelaram maior atividade de PPO e POD na casca e na semente, o que ressalta a necessidade de estratégias de processamento que minimizem o escurecimento enzimático e as perdas de qualidade associadas. Por outro lado, essa característica também reforça o potencial funcional das frações, uma vez que tais enzimas estão relacionadas a mecanismos de defesa e estabilidade oxidativa. De forma geral, os achados deste estudo reforçam o valor da pupunha como recurso alimentar e tecnológico, contribuindo para a agregação de valor e para a utilização sustentável de frutos tropicais. Pesquisas futuras poderão explorar técnicas de processamento voltadas à inativação enzimática e à manutenção das propriedades funcionais, promovendo a inserção desse recurso em diferentes cadeias produtivas da área de alimentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasília, Brasil) pela concessão da bolsa, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasília, Brasil) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG, Belo Horizonte, Brasil) pelo apoio financeiro ao presente estudo, por meio do projeto APQ-00149-22.

REFERÊNCIAS

- Araújo, J. M. A. (2011). *Química de alimentos: Teoria e prática* (601 p.). Viçosa: UFV.
- Arcon, R. P. (1979). *Methods in enzymology* (Vol. 19, pp. 226–234). New York.
- Campos, A. D., & Silveira, E. D. L. (2003). *Metodologia para determinação da peroxidase e da polifenol oxidase em plantas* (Vol. 87). Pelotas: Embrapa Clima Temperado.
- Dettori, A., Tappi, S., Piana, L., Rosa, M. D., & Rocculi, P. (2022). Kinetic of induced honey crystallization and related evolution of structural and physical. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 2127–2140.
- Kmecl, V., Sušin, J. e Zupančič-Kralj, L. (2005). Validação de métodos analíticos usados para determinação de nitrato no solo. *Acreditação e Garantia de Qualidade*, 10 : 172 – 176.
- Koh, S. P., Yusof, N. A., Ismail, A., Abdullah, R., Osman, A., & Mohamed, S. (2013). Determination of cyanogenic glycosides in cassava by enzyme assay. *Food Science and Technology Research*, 19(1), 1–6.
- Lima, A. J. B., Nascimento, A. R., Melo, P. S., Alencar, S. M. de, Wu, C. Y., Shen, Y. Y., ... & others. (2023). Comprehensive evaluation of polyphenol oxidase activity and its control strategies in food systems. *Foods*, 12(23), 4344.
- Naik, V. V., Patil, N. S., Aparadh, V. T., Karadge, B. A. (2014). Methodology in determination of oxalic acid in planta tissue: a comparative approach. *Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences*, [S. l.], p. 1662–1672.
- Sousa, H. M.S., Leal, G. F., da Silva Gualberto, L., de Freitas, B. C. B., Guarda, P. M., Borges, S. V., ... & de Souza Martins, G. A. (2025). Exploration of the chemical characteristics and bioactive and antioxidant potential of tucumã (*Astrocaryum vulgare*), peach palm (*Bactris gasipaes*), and bacupari (*Garcinia gardneriana*) native Brazilian fruits. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(2), 3251–3264.
- Souza, P. G., Pallone, J.A.L., Orlando, E. A., Costa, A.C.S., Ayres, E.M.M., Rosenthal, A., Teodoro, A.J. (2024). Evaluation of oxalic acid extraction and quantification methods in the different purslane (*Portulaca oleracea* L.) matrices and spinach (*Spinacea oleracea*). *MethodsX*, [S. l.], v. 13, p. 102863. DOI: 10.1016/j.mex.2024.102863.
- Yuliana, N. D., van de Velde, F., Linssen, J. P., van Boekel, M. A., Noordman, T. R., Vincken, J. P., & Gruppen, H. (2014). Effects of enzymatic modification of soybean glycinin on the formation of soluble aggregates upon heating. *Food Chemistry*, 157, 190–197.
- Zhou, Y., Huang, L., Liu, S., Zhao, M., Liu, J., Lin, L., & Liu, K. (2023). Physiological and transcriptomic analysis of IAA-induced antioxidant defense and cell wall metabolism in postharvest mango fruit. *Food Research International*, 174, 113504.

Broca do café (*Hypothenemus hampei*) e o perfil lipídico em cafés especiais

Juliana Santos Marques¹, Franciane Maria Amaral Gaipo², Lillian Vanessa Silva³,
Luisa Pereira Figueiredo⁴

¹Departamento de Ciência dos Alimentos DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Química – DEQ- Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - (IFSULDEMINAS) – CEP: 37.472-000 - Carmo de Minas, MG - Brasil.

⁴Departamento de Ciência dos Alimentos DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

juliana.marques3@estudante.ufla.br, franciane.gaipo@estudante.ufla.br, lillian.silva@ifsuldeminas.edu.br, luisa.figueiredo@ufla.br

Abstract.

*Coffee is widely consumed, and its quality depends on the chemical composition of the beans, which is influenced by several factors such as cultivation, post-harvest processing, roasting, and storage. The coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) damages the beans, affecting lipids that are essential for flavor and aroma. This study analyzed, by gas chromatography, the fatty acid profile of specialty *Coffea arabica* with different levels of borer-damaged beans: control (0%), SCA tolerance level (Specialty Coffee Association) — in which a 300 g sample may contain up to five defects, 7%, 20%, and 100%. The coffee samples were subjected to a light roast. The results showed that increasing proportions of damaged beans altered the lipid profile, with the appearance of saturated and trans isomer compounds. The study concludes that lipid analysis is an effective tool for assessing coffee quality and detecting degradation caused by pest infestation.*

Keywords: Gas chromatography, Saturated fatty acids, Lipid alteration.

Resumo.

*O café é amplamente consumido e sua qualidade depende da composição química do grão, influenciada por diversos fatores (plantio, pós-colheita, torra, armazenamento). A broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) danifica os grãos, afetando lipídios essenciais ao sabor e aroma. Este estudo analisou, por cromatografia gasosa, o perfil de ácidos graxos em café arábica especial com diferentes níveis de grãos danificados pela broca: no grupo controle (0% de brocados), com o nível de tolerância da SCA (Specialty Coffee Association), quando uma amostra de 300g apresenta no máximo 5 defeitos, 7%, 20% e 100%. O café foi submetido à torra clara. Os resultados mostraram que o aumento de*

grãos danificados altera o perfil lipídico, com presença de compostos saturados e isômeros trans. O estudo conclui que a análise lipídica é eficaz para avaliar a qualidade do café e detectar degradações causadas pela praga.

Palavras-chave: Cromatografia gasosa, CG-FID, Ácidos graxos saturados, Alteração lipídica.

1. Introdução

O café é um alicerce do agronegócio brasileiro, sendo estratégico na economia nacional e no crescimento socioeconômico das regiões produtoras. A sua cadeia produtiva tem alta capacidade de gerar renda e passou por avanços significativos nas últimas décadas, impulsionada pela crescente procura por cafés de qualidade superior. Os cafés especiais representaram 18,1% das exportações totais do país em 2024. Os Estados Unidos foram o principal mercado comprador, adquirindo mais de 2 milhões de sacas, correspondendo a 22,2% das exportações desse tipo de café (Cecafé, 2025).

A matriz química do café possui compostos que variam conforme variedade, cultivo, processamento e torra. Os lipídios se destacam por influenciarem o aroma, sabor e estabilidade oxidativa dos grãos, sendo os ácidos graxos seus principais componentes. As alterações lipídicas podem indicar degradação ou estresse dos grãos, resultantes de fatores agronômicos, genéticos, ambientais, pós-colheita e armazenamento. A broca do café (*Hypothenemus hampei*) é uma praga altamente destrutiva e favorece a degradação dos grãos, o que é especialmente crítico para o mercado de cafés especiais, onde os padrões de qualidade são rigorosos (Borém; 2023; Calderón, 2018; Figueiredo *et al.*, 2015).

Nesse contexto, é necessário investigar se a presença desses grãos danificados é capaz de alterar significativamente a fração de ácidos graxos, comprometendo o enquadramento do café como especial, destacando que a fração lipídica do café é um marcador da qualidade e estabilidade.

Considerando a relevância dos ácidos graxos para a composição sensorial do café, tem-se como objetivo avaliar de forma qualitativa se ocorrem alterações no perfil desses compostos em amostras de café arábica especial, contendo diferentes teores de grãos brocados, utilizando a técnica de cromatografia gasosa com detecção por ionização de chama (CG-FID). Com isso, pretende-se contribuir para o entendimento dos efeitos da broca-do-café sobre o perfil de ácidos graxos e a qualidade do café.

2. Materiais e Métodos

Grãos brocados de 1 saca de 60 kg de *Coffea arabica* (Catuaí Amarelo IAC 62), safra 2022/2023, cultivados em Carmo de Minas/MG (1.200 m), peneira 16+, tipo 2/3 e 86 pontos na escala SCA (Specialty Coffee Association), foram separados manualmente segundo a IN nº 08/2003 (BRASIL, 2003) e categorias da SCAA (Specialty Coffee Association of America, 2009), formando cinco tratamentos distintos 0%, 7%, 20% e

100% de grãos brocados e o limite SCA que é quando em uma amostra (300g) de café verde de apresenta no máximo 5 defeitos.

Prepararam-se três repetições e duplicatas, gerando 30 amostras, armazenadas a -18 °C. Essas amostras foram torradas em torra clara e moídas em granulometria média conforme Portaria SDA nº 570/2022 (BRASIL, 2022), e armazenadas a -18 °C até a realização das análises. A umidade foi determinada por secagem em infravermelho (Gehaka IV 3050).

Os lipídios foram extraídos, formando ácidos graxos ésteres metilados (FAMES), e analisados em cromatógrafo a gás Shimadzu GC-2010 equipado com detector FID e coluna capilar SP-2560 (100 m × 0,25 mm × 0,20 µm), seguindo o protocolo PE-004 da Central de Análises e Prospecção Química da UFLA (2017). Somente os picos detectados em todas as repetições de cada grupo (controle, SCA, 7%, 20% e 100% de grãos brocados) foram considerados para análise. A proporção relativa de cada FAME foi determinada com base na área dos picos cromatográficos correspondentes.

3. Resultados e Discussão

A análise qualitativa do perfil de ácidos graxos das amostras de café com diferentes teores de grãos brocados evidenciou alterações na composição lipídica. No grupo controle foram identificados cinco ácidos graxos, sendo o ácido linoléico (11,61%) e o ácido araquídico (10,41%) os mais abundantes. Já na amostra SCA, com baixa incidência de grãos defeituosos, esse número reduziu para dois compostos: ácidos oléico (2,97%) e gama linolênico (2,55%). A partir da amostra com 7% de grãos brocados, observou-se um aumento progressivo na diversidade lipídica, atingindo oito ácidos graxos na amostra com 100% de grãos danificados, além de mudanças nas porcentagens de área desses

compostos, como os ácidos linoléico (até 18,28%) e linolelaídico (2,92%). A Figura 1 demonstra o perfil de FAME's encontrado nas amostras.

Figura 1- Distribuição percentual dos ácidos graxos.

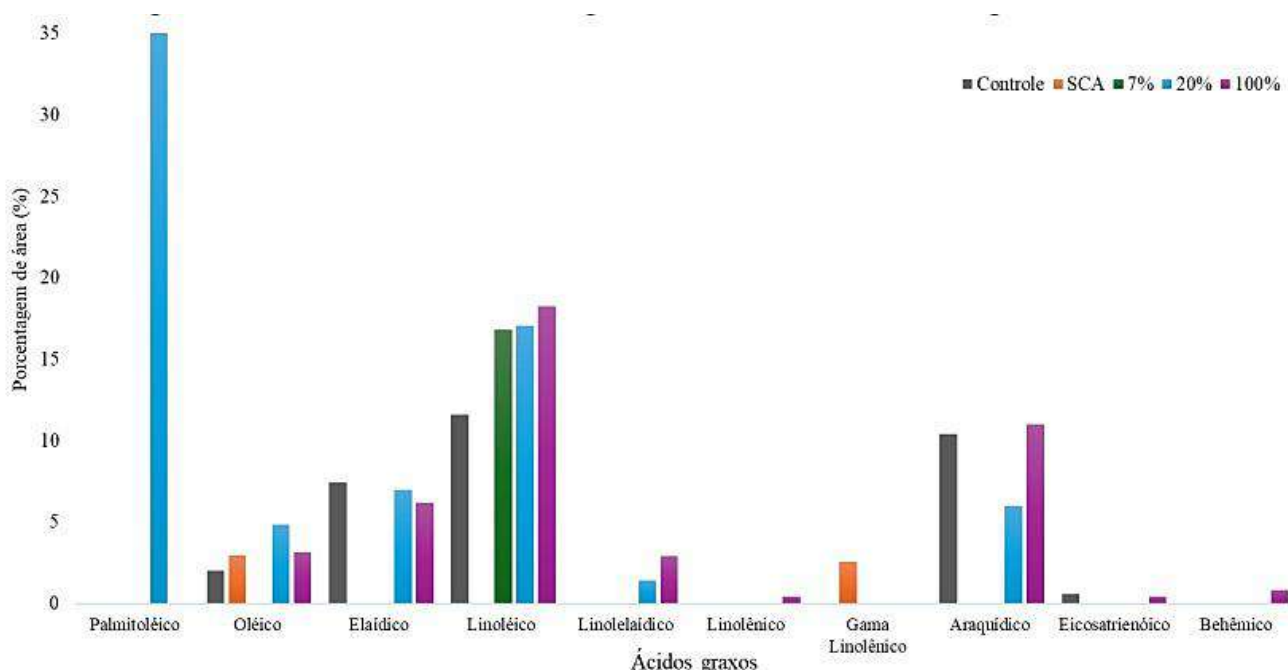


Figura 1- Distribuição percentual dos ácidos graxos identificados em amostras de café especial com diferentes teores de grãos brocados, identificados por CG-FID.

Essa tendência sugere que o ataque da broca-do-café compromete a integridade celular do grão, favorecendo a liberação ou a formação de novos compostos lipídicos, por processos oxidativos ou de degradação estrutural. Goulart et al. (2007), em estudo realizado com grãos secos de café de diferentes qualidades, identificaram a relação entre a integridade celular e a qualidade do café ao constatarem que grãos de maior qualidade mantinham as paredes e membranas celulares preservadas, com lipídios distribuídos ao longo dessas estruturas, enquanto grãos de qualidade inferior apresentavam ruptura celular e deslocamento dos lipídios para o centro da célula.

A predominância de ácidos graxos insaturados (oléico, elaídico e linoléico) foi evidente, e os grupos SCA e 7% apresentaram exclusivamente compostos insaturados. Na amostra 7% foi detectado apenas o ácido linoléico. Com o agravamento do dano, ácidos graxos saturados de cadeia longa, como o araquídico e behênico foram detectados, e houve redução na proporção de insaturados de 83,3% (20% de brocados) para 75% (100% brocados). Essa alteração pode estar relacionada à maior suscetibilidade dos ácidos graxos insaturados à oxidação, dado que suas duplas ligações facilitam reações com radicais livres, resultando na sua degradação (Calderón, 2018; Sanches et al., 2020).

Observou-se que o ácido oleico (C18:1n9c) apresentou redução de 4,85% na amostra com 20% de brocados para 3,17% na amostra 100% brocados. Ainda assim, os teores foram superiores ao da amostra controle (2,00%) e da amostra SCA (2,97%). Essa elevação pode estar associada à liberação de ácidos graxos dos triacilgliceróis e à

degradação, como relatado por Speer e Kolling-Speer (2006), que destacam a predominância desses lipídios nos grãos de café e sua liberação em decorrência de rupturas da estrutura celular. Por outro lado, o ácido linoléico (C18:2n6c), mais estável, foi crescente entre as amostras: controle (11,61%), 7% (16,80%), 20% (17,08%) e 100% (18,28%). Porém, não foi detectado na amostra SCA. Os teores observados podem sinalizar alterações lipídicas associadas ao comprometimento da integridade celular. Embora este estudo não tenha realizado análise sensorial, Figueiredo et al. (2015) relataram que grãos com maior concentração desses ácidos graxos apresentaram menor intensidade sensorial.

Entre os compostos que surgiram nas amostras mais danificadas pela broca, destacam-se o ácido elaídico (C18:1n9t), linolelaídico (C18:2n6t) e eicosatrienóico (C20:3n6), ausentes nos grupos com menor teor de brocados. Tais compostos, especialmente os isômeros trans, são amplamente reconhecidos como produtos da oxidação lipídica (Sanches et al., 2020), e a maior abundância nas amostras danificadas sugere forte estresse oxidativo.

A presença exclusiva desses ácidos nas amostras de 20% e 100% sugere sua potencial utilização como marcadores químicos de degradação associada à infestação pela broca-do-café. De modo similar, ácidos graxos saturados de cadeia longa, como o araquídico (C20:0) e o behênico (C22:0), aparecem apenas nas amostras de 20% e 100% de brocados, o que pode refletir a liberação de lipídios estruturais ou substituição de insaturados degradados. Apesar de sua contribuição para a estabilidade oxidativa, o ácido araquídico também pode participar na formação de compostos aromáticos com potencial impacto positivo na bebida (Figueiredo et al., 2015).

Embora estudo anterior tenha demonstrado que o teor de lipídios totais não foi alterado (Silva, 2024) entre as amostras, os resultados do perfil lipídico indicam que o aumento do teor de grãos brocados altera significativamente a composição e o equilíbrio entre ácidos graxos saturados e insaturados. Essa mudança pode impactar diretamente nos atributos sensoriais como fragrância, aroma, sabor, acidez e corpo, essenciais na avaliação de cafês especiais, os quais demandam elevada uniformidade química e sensorial (Figueiredo et al., 2015; SCAA, 2009; Silva, 2024).

Em síntese, os resultados corroboram evidências da literatura quanto à predominância de ácidos graxos insaturados no café arábica, especialmente linoléico e oléico, descritos por Calderón (2018) como os principais constituintes das frações lipídicas e mais suscetíveis à oxidação. Sanches et al. (2020) também destacam o linoléico como o composto insaturado mais abundante em café torrado. O aumento da sua porcentagem nas amostras brocadas pode indicar desequilíbrio químico decorrente da degradação de outros ácidos e da ação de mecanismos oxidativos induzidos pelo ataque da praga. Além disso, a presença exclusiva de isômeros trans em amostras com maior teor de brocados, como o ácido elaídico, reforça a associação desses compostos à perda sensorial observada por Figueiredo et al. (2015) e Silva (2024).

4. Conclusão

Os resultados demonstram que o aumento do teor de grãos brocados provoca alterações no perfil de ácidos graxos do café, com redução relativa de compostos

insaturados e surgimento de isômeros trans e ácidos graxos saturados de cadeia longa, indicativos de comprometimento da integridade celular e degradação lipídica. Essas mudanças afetam o equilíbrio químico da fração lipídica e podem impactar os atributos sensoriais da classificação de cafés especiais. Assim, a presença de grãos brocados acima do limite tolerado pela SCA se confirma como fator determinante para a potencial perda de qualidade e desvalorização do produto no mercado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG, IFSULDEMINAS.

5. Referências

- Brasil. (2003) “Instrução Normativa nº 08, de 11 de junho de 2003: Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru”, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Brasil. (2022) “Portaria SDA nº 570, de 9 de maio de 2022: Estabelece o padrão oficial de classificação do café torrado”, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária.
- Borém, F. M. (2023) Tecnologia pós-colheita e qualidade de cafés especiais, Cap. 7, Lavras: Editora UFLA.
- Calderón, R. A. A. (2018) “Perfil de ácidos orgânicos e ácidos graxos durante a secagem do café arábica”, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Conselho dos Exportadores de Café do Brasil – CECAFÉ. (2025) “Brasil exporta 3,8 milhões de sacas em dezembro e fecha 2024 com recorde de 50,4 mil”, disponível em: <https://www.cecafe.com.br/>
- Figueiredo, L. P., Borém, F. M., Ribeiro, F. C., Giomo, G. S., Da Silva Taveira, J. H., and Malta, M. R. (2015) “Fatty acid profiles and parameters of quality of specialty coffees produced in different Brazilian regions”, *African Journal of Agricultural Research*, 10(35), 3484–3493.
- Goulart, P. D. F. P., Alves, J. D., Castro, E. M. D., Fries, D. D., Magalhães, M. M., and Melo, H. C. D. (2007) “Aspectos histoquímicos e morfológicos de grãos de café de diferentes qualidades”, *Ciência Rural*, 37(3), 662–666.
- MAP – Ministério da Agricultura e Pecuária. (2024) “Conheça os principais tipos de grãos de café cultivados no Brasil”, disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>
- Sanches, M. Z., Silva Neto, E. D. S., Ueno, C. T., Shirai, M. A., and Sakanaka, L. S. (2020) “Roasted coffee oil (*Coffea arabica*): Characterization of fatty acids,

qualification of aromatic compounds and quantification of caffeine content”, Food Chemistry, 310, 125864.

SCAA – Specialty Coffee Association of America. (2009) “Metodologia SCAA de avaliação de cafés especiais”, Specialty Coffee Association.

Silva, L. V. (2024) “Influência da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) na qualidade e inocuidade de café especial”, Tese (Doutorado), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Speer, K., and Kölling-Speer, I. (2006) “The lipid fraction of the coffee bean”, Brazilian Journal of Plant Physiology, 18(1), 201–216.

Toci, T. A., and Farah, A. (2008) “Volatile compounds as potential defective coffee beans markers”, Food Chemistry, 108(3), 1133–1141.

Viabilidade de *Lactiplantibacillus plantarum* CCMA 0743 e *Pichia kluyveri* CCMA 0615 em extrato de taro fermentado e seco por atomização

Dirceu de Sousa Melo², Letícia Linhares da Silva¹; Pâmela Mynsen Machado Martins², Victor Hugo Buttrós², Disney Ribeiro Dias¹, Rosane Freitas Schwan²

¹Departamento de Ciência de Alimentos – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

dirceu.melo@ufla.br

Palavras-chave: probiótico, levedura, bactéria, spray-dryer, microencapsulação

A crescente demanda por alimentos funcionais tem aumentado a demanda por formulações que veiculam microrganismos probióticos de forma estável e eficaz. Para que tais produtos entreguem benefícios ao hospedeiro, a viabilidade dos microrganismos durante o processamento, armazenamento e trânsito gastrointestinal é determinante, pois a eficácia é bastante dependente da dose e requer populações adequadas no momento do consumo. Tecnologias como a fermentação controlada seguida de secagem por atomização (spray drying), aliadas ao uso de matrizes ricas em amido como o taro, podem conferir proteção físico-química, atuando como barreira contra estresses térmicos, osmóticos e oxidativos e favorecendo a manutenção da viabilidade dos microrganismos. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade de *Lactiplantibacillus plantarum* CCMA 0743 e *Pichia kluyveri* CCMA 0615 em extrato de taro fermentado por cocultivo (inóculos iniciais $\approx 6,9$ e $5,0$ Log UFC/mL, respectivamente; $30\text{ }^{\circ}\text{C}/18\text{ h}$) e seco por atomização ($74,9\text{ }^{\circ}\text{C}$). Os dados foram submetidos ao teste t de Student ou o teste de Mann-Whitney, conforme a normalidade dos dados. A recuperação no pó indicou alta resistência de *L. plantarum* (90,74%) e maior suscetibilidade de *P. kluyveri* (47,76%) ao processo de secagem. Durante 180 dias de armazenamento refrigerado, *L. plantarum* manteve-se >8 Log UFC/g, preservando o patamar comumente associado à entrega de dose funcional em produtos probióticos, ao passo que *P. kluyveri* apresentou queda progressiva para <2 Log UFC/g. Em ensaio de tolerância a condições simuladas do TGI, *L. plantarum* exibiu elevada resistência, enquanto *P. kluyveri* mostrou sensibilidade acentuada. Em conjunto, os dados demonstram que o extrato fermentado de taro, quando seco por atomização nas condições estudadas, constitui veículo adequado para *L. plantarum*, assegurando viabilidade, estabilidade durante armazenamento refrigerado e resistência ao TGI simulado. Esses achados reforçam o potencial do ingrediente como matriz carreadora não láctea para veiculação de probióticos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao LaMFe e ao apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Explorando a microbiota e o perfil químico de cafés Robustas Amazônicos fermentados pelo método de anaerobiose autoinduzida (SIAF)

Sandy Rodrigues Dias¹, Ana Paula Pereira Bressani¹, Nádia Nara Batista², Silvia Juliana Martinez², Lúcia Pinheiro Santos Pimenta³, Enrique Anastácio Alves⁴, Disney Ribeiro Dias², Rosane Freitas Schwan²

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de química – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

CEP 31.270-901, Belo Horizonte, MG – Brasil

⁴Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Rondônia

CEP 76801-000, Porto Velho, RO – Brasil

sandy.dias1@estudante.ufla.br, apbressani@gmail.com,

ndianara.batista@gmail.com, silvia292004@gmail.com,

lpimenta@qui.ufmg.br, enrique.alves@embrapa.br, diasdr@ufla.br,

rschwan@ufla.br

Abstract. *This study evaluated the fermentation of Amazonian Robusta coffees (clone 025, clone 08 and apoatã) using the self-induced anaerobiosis fermentation (SIAF) method during 21 days. Metataxonomic analyses (NGS) and volatile compound profiling (GC/MS) were conducted. The metataxonomic analyses identified the predominance of Kazachstania humilis in clones 025 and 08, while apoatã showed higher abundance of Candida sake and Fusarium solani. A total of 83 volatile compounds were detected, with esters being the predominant class at the end of fermentation. Clone 025 presented the highest total concentration (605 mg/kg). The results demonstrate the influence of genetics and native microbiota on the biochemical modulation of coffees, reinforcing the potential of SIAF for producing differentiated beverages.*

Keywords: NGS, Microbial profile, Volatile compounds.

Resumo. *Este estudo avaliou a fermentação de cafés Robustas Amazônicos (clone 025, clone 08 e apoatã) pelo método de anaerobiose autoinduzida (SIAF) durante 21 dias. Foram conduzidas análises metataxonômicas (NGS) e perfil de compostos voláteis (GC/MS). As análises metataxonômicas identificaram a predominância de Kazachstania humilis nos clones 025 e 08, enquanto apoatã apresentou maior abundância de Candida sake e Fusarium solani. Foram detectados 83 compostos voláteis, sendo os ésteres a classe predominante ao final da fermentação. O clone 025 apresentou maior concentração total (605 mg/kg). Os resultados demonstram a influência da genética e da microbiota autóctone na modulação bioquímica dos cafés, reforçando o potencial do SIAF na obtenção de bebidas diferenciadas.*

Palavras-chave: Compostos voláteis, NGS, Perfil microbiano.

1. Introdução

O estado de Rondônia, na Amazônia Ocidental, é uma das principais regiões produtoras de *Coffea canephora* no Brasil, onde se destacam as variedades apoatã, clone 025 e clone 08, pertencentes à Indicação Geográfica (IG) “Matas de Rondônia”. Esses cafés se diferem em produtividade, porte e composição química, apresentando características sensoriais únicas, como notas frutadas, herbáceas, achocolatadas e amargor característico [Espindula et al., 2022]. O Robusta Amazônico é o primeiro café da espécie *Coffea canephora* com IG registrado no mundo [Brasil, 2021].

O avanço do mercado de cafés especiais está diretamente relacionado à valorização crescente de grãos com qualidade superior, alcançada por meio de práticas rigorosas de cultivo e processamento. Essas técnicas geram cafés com menos defeitos, aprimoram o perfil sensorial da bebida e potencializam a diversidade de aromas e sabores. Entre as etapas de processamento, a fermentação é considerada a mais importante para a qualidade final [Baqueta et al., 2024; Cassimiro et al., 2023; Schwan e Fleet, 2014].

A fermentação de café é realizada de forma espontânea ou conduzida com adição de culturas iniciadoras, é reconhecida por influenciar a formação de ácidos orgânicos, álcoois superiores e ésteres, essenciais para o aroma e o sabor da bebida. O método de fermentação SIAF (self-induced anaerobiosis fermentation) tem se mostrado promissor para a modulação microbiana e química de grãos de café, favorecendo a formação de compostos voláteis e não voláteis determinantes para a qualidade sensorial [Cassimiro et al., 2023].

Nesse contexto, técnicas analíticas avançadas, como o sequenciamento de nova geração (NGS) e a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM), têm papel fundamental na avaliação da fermentação do café. O NGS possibilita a identificação detalhada das comunidades microbianas e sua dinâmica ao longo do processo, prevendo seu potencial funcional, enquanto o CG/EM permite identificar os compostos voláteis responsáveis pelo aroma e sabor da bebida. A integração dessas abordagens fornece uma visão abrangente das interações entre microbiota e metabolismo durante a fermentação [Verge et al., 2021].

Apesar da crescente relevância dos Robustas Amazônicos, ainda há poucos estudos sobre suas comunidades microbianas e composição volátil durante a fermentação. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica microbiana e as alterações nos perfis voláteis nas diferentes variedades de *C. canephora* (clone 025, clone 08 e apoatã) fermentadas sob SIAF por 21 dias.

2. Materiais e Métodos

Frutos cereja dos cafés clone 025, clone 08 e apoatã foram colhidos manualmente e fermentados em biorreatores de polietileno de alta densidade (20 L) por 21 dias, na Embrapa Café em Porto Velho, Rondônia. Amostras foram coletadas em 0 e 21 dias e congeladas a -20 °C para posteriores análises.

A diversidade microbiana foi analisada por Sequenciamento de Nova Geração (NGS) utilizando as regiões ITS1/ITS2 do gene ITS para fungos, e as bibliotecas preparadas foram sequenciadas na plataforma Illumina MiSeq (600 ciclos, paired-end). O processamento dos dados foi realizado no pipeline Sentinel, incluindo avaliação de qualidade (FastQC), trimagem (Phred <20), união das leituras (PANDAseq) e descarte de clusters pouco abundantes (<5). A identificação taxonômica foi conduzida por Blastn, considerando similaridade $\geq 97\%$, com critérios de bit-score, e-value e representatividade taxonômica. As análises de diversidade foram baseadas em bancos de dados específicos de ITS [White et al., 1990].

O perfil de compostos voláteis foi analisado por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/EM), utilizando a microextração em fase sólida no headspace (HS-SPME), utilizando coluna capilar de sílica Carbowax 20M, conforme parâmetros descritos por Martinez et al. [2024]. A identificação dos picos foi feita por comparação dos espectros de massa com o banco de dados NIST11.

3. Resultados e discussão

3.1 Comunidades microbianas

Foram identificados 75 gêneros e 146 espécies fúngicas com abundância $\geq 0,01\%$. O gênero *Kazachstania* predominou ao final da fermentação nos clones 025 e 08. Em contraste, *Fusarium* apresentou maior abundância no início da fermentação do clone 08 e ao final da fermentação do apotã (21 dias). O gênero *Yarrowia* foi detectado exclusivamente no apotã, no início da fermentação (0 dias) (Figura 1a).

Entre as espécies, *Kazachstania humilis* foi a mais abundante ao final da fermentação nos clones 025 e 08 (Figura 1b), sendo registrada pela primeira vez em *Coffea canephora*. Essa espécie já é conhecida por sua contribuição positiva na fermentação de *C. arabica*, especialmente pela produção de compostos voláteis associados a notas frutadas e florais [Cruz-O'Byrne et al., 2023; Schwan et al., 2023], o que sugere um papel potencial na melhoria do perfil sensorial dos Robustas Amazônicos.

Já o apotã apresentou maior abundância de *Candida sake* e *Fusarium solani* ao término do processo fermentativo. Esses microrganismos têm sido relacionados à menor produção de metabólitos desejáveis. *Fusarium* é conhecido pela geração de toxinas que comprometem a qualidade e segurança da bebida [Schwan e Fleet, 2014].

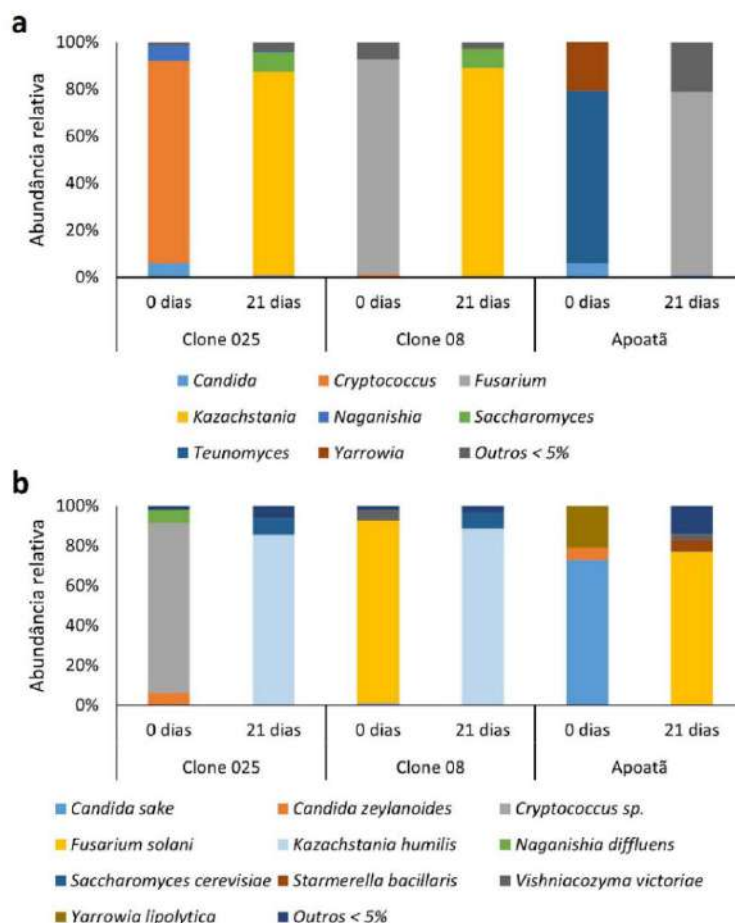


Figura 1 - Abundâncias relativas de comunidades fúngicas no início (0 dias) e final de fermentação (21 dias) dos clones 025, 08 e apoatã. (a) Gêneros fúngicos; e (b) Espécies fúngicas.

3.2 Compostos voláteis

Foram identificados 83 compostos voláteis presentes no início e no final de fermentação, distribuídos em álcoois, ésteres, aldeídos, ácidos, fenóis, ácidos graxos e outros grupos químicos. No início da fermentação, a classe mais abundante foi dos álcoois, como 2-nonanol, álcool feniletílico e álcool benzílico, além de ésteres benzoato de 2-hidroxietila e aldeídos, incluindo 2-nonenal e benzaldeído (Figura 2).

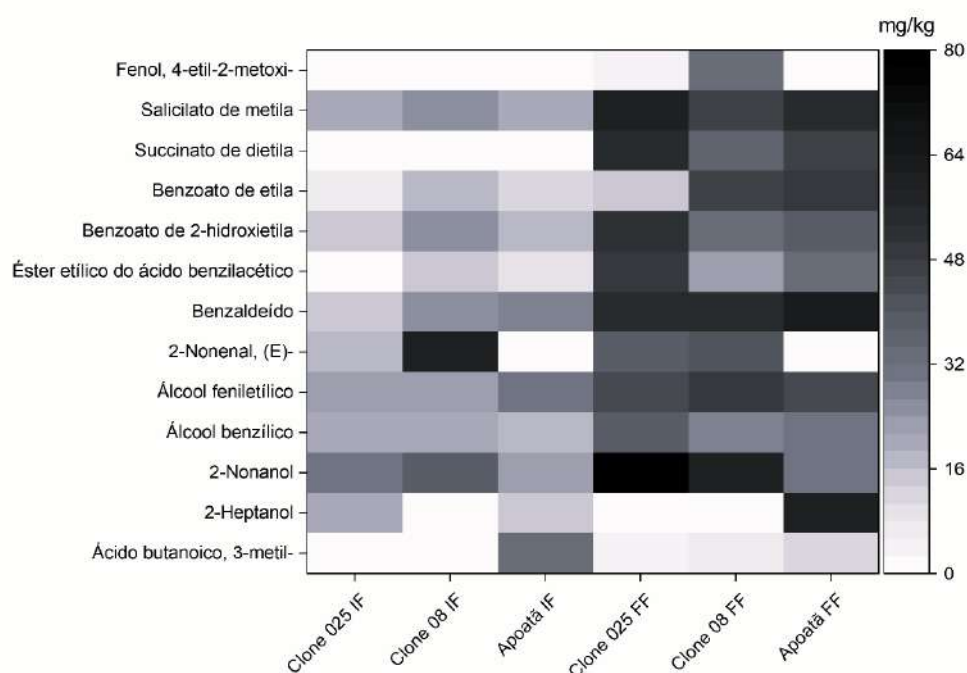


Figura 2 - Mapa de calor dos compostos voláteis presentes em concentrações mais altas no início da fermentação (IF) e no final da fermentação (FF).

No final da fermentação, houve aumento expressivo de compostos voláteis, em especial os ésteres, que se tornaram a classe química predominante. O clone 025 apresentou a maior concentração total de compostos voláteis ao final da fermentação (605 mg/kg), entre eles, os ésteres mais abundantes foram o salicilato de metila (59 mg/kg) e succinato de dietila (55 mg/kg), responsáveis por notas frutadas e florais [Elhalis et al., 2020].

Entre os álcoois, 2-nonanol e álcool feniletílico foram os mais abundantes em todas as variedades e podem contribuir com nuances de mel, frutas cítricas e florais [Elhalis et al., 2020]. O benzaldeído foi o aldeído mais abundante em todas as variedades. O clone 08 exibiu teores relativamente mais altos de fenóis (43 mg/kg) associados a descritores defumados e amadeirados [Flament, 2001]. Esses resultados demonstram que o perfil volátil final depende da variedade do café e da atividade microbiana durante a fermentação.

4. Conclusão

O estudo mostrou que diferentes variedades de cafés robustas amazônicos (clone 025, clone 08 e apoatã) impactam nos perfis microbianos e voláteis. O clone 025

apresentou maior potencial de qualidade sensorial, associado à predominância de *K. humilis* e maior concentração de compostos voláteis associados à percepção de notas frutadas, doces e florais. O clone 08 também apresentou maior abundância de *K. humilis*, porém foi caracterizado por teores mais elevados de fenóis, o que pode conferir notas defumadas e amadeiradas. Já o apoatã apresentou predominância de *F. solani*, microrganismo indesejável que pode comprometer a qualidade da bebida. Os resultados destacam o papel da microbiota autóctone e da variedade na definição da qualidade final da bebida, reforçando o SIAF como ferramenta estratégica para valorização dos Robustas Amazônicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG e LaMFe.

Referencias

- Baqueta, M. R., Postigo, M. P., Alves, E. A., de Moraes Neto, V. F., Valderrama, P., Pallone, J. A. L., & Diniz, P. H. G. D. (2024). Authentication of indigenous Brazilian specialty canephora coffees using smartphone image analysis. *Food Research International*, 196, 115133.
- Brasil, Cafés brasileiros com indicação geográfica, 2021. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/indicacao geografica/arquivospublicacoes-ig/brazilian-coffees-with-geographical-indication>
- Cassimiro, D. M. de J., Batista, N. N., Fonseca, H. C., Oliveira Naves, J. A., Coelho, J. M., Bernardes, P. C., Dias, D. R., & Schwan, R. F. (2023). Wet fermentation of *Coffea canephora* by lactic acid bacteria and yeasts using the self-induced anaerobic fermentation (SIAF) method enhances the coffee quality. *Food Microbiology*, 110, 104161. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2022.104161>
- Cruz-O'Byrne, R., Gamez-Guzman, A., Piraneque-Gambasica, N., & Aguirre-Forero, S. (2023). Genomic sequencing in Colombian coffee fermentation reveals new records of yeast species. *Food Bioscience*, 52, 102415. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102415>
- Elhalis, H., Cox, J., Frank, D., & Zhao, J. (2020). The crucial role of yeasts in the wet fermentation of coffee beans and quality. *International Journal of Food Microbiology*, 333, 108796. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108796>
- Espindula, M. C., Dalazen, J. R., Rocha, R. B., Teixeira, A. L., Diocleciano, J. M., Dias, J. R. M., Schmidt, R., de Lima, P.P., Lima, G.M., & Gama, W. (2022). Robustas Amazônicos: os cafeeiros cultivados em Rondônia. Retrieved from <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1152388?mode=full>. Accessed January 30, 2022.
- Flament, I. (2001). *Coffee flavor chemistry*. John Wiley & Sons.
- Martinez, S. J., Batista, N. N., Bressani, A. P. P., Leite, S., Oliveira Naves, J. A., Dias, D. R., & Schwan, R. F. (2024). Volatiles and sensory mapping of SIAF fermentations with selected coffee yeasts from different Brazilian regions. *Food Bioscience*, 62, 105551. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105551>
- Schwan, R. F., & Fleet, G. H. (2014). *Cocoa and coffee fermentations*. CRC Press.
- Schwan, R. F., Bressani, A. P. P., Martinez, S. J., Batista, N. N., & Dias, D. R. (2023). The essential role of spontaneous and starter yeasts in cocoa and coffee fermentation. *FEMS Yeast Research*, 23. <https://doi.org/10.1093/femsyr/foad019>

- Verce, M., Schoonejans, J., Hernandez Aguirre, C., Molina-Bravo, R., De Vuyst, L., & Weckx, S. (2021). A combined metagenomics and metatranscriptomics approach to unravel Costa Rican cocoa box fermentation processes reveals yet unreported microbial species and functionalities. *Frontiers in microbiology*, 12, 641185.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S., & Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In *PCR Protocols*, 315–322. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1>

Filmes Biodegradáveis de Amido para Conservação de Alimentos

Priscila de Sousa Melo¹, Marali Vilela Dias²

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

priscila.melol@estudante.ufla.br, marali.dias@ufla.br

Palavras-chave: Bioativos; embalagens alimentícias; propriedades mecânicas.

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de filmes biodegradáveis de amido voltados à conservação de alimentos a longo prazo. O amido, por ser abundante, renovável, de baixo custo e biodegradável, destaca-se como uma matriz polimérica promissora para a formação de revestimentos e filmes com propriedades de barreira. Esses filmes atuam como proteção física contra umidade, oxigênio, luz e agentes contaminantes, contribuindo para retardar reações de oxidação, o crescimento de microrganismos e a perda de qualidade sensorial dos alimentos. Para a produção dos filmes utiliza-se o método *tape-casting*, reconhecido por sua praticidade e eficácia na obtenção de filmes finos e homogêneos. As propriedades dos filmes são avaliadas por meio de ensaios de resistência mecânica, permeabilidade e atividade antioxidante. Apesar do potencial promissor, sua aplicação industrial requer investigação adicional sobre estabilidade durante o armazenamento, avaliação sensorial dos alimentos embalados e conformidade com normas de segurança alimentar e regulamentações vigentes. Esses avanços são fundamentais para garantir a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso de filmes biodegradáveis de amido na conservação de alimentos a longo prazo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Qualidade sensorial de café especial com diferentes níveis de grãos brocados

Lílian Vanessa Silva¹, Juliana Santos Marques², Luisa Pereira Figueiredo³;
Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira⁴

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - (IFSULDEMINAS) – CEP: 37.472-000 - Carmo de Minas, MG - Brasil.

^{2,3,4} Departamento de Ciência dos Alimentos - DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

lilian.silva@ifsulde Minas.edu.br; juliana.marques3@estudante.ufla.br;
luisa.figueiredo@ufla.br; rosegfap@ufla.br

Abstract. *The coffee berry borer, Hypothenemus hampei, a recurring pest of coffee beans, can compromise the quality and economic value of the coffee. The objective was to evaluate the influence of borer-damaged beans on the sensory quality of specialty coffee. Yellow Catuaí coffee was used to prepare the treatments (control - no borer-damaged beans; borer defects tolerated by the SCA; and 7%, 20%, and 100% of borer-damaged beans). Specialists tasted the beverages. Fungi present in the borer-damaged beans and the beetle's feces are associated with the deleterious attributes reported for the samples starting from 7% of borer-damaged beans. It is concluded that the sensory quality is not significantly affected for specialty coffee containing beans with damage caused by the coffee berry borer within the SCA's tolerance limit.*

Keywords: *Yellow catuaí, SCA protocol, word cloud, Sul de Minas*

Resumo. *A broca-do-café, Hypothenemus hampei, praga recorrente nos grãos, pode prejudicar a qualidade e o valor econômico do café. O objetivo foi avaliar a influência dos grãos brocados sobre a qualidade sensorial do café especial. Empregou-se catuaí amarelo para montar os 5 tratamentos (controle - sem brocados, defeitos brocados tolerados pela SCA, 7, 20 e 100% de grãos brocados). Especialistas provaram as bebidas. Fungos presentes nos grãos brocados e fezes do besouro estão associados aos atributos deletérios relatados para as amostras a partir de 7% de grãos brocados. Conclui-se que a qualidade sensorial é preservada para café especial contendo grãos com danos provocados pela broca-do-café dentro do limite de tolerância da SCA.*

Palavras-chave: *Catuaí amarelo, protocolo SCA, nuvem de palavras, Sul de Minas.*

1. Introdução

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei*, é uma das principais pragas dessa cultura e gera perdas econômicas (Johnson et al., 2020; Pereira et al., 2021), mas poucos estudos investigaram o efeito do grão brocado na qualidade da bebida. O grão rebeneficiado pode atingir a categoria de café especial dependendo de seus atributos físicos e sensoriais (Pinheiro et al., 2023), porém, este processo não tem sido capaz de eliminar completamente os grãos brocados, prejudicando o valor econômico do café. O que se contrapõe à crescente demanda dos consumidores por café de maior qualidade (Archanjo e Bastos, 2021).

Considerando os prejuízos que a broca-do-café pode causar e a carência de estudos que evidenciam o efeito do *H. hampei* na bebida, o objetivo deste estudo foi avaliar como a qualidade sensorial de cafés especiais é afetada por esses grãos brocados.

2. Materiais e Métodos

Grãos brocados de 1 saca de 60 kg de *Coffea arabica* (Catuaí Amarelo IAC 62), safra 22/23, de Carmo de Minas/MG (1.200 m), peneira 16+, tipo 2/3 e 86 pontos na escala da *Specialty Coffee Association* - SCA, foram separados manualmente segundo a IN nº 08/2003 (Brasil, 2003) e categorias da *Specialty Coffee Association of America* (SCAA, 2009), formando cinco grupos: 0%, limite SCA, 7%, 20% e 100% de grãos brocados, com três repetições e duplicatas (30 amostras).

Cada amostra foi preparada para a prova de xicara (*cupping*) conforme o protocolo SCA (Lingle, 2011; SCA, 2015) e os dados foram anotados em formulário próprio. Quatro provadores especialistas degustaram o café em duas rodadas. A pontuação da bebida e os descritores sensoriais foram comparados com o laudo original do café obtido do fornecedor. O teste sensorial foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras (Plataforma Brasil - Processo CAAE: 68434423.1.0000.5148. Parecer nº: 6.084.400).

Análise estatística foi realizada com R Core Team (2022). Os descritores sensoriais foram organizados empregando a Tecnologia Digital na Educação “Nuvem de Palavras” (Silva, 2020), construídas com Word Art© (2009).

3. Resultados e Discussão

O aumento na quantidade de grãos brocados afetou o perfil sensorial (Tabela 1).

Tabela 1. Pontuação sensorial SCA para café especial contendo grãos brocados.

Amostra	Pontos SCA	Equivalência ¹
SCA	81,75	A
Controle	81,38	A
Brocado 7%	81,13	AB
Brocado 20%	80,50	AB
Brocado 100%	78,13	B

¹ Notas seguidas pelas mesmas letras não diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: das autoras, 2024.

O limite rigoroso de defeitos brocados tolerados pela SCA mostrou-se adequado para manter a qualidade da bebida, pois o café não diferiu significativamente da amostra controle. Esta equivalência se manteve para as amostras com 7% e 20% de grãos brocados. Porém, as perdas sensoriais começaram a ser percebidas pelos provadores na bebida a partir da amostra com 7% de grãos brocados.

As Nuvens de Palavras (Figuras 1, 2 e 3) apresentam os descritores que os especialistas empregaram para demonstrar suas impressões sensoriais. Os provadores usaram 44 e 41 palavras para as amostras controle e SCA, respectivamente.



Figura 1 - Nuvem de Palavras das percepções sensoriais do café especial controle (esquerda) e com grãos brocados no limite tolerado pela SCA (direita).

A modulação dos gostos, que é a percepção de um gosto básico alterado pela força relativa de um ou mais dos outros gostos, leva a seis outras sensações primárias para o café, sendo elas: acidez adocicada (ácido intensifica o doce); suavidade (salgado intensifica o doce); licorosa (doce reduz a acidez); neutra (doce reduz o salgado); picante (ácido intensifica o salgado) e acidez acre (sal reduz o azedume do ácido) (Pinheiro et al, 2023). Isto posto, a relação entre doçura e acidez fica evidente; o retrogosto longo e doce da amostra controle pode ter favorecido aos provadores identificarem a acidez cítrica e notas sensoriais diversificadas na amostra SCA. Destaca-se a acidez cítrica e a maior diversidade de sabores (doce de leite, chá preto, chocolate amargo e meio amargo) na amostra SCA, mas o termo limpo perdeu destaque e surgiu o termo deletério corpo pesado.

As características sensoriais padrão do café do laudo original do catuaí amarelo estão presentes na bebida com 7% de grãos brocados de modo mais harmônico, havendo diversidade de sabores, como doce de leite, manga, frutas amarelas e mel. O termo descansado não aparece, nem o limpo, indicativos de safra velha e nova, respectivamente. Inicia o surgimento de termos deletérios como sujo, seco e áspero. Na amostra com 20% de grãos brocados a palavra limpo não aparece mais e surgiram os termos amargo, leve amargo, leve sujo, pouco corpo, corpo seco e retrogosto seco.

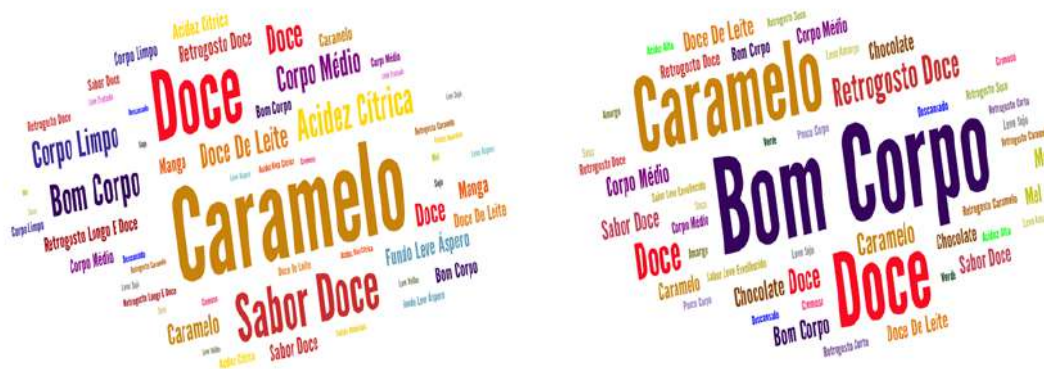


Figura 2 - Nuvem de Palavras das percepções sensoriais do café especial com 7% (esquerda) e 20% de grãos brocados (direita).

Substâncias do metabolismo da broca-do-café e da microbiota vinculada a ela presentes no fruto, semente e, ou grão de café podem estar associadas aos descritores sensoriais deletérios da qualidade. Treze espécies de fungos foram encontradas dentro de *H. hampei* ou nas galerias feitas pelos besouros nas sementes de café; dez deles são sapróbios e servem como alimento para as brocas ou degradam as suas fezes. Bactérias e leveduras são introduzidas no café pelo contato do inseto com as paredes da galeria e pelas suas excreções. Espécies de *Fusarium*, por exemplo, produzem ergosterol (sabor amargo) e uma lipase, sendo compostos associados à dieta de *H. hampei* (Carrión e Bonet, 2004). A composição química do grão atacado pela broca-do-café apresenta menores concentrações de açúcares, de compostos lipídicos e sólidos solúveis, e maiores teores de cinzas, acidez titulável total, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, ácido succínico e acético (Silva, 2024). Possivelmente isso pode estar associado aos sabores desagradáveis relatados pelos provadores do café catuaí amarelo a partir da amostra 7%.

A amostra com 100% de grãos brocados recebeu o mesmo número de termos sensoriais que o controle (44), porém, remetendo à perda da boa qualidade. Surgiram os termos sujo, corpo sujo, áspero, pouco corpo, obscuro, descansado, envelhecido, ardido e água de batata.



Figura 3 - Nuvem de Palavras das percepções sensoriais do café especial com 100% de grãos brocados.

A presença de bolores e seus metabólitos vem sendo relatada como deletéria da qualidade da bebida. Metabólitos como 2-butenal e dimetilbisulfeto produzidos por *A. foetidus*, por exemplo, são caracterizados pelo aroma desagradável de terra, mofo, estragado e pungente e impactaram na redução da qualidade sensorial. Sabor fermentado e metabólitos como o ácido acético e éster etil foram detectados em cafés atacados por fungos (Bozza et al., 2009; Iamanaka et al., 2014; Nakayama et al., 2020). Os danos causados ao café (perfuração da casca e abertura de galerias), bem como a microbiota carreada pelo besouro criam condições favoráveis para o surgimento dos compostos associados à perda da qualidade sensorial. A contaminação fúngica, por exemplo, é favorecida quando o *H. hampei* ataca o grão provocando danos físicos diretos e perda sensorial indireta que prejudicam o valor e a inocuidade do café.

Os provadores perceberam as sensações primárias para o café citadas por Pinheiro et al. (2023), como acidez adocicada, suavidade e ardido. A descrição das amostras está coerente com as características do café catuaí amarelo especial do Sul de Minas. Portanto, independente do efeito da broca-do-café, os atributos globais característicos do catuaí amarelo IAC62 estavam presentes na bebida, que são o sabor e aroma predominante cítrico, floral e frutado; corpo cremoso e denso; acidez cítrica com intensidade médio-alta; doçura alta e finalização longa (APROCAM, 2011). Isso confirma que a presença de grãos brocados dentro dos limites tolerados pela SCA não afetam significativamente a qualidade sensorial da bebida.

4. Conclusão

Os grãos brocados com danos leves remanescentes do rebeneficiamento, dentro dos limites de defeitos tolerados pela SCA, não são suficientes para prejudicar a qualidade sensorial da bebida e não desqualificam o café quanto ao enquadramento como especial. Porém, o aumento da quantidade provocou prejuízos sensoriais, conforme foi notado pelos provadores a partir da amostra com 7% de grãos brocados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG e IFSULDEMINAS.

5. Referências

- APROCAM. Protocolo de identidade, qualidade e rastreabilidade para embasamento da indicação geográfica dos cafés da Mantiqueira de Minas. Relatório integrante da documentação apresentada ao INPI - Regulamento de uso: Denominação de origem Mantiqueira de Minas. *Cadernos de Especificações Técnicas Mantiqueira de Minas*. 2011, 12p.
- ARCHANJO, C.; BASTOS, G. *Café, consumo e qualidade: a percepção do consumidor*. Perfil do consumidor de café que busca qualidade. In: 28º Encafé. Novembro, 2022. Disponível em: <https://www.abic.com.br/wp-content/uploads/2022/11/palestra-Encafe-22.pdf>.

- BOZZA, A., TRALAMAZZA, S. M., REYNAUD, D. T., GABARDO, J., VALASKI, J. C., MARANGONI, P. R., & PIMENTEL, I. C. Isolamento de fungos associados a grãos de café cv. Iapar 59 de origem de solo e árvore em diferentes tempos de colheita. *Food Science and Technology*, v. 29, p. 529-534, 2009.
- BRASIL. *Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003*. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- CARRIÓN, G.; BONET, A. Mycobiota Associated with the Coffee Berry Borer (Coleoptera: Scolytidae) and Its Galleries in Fruit. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 97, n. 3, p. 492–499. May 2004.
- IAMANAKA, B.T. *et al.* The mycobiota of coffee beans and its influence on the coffee beverage. *Food Research International*. v 62, p. 353-358, Aug 2014.
- JOHNSON, M.A.; RUIZ-DIAZ, C.P.; MANOUKIS, N.C.; VERLE RODRIGUES, J.C. Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*), a Global Pest of Coffee: Perspectives from Historical and Recent Invasions, and Future Priorities. *Insects*, v. 11, p. 882, 2020.
- LINGLE, T. R. *The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor*. 4 ed. Californian: Long Beach. 2011.
- NAKAYAMA, C. C. *et al.* Sucessão de microrganismos em diferentes estádios de secagem do café e sua influência na bebida. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 1, p. 2402–2418, 2020.
- PEREIRA, A. E., Gontijo, *et al.*. Emergence and infestation level of *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae) on coffee berries on the plant or on the ground during the post-harvest period in Brazil. *Journal of Insect Science*, v. 21, n. 2, p. 10, 2021.
- PINHEIRO, A. C. M. *et al.* In: Borém, F. M. (org). *Tecnologia, pós-colheita e qualidade de cafés especiais*. Lavras: Ed. UFLA, 2023. Cap. 8, p. 330-407.
- R CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2022.
- SCA. Protocols: cupping specialty coffee. *Specialty Coffee Association of America*. Rev. Dec, 2015, 10 p.
- SCAA. *Metodologia SCAA de avaliação de cafés especiais - guia rápido: green coffee*. 2009, 7 p.
- SILVA, A. J. de C. *Guia prático de metodologias ativas com uso de tecnologias digitais da informação e comunicação*. Lavras: UFLA, 2020. 69 p.
- SILVA, S. A., *et al.* Physical and chemical attributes of beans damaged by the coffee berry borer at different levels of infestation. *Bragantia*, v. 83, e20230251, 2024. DOI: 10.1590/1678-4499.20230251
- WORD ART©. Disponível em: <https://wordart.com/nwl5dq0aletg/nuvem-de-palavras>

Desempenho de um espectrofluorímetro portátil para identificação de adulteração em azeite de oliva

Natália de Oliveira Souza¹, Opeyemi Linda Falayi², Giulia Mitestainer Silva¹, Cleiton Antônio Nunes¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agroquímica/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

natalia.souza3@estudante.ufla.br, opeyemi.falayi@estudante.ufla.br,
giulia.silva4@estudante.ufla.br, cleiton.nunes@ufla.br

Abstract. Food fraud represents a growing global problem, compromising the safety and confidence in the consumption of foods and beverages. The addition of low-value ingredients or improper substitutions can pose risks to public health and cause significant economic losses. This study evaluated a portable spectrofluorimeter developed at the Laboratory of Chemometrics and Food Analysis, DCA/ESAL/UFLA to identify adulterations in extra virgin olive oil with soybean oil. The equipment, which operates in the UV-Vis-NIR ranges, allows rapid, non-destructive analyses without sample preparation. The portable device, with dimensions of $9 \times 10 \times 15$ cm, performs readings in less than one minute per sample, exciting at nine wavelengths (250–625 nm) and recording fluorescence at fifteen (260–860 nm), generating a characteristic excitation–emission matrix (EEM) for each sample. The obtained EEMs were analyzed by PCA (Principal Component Analysis) and PLS-DA (Partial Least Squares Discriminant Analysis), allowing a clear distinction between pure and adulterated samples. The model showed an accuracy of 98% for the calibration set, 96% for cross-validation, and 95% for the test set. The device proved to be a promising, accessible, and in loco applicable tool for screening food fraud.

Keywords: Fluorescence, chemometrics, portable sensor.

Resumo. A fraude alimentar representa um problema global em expansão, comprometendo a segurança e a confiança no consumo de alimentos e bebidas. A adição de ingredientes de baixo valor ou substituições indevidas pode gerar riscos à saúde pública e causar prejuízos econômicos significativos. Este estudo avaliou um espectrofluorímetro portátil desenvolvido no Laboratório de Quimiometria e Análise de Alimentos no DCA/ESAL/UFLA para identificar adulterações em azeite de oliva extra virgem com óleo de soja. O equipamento, que opera nas faixas UV-Vis-NIR, permite análises rápidas, não destrutivas e sem preparo de amostras. O dispositivo portátil, com dimensões de $9 \times 10 \times 15$ cm, realiza leituras em menos de um minuto por amostra, excitando em nove comprimentos de onda (250–625 nm) e registrando a fluorescência em quinze comprimentos de onda (260–860 nm), gerando uma matriz de excitação-emissão (EEM) característica

para cada amostra. As EEMs obtidas foram analisadas por PCA (Principal Component Analysis) e PLS-DA (Partial Least Squares Discriminant Analysis), permitindo distinguir com clareza as amostras puras das adulteradas. O modelo apresentou acurácia de 98% para o conjunto de calibração, 96% na validação cruzada e 95% no conjunto de teste. O dispositivo mostrou-se promissor como ferramenta acessível e de aplicação in loco para triagem de fraudes em alimentos.

Palavras-chave: *Fluorescência, quimiometria, sensor portátil.*

1. Introdução

A fraude alimentar constitui um desafio global crescente que compromete a segurança e a confiança no consumo de alimentos e bebidas. Adulterações como aquelas praticadas por meio da adição de substâncias de menor valor ou de substituições indevidas podem acarretar riscos à saúde pública, além de causar danos econômicos significativos. Estimativas indicam que uma parcela importante dos alimentos comercializados contém adulterações, o que demanda o desenvolvimento de técnicas analíticas rápidas, sensíveis e acessíveis para sua detecção (BANNOR et al., 2023).

Métodos espectroanalíticos baseados na fluorescência têm se destacado por oferecer análises rápidas, não invasivas e sem necessidade de preparação extensiva das amostras. Esses métodos são compatíveis com abordagens *non-targeted*, nas quais não se busca especificamente uma substância adulterante, mas sim alterações no perfil espectral global da amostra (GU et al., 2024). Paralelamente, as técnicas espectroscópicas portáteis vêm ganhando destaque, especialmente pelo seu caráter não destrutivo, rapidez e aplicabilidade in loco (HE et al., 2024).

Neste sentido, um dispositivo portátil inovador que detecta fluorescência nas regiões do ultravioleta (UV), visível (Vis) e infravermelho próximo (NIR) foi desenvolvido no Laboratório de Quimiometria e Análise de Alimentos, no DCA/ESAL/UFLA. Neste trabalho, o desempenho do dispositivo foi avaliado na detecção de adulteração de azeite de oliva extra virgem com óleo de soja refinado.

2. Material e Métodos

O protótipo do dispositivo foi construído utilizando múltiplos LEDs como fontes de radiação e excitação cobrindo a região UV-Vis (entre 250 nm e 625 nm). A detecção dos sinais foi realizada por meio de sensores ópticos para UV e Vis-NIR (entre 260 nm e 860 nm). A aquisição e o controle do sistema foram gerenciados por uma placa Arduino Nano. Essa configuração permite analisar amostras líquidas em cubetas de quartzo, capturando sinais de fluorescência em múltiplos comprimentos de onda.

Foram consideradas amostras de azeite de oliva extra virgem e misturas contendo óleo de soja em concentrações de 10% a 50%. No total, avaliaram-se 75 amostras, em triplicata. Os dados foram coletados pelo dispositivo na forma de Matrizes de Excitação-Emissão (EEM), os quais foram submetidos a uma análise exploratória utilizando a Análise de Componentes Principais (PCA), bem como utilizados para construir um modelo de classificação supervisionada por Análise de Discriminante por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-DA) para diferenciar as amostras puras das adulteradas. Os cálculos foram realizados no programa Chemoface versão 1.74.

3. Resultados e Discussão

O dispositivo desenvolvido apresentou características de portabilidade, com dimensões de 9 x 10 x 15 cm, e rapidez, realizando uma leitura completa em menos de um minuto por amostra. O sistema é capaz de excitar a amostra em 9 comprimentos de onda distintos (entre 250 nm e 625 nm) e registrar a emissão de fluorescência em 15 comprimentos de onda (entre 260 nm e 860 nm), gerando uma EEM característica para cada amostra. A análise visual das EEMs (Figura 1) já indicou diferenças claras entre amostras de azeite puro e as misturas.

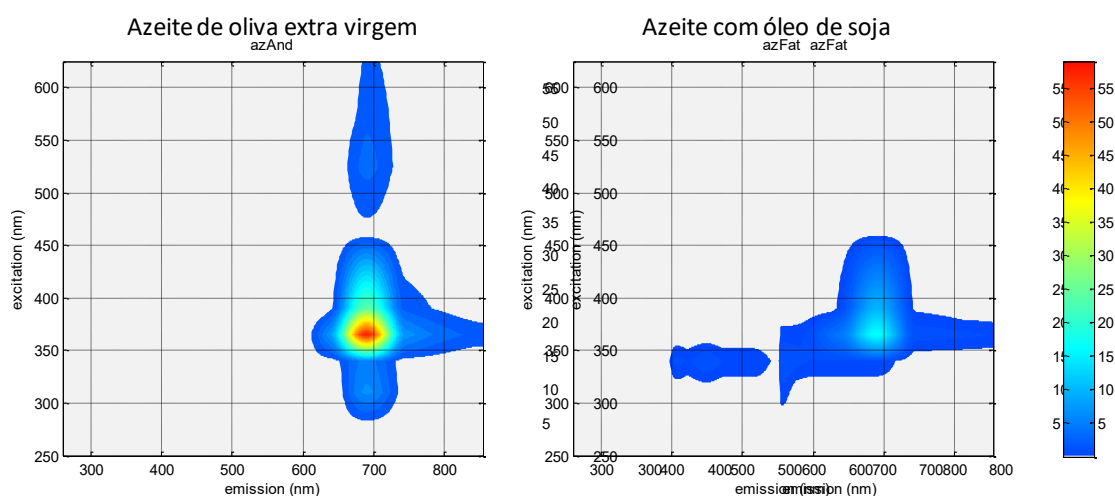


Figura 1 - Matrizes de Excitação-Emissão para uma amostra de azeite de oliva puro e uma mistura contendo óleo de soja.

O gráfico de escores (Figura 2) da Análise de Componentes Principais (PCA) também evidenciou uma separação clara entre os dois grupos (puro vs. mistura), com o primeiro componente principal (PC1) explicando 94,96% da variância dos dados.

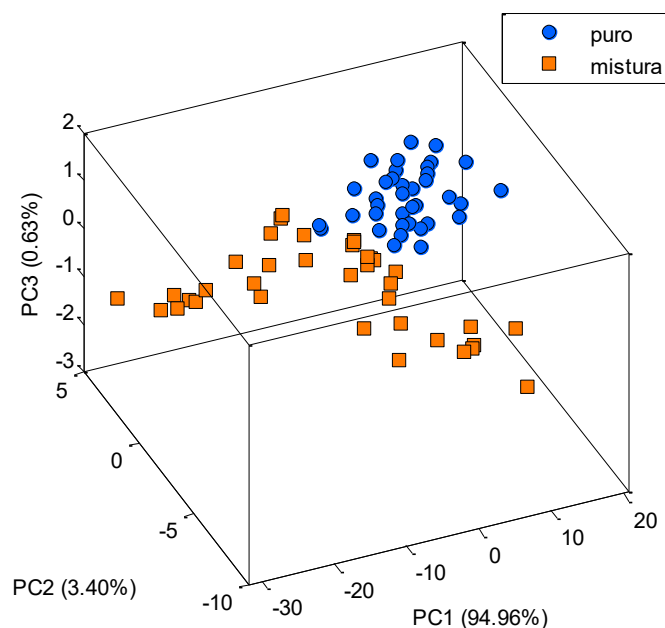


Figura 2 - Escores da PCA para amostras de azeite de oliva puro e adulterado com nas EMM.

O modelo quimiométrico PLS-DA, construído a partir dos dados espectrais, demonstrou alta capacidade de discriminação entre o azeite de oliva puro e suas misturas com óleo de soja. O modelo alcançou uma acurácia de 98% para o conjunto de calibração, 96% na validação cruzada e 95% para o conjunto de teste. É importante ressaltar que os testes iniciais foram realizados com azeites de altíssima qualidade, e estudos futuros devem incluir amostras "reais" de mercado para validar a robustez do método em cenários mais realistas de fraude.

4. Conclusão

O protótipo de espectrofluorímetro portátil UV-Vis-NIR foi desenvolvido com sucesso, mostrando-se uma ferramenta promissora para a análise de triagem em casos de fraude alimentar. Constatou-se que o equipamento, aliado a modelos quimiométricos como o PLS-DA, foi capaz de detectar a adulteração de azeite de oliva com óleo de soja com acurácia. Este trabalho representa um avanço significativo para disponibilizar uma ferramenta analítica acessível e eficiente para laboratórios periciais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG – Processo RED-00120-23 e à UFLA.

5. Referências

BANNOR, Richard Kwasi; ARTHUR, Kingsley Kofi; OPPONG, Dixon; OPPONG-KYEREMEH, Helena. A comprehensive systematic review and bibliometric analysis

of food fraud from a global perspective. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 14, p. 100686, dez. 2023.

GU, Haiyang; HU, Leijie; DONG, Yining; CHEN, Quansheng; WEI, ZhaoJun; LV, Riqin; ZHOU, Qian. Evolving trends in fluorescence spectroscopy techniques for food quality and safety: a review. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 131, p. 106212, jul. 2024.

HE, Hong-Ju; FERREIRA, Marcus Vinicius da Silva; WU, Qianyi; KARAMI, Hamed; KAMRUZZAMAN, Mohammed. Portable and miniature sensors in supply chain for food authentication: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, , p. 1–21, 2024.

Grupos microbianos presente no *Sourdough* de trigo

Sthefânia Ferreira Vilela¹, Nádia Nara Batista², Silvia Juliana Martinez², Dirceu Melo²,
Rosane Freitas Schwan^{2*}

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

sthefania.vilela@estudante.ufla.br, ndianara.batista@gmail.com,
silvia292004@gmail.com, dirceu.melo@ufla.br, rschwan@ufla.br

Abstract.

The study aimed to see how different environments affect the microbial diversity present in wheat *sourdough* during natural fermentation. The results showed that the fermentation process caused a gradual change in the populations of yeasts and lactic acid bacteria, with variations in the number and appearance of colonies depending on the environment. In the domestic environment, a reduction in microbial counts was observed over time, indicating the selection of stronger species. In the forest environment, the *sourdough* showed greater diversity and higher counts, suggesting that the local biodiversity favored the growth and adaptation of different microorganisms. These results show that environmental conditions play a very important role in the formation of the *sourdough* microbial community, directly affecting the quality and sensory characteristics of the final product.

Keywords *Sourdough, yeasts, fermentation,*

Resumo.

O estudo teve como objetivo ver como diferentes lugares afeta a diversidade microbiana presente no *sourdough* de trigo durante a fermentação natural. Os resultados mostraram que o processo fermentativo trouxe uma mudança gradual nas populações de leveduras e bactérias ácido-láticas com variações no número e na aparência das colônias conforme o ambiente. No ambiente doméstico foi visível uma redução nas contagens microbianas ao longo do tempo, indicando a seleção de espécies mais fortes. Já no ambiente de mata, o *sourdough* mostrou maior diversidade e contagens mais altas, sugerindo que a biodiversidade do lugar favoreceu o crescimento e a adaptação de diferentes microrganismos. Esses resultados evidenciam que as condições ambientais tem um papel muito importante na formação da comunidade microbiana do *sourdough*, afetando diretamente a qualidade e as características sensoriais do produto final.

Palavras-chave: *Sourdough, leveduras, fermentação.*

1. Introdução

A fermentação é uma etapa fundamental na produção de pães, pois contribui para a melhoria da textura, do sabor e da digestibilidade do produto (Baev et al., 2023). A fermentação espontânea tem início com o desenvolvimento de uma matriz fermentativa denominada *sourdough*, que consiste em um ecossistema microbiológico complexo formado por leveduras e bactérias ácido-láticas (BAL) naturalmente presentes na farinha e no ambiente de processamento (Das; Tiwari; García-Vaquero, 2023).

A estabilidade e o potencial fermentativo da massa de *sourdough* são fortemente influenciados por fatores ambientais, como temperatura, umidade e biodiversidade local. Esses fatores modulam a composição microbiana, impactando diretamente o processo fermentativo e a qualidade do produto final.

Durante a produção do *sourdough*, as bactérias ácido-láticas contribuem para a retenção de água, aumento do volume e retardo do endurecimento, prolongando a vida útil do pão (Mũrniece, Klava, 2022), enquanto as leveduras enriquecem o perfil sensorial ao produzirem aminoácidos essenciais, vitaminas e compostos aromáticos. Além disso, o processo fermentativo promove a degradação de compostos antinutricionais, a formação de metabólitos bioativos e o aumento da biodisponibilidade de nutrientes, melhorando a solubilidade e a estabilidade do produto final (Sanmartín et al., 2023). Portanto, a composição microbiana do *sourdough* é determinante para as propriedades nutricionais e tecnológicas do pão.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os grupos microbianos presentes no *sourdough* elaborado com farinhas de trigo, produzido em dois ambientes distintos: doméstico e de mata.

2. Materiais e Métodos

A produção de *sourdough* tipo I foi elaborado de acordo com Abdelmegiud *et al.* (2024), com modificações. A fermentação inicial foi realizada homogeneizando a farinha de trigo com água na proporção de 1:1, mantida em temperatura ambiente por um período de 24 horas. Após esse período, foram retirados 50 g da mistura inicial, e o restante foi alimentado com farinha e água (1:1). Esse procedimento foi repetido diariamente ao longo de 7 dias. Amostras (50 g) foram coletadas com 0, 96 e 168 horas para análises microbiológicas.

Os microrganismos foram obtidos de 10 g amostras de *sourdough* que foram homogeneizadas com 90 mL de água peptonada estéril a 0,1% (m/v) e diluições seriadas foram realizadas. A população bacteriana foi obtida em ágar MRS (De Man Rogosa Sharpe, Merck, Darmstadt, Alemanha), e ágar nutriente (Merck) suplementado com 0,4% (v/v) de nistatina (Sigma) para inibir o crescimento de leveduras, sendo incubadas a 35 °C por 3 a 4 dias. A população de leveduras foi obtida em ágar YEPG (composto por 1% de extrato de levedura, 2% de peptona, e 2% de glicose), ajustado para pH 3,5, contendo 100 mg/L de cloranfenicol (Sigma) para inibição do crescimento bacteriano, sendo incubadas 28°C por 3 a 4 dias. As placas de ágar MRS e ágar nutriente foram incubadas a 30°C por 3 a 4 dias, enquanto as placas de YEPG foram incubadas a 28°C pelo mesmo período. A população microbiana foi estimada em número de unidades formadoras de colônias (UFC) (Zhang, 2023). Isolados representativos de cada morfotipo foram isolados e purificados, considerando a raiz quadrada de cada morfotipo da placa.

3. Resultados

Os resultados mostraram variações importantes na quantidade e diversidade dos microrganismos presentes nos *sourdoughs* durante a fermentação e entre os ambientes avaliados. Na fase inicial, observou-se a predominância de colônias bacterianas de aparência lisa e coloração branca, chamadas de Morfotipo 1, com contagens elevadas entre 76 e 40 unidades formadoras de colônia (UFC) na diluição 10^{-1} . Esses valores indicam uma comunidade microbiana ativa logo no início do processo fermentativo.

Na fase intermediária, após 96 horas, o comportamento microbiano passou a depender do ambiente. No ambiente doméstico, o Morfotipo 1 ainda estava presente, com as contagens atingindo 6,58 Log UFC/g, sugerindo uma seleção natural das espécies mais resistentes. No ambiente de mata, o mesmo morfotipo apresentou variações no tamanho das colônias e manteve contagens elevadas, atingindo 7,31 Log UFC/g, mostrando que a biodiversidade local favoreceu o crescimento. Nesta fase, as leveduras também atingiram seus picos: 7,60 Log UFC/g no doméstico e 9,80 Log UFC/g na mata.

Na fase final, com 168 horas de fermentação, novas mudanças foram observadas. No *sourdough* produzido em ambiente doméstico, surgiu novamente o Morfotipo 2 (colônias maiores e bordas regulares), com as bactérias ácido-láticas (BAL) apresentando contagens de 7,55 Log UFC/g. Já no *sourdough* da mata, formou-se um perfil microbiano diferente (novo morfotipo, coloração bege e bordas irregulares), onde as BAL atingiram 9,02 Log UFC/g. Esse comportamento indica uma sucessão natural de microrganismos adaptados. Neste ponto, as leveduras reduziram para 7,14 Log UFC/g (doméstico) e 9,06 Log UFC/g (mata).

As análises nos meios de cultura também confirmaram a diversificação das colônias. No ágar nutriente, foi observada uma maior variedade, com quatro morfotipos distintos no ambiente doméstico e cinco na mata. No ágar MRS, verificou-se a presença contínua de bactérias ácido-láticas (com mudanças de coloração de branco-neve para branco-rosado), apresentando três morfotipos no doméstico e quatro na mata. As leveduras apresentaram dois morfotipos em ambos os ambientes. Esses resultados demonstram que o ambiente exerce forte influência sobre a composição e o equilíbrio microbiano do *sourdough*, sendo determinante para a estabilidade e qualidade final do produto.

4. Conclusão

O estudo mostrou que o ambiente tem muita influência sobre a diversidade e o comportamento dos microrganismos durante a fermentação do *sourdough* de trigo. Viu-se que o lugar de mata tinha mais variedade de colônias e números mais altos de microrganismos, indicando uma microbiota mais rica e adequada às condições naturais. Já o ambiente doméstico teve uma redução gradual das populações, sugerindo uma seleção de espécies mais resistentes e estáveis ao longo do processo.

Esses resultados mostram a importância das bactérias ácido-láticas e das leveduras na manutenção da fermentação e na formação das características sensoriais e estruturais do pão. A variação entre os ambientes sugere que a biodiversidade local pode influenciar diretamente a qualidade e o perfil microbiano do *sourdough*. Entender essa dinâmica é a chave para o melhorar fermentações naturais e para fazer pães com melhor qualidade nutricional e sensorial.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referencias

- Abdelmegiud, M. H., El-Soukkary, F. a. H., El-Naggar, E. A., & Abdelsalam, R. R. (2024). Chemical composition and rheological properties of some gluten-free flour formulations. *Archives of Agriculture Sciences Journal/Archives of Agriculture Sciences Journal*, 7(2), 172–186. <https://doi.org/10.21608/aasj.2024.294301.1170>
- Baev, V., Apostolova, E., Gotcheva, V., Koprinarova, M., Papageorgiou, M., Rocha, J. M., Yahubyan, G., & Angelov, A. (2023). 16S-RRNA-Based metagenomic profiling of the bacterial communities in traditional Bulgarian sourdoughs. *Microorganisms*, 11(3), 803. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11030803>
- Chavan, R. S.; Chavan, S. R. Sourdough Technology — A Traditional Way for Wholesome Foods: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 10, n. 3, p. 170-183, 2011. DOI:10.1111/j.1541-4337.2011.00148.x
- Das, R. S., Tiwari, B. K., & Garcia-Vaquero, M. (2023). The fundamentals of bread making: the science of bread. In *Springer eBooks* (pp. 1–40). https://doi.org/10.1007/978-3-031-23352-4_1
- De Vuyst, L.; Van Kerrebroeck, S.; Harth, H.; Huys, G.; Daniel, H.-M.; Weckx, S. *Microbial ecology of sourdough fermentations: diverse or uniform?* Food Microbiology, v. 37, p. 11-29, 2014. DOI:10.1016/j.fm.2013.06.002.
- Mūrniece, R., & Kļava, D. (2022). Impact of Long-Fermented sourdough on the technological and prebiotic properties of rye bread. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Section B Natural Exact and Applied Sciences*, 76(1), 1–8. <https://doi.org/10.2478/prolas-2022-0001>
- Sanmartín, G., Sánchez-Adriá, I. E., Prieto, J. A., Estruch, F., & Randez-Gil, F. (2024). Bioprospecting of sourdough microbial species from artisan bakeries in the city of Valencia. *Food Microbiology*, 120, 104474. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2024.104474>.
- Zhang, D. (2023). Effect of proofing on the rheology and moisture distribution of corn Starch-Hydroxypropylmethylcellulose Gluten-Free dough. *Foods*, 12(4), 695. <https://doi.org/10.3390/foods12040695>.

Efeito de diferentes condições de descongelamento na qualidade de cenouras impregnadas com xilo-oligossacarídeos

Amanda Fernandes Pereira¹, Ana Cristina Freitas de Oliveira Meira¹, Larissa Carolina de Moraes¹, Hellen Isnádia Teixeira Nolêto¹, Jaime Vilela de Resende¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

amanda.pereira12@estudante.ufla.br,
anacristina.engalimentos@gmail.com, larissamoraes@ufla.br,
hellen.noleto@estudante.ufla.br, jvresende@ufla.br

Abstract. Frozen carrots undergo textural changes and fluid losses due to the formation and melting of ice crystals. This study evaluated vacuum impregnation with xylooligosaccharide solutions (3.0 and 4.5% w/w) in minimally processed carrots and different thawing conditions. Blanched samples were used as controls. Impregnation increased the viscosity of the solutions, indicating solids transfer, and accelerated freezing compared to the control. Treatment with 4.5% xylooligosaccharide and ultrasonic thawing reduced fluid losses and preserved texture. It is concluded that vacuum impregnation combined with ultrasonic thawing reduced the loss of quality of frozen carrots.

Keywords: vacuum impregnation, texture, ice crystals.

Resumo. A cenoura congelada sofre alterações de textura e perdas de fluidos devido à formação e ao derretimento de cristais de gelo. Este estudo avaliou a impregnação a vácuo com soluções de xilo-oligossacarídeo (3,0 e 4,5% m/m) em cenouras minimamente processadas e diferentes condições de descongelamento. Amostras apenas branqueadas foram usadas como controle. A impregnação aumentou a viscosidade das soluções, indicando transferência de sólidos, e acelerou o congelamento em relação ao controle. O tratamento com 4,5% de xilo-oligossacarídeo e descongelamento por ultrassom reduziu as perdas de fluidos e preservou a textura. Conclui-se que a impregnação à vácuo e o descongelamento por ultrassom reduziram a perda de qualidade da cenoura congelada.

Palavras-chave: impregnação a vácuo, textura, cristais de gelo.

1. Introdução

O congelamento é uma técnica de conservação amplamente utilizada em alimentos vegetais, pois atua diminuindo a taxa de alterações microbiológicas e inibindo os processos metabólicos que ocorrem nos produtos (NERI et al., 2014). Apesar de ser altamente eficiente, durante o congelamento formam-se cristais de gelo que, ao se expandirem, causam o rompimento das células dos tecidos vegetais, resultando em perdas de fluidos internos e na alteração da textura do alimento, prejudicando a qualidade final do produto (RENO; PRADO; RESENDE, 2011). Além do congelamento, a condição de descongelamento também é um fator muito importante para garantir a qualidade do alimento.

O uso de substâncias com ação crioprotetora é uma alternativa para minimizar os danos causados pelo congelamento e descongelamento dos tecidos vegetais. Essas substâncias atuam na formação dos cristais de gelo, interagindo com a água livre e controlando a sua cristalização em locais específicos do tecido, o que ajuda a reduzir os danos estruturais durante o processo. Estudos recentes indicam que os xilo-oligossacarídeos (XOS) possuem características crioprotetoras positivas, oferecendo uma solução eficaz para melhorar a qualidade dos vegetais congelados (CARVALHO et al., 2023; ZHANG et al., 2020).

Este trabalho tem como objetivo, analisar como o descongelamento em diferentes condições de cenouras impregnadas com xilo-oligossacarídeo afeta a textura e a perda de fluidos desse vegetal, de forma que uma melhor compreensão do comportamento de vegetais congelados e possíveis melhorias em termos de qualidade sensorial e nutricional possam ser realizados.

2. Materiais e Métodos

2.1 Materiais

As cenouras foram adquiridas no comércio local de Lavras – MG. O xilo-oligossacarídeo (>95%) foi obtido da empresa Biotipo (Piracicaba, São Paulo).

2.2 Impregnação à vácuo

As cenouras foram descascadas e cortadas em cubos (1x1,5x1,5 de altura, comprimento e largura), branqueadas (84 °C por 4 min) e submetidas à impregnação a vácuo (15 inHg por 30 min) com soluções de XOS (3,0% e 4,5% m/m). Amostras apenas branqueadas foram usadas como controle. O congelamento das amostras foi monitorado com sensores de temperatura (termopar tipo T cobre/constantan AWG-24), um sistema de condicionamento de sinal (National Instruments - Modelo SCXI - Hungria) e software LabVIEW 8.5. As condições de descongelamento avaliadas foram: temperatura ambiente (25 °C), refrigeração (5 °C) e banho ultrassônico (22 °C).

As viscosidades das soluções impregnante antes e após o contato com os cubos de cenoura foi analisado a 25 °C empregando um viscosímetro rotacional de tubo concêntrico (Brookfield). Foi usado o spindle SC4-18, uma taxa de deformação de 19,81 a 217,81 s⁻¹ e os dados foram ajustados ao modelo Newtoniano (STEFFE, 1996).

2.3 Perdas de fluidos e textura

A perda de fluidos das amostras foi realizada analisando a variação de massa das amostras antes da impregnação e após o descongelamento. E a textura foi realizada por

Análise de Perfil de Textura (TPA) usando uma sonda cilíndrica de 75 mm de diâmetro, velocidade de 1 mm s⁻¹ e compressão de 50%.

2.4 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, $p < 0,05$ utilizando o software SAS University Edition (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização reológica das soluções impregnantes da cenoura

As soluções de xilo-oligossacarídeo apresentaram um aumento proporcional da tensão de cisalhamento com a taxa de deformação aplicada (Figura 1a), este comportamento é característico de fluido newtoniano. Foi observado uma diferença significativa ($p < 0,05$) entre as viscosidades das soluções antes e após o processo de impregnação (Tabela 1). Notou-se um aumento da viscosidade com o aumento da concentração de xilo-oligossacarídeo na solução, possivelmente devido à maior concentração de sólidos dissolvidos, isso pode estar atrelado à saída de algum componente da cenoura para o meio impregnante (CARVALHO et al., 2023).

Tabela 1 – Parâmetros reológicos das soluções impregnantes

Solução impregnante	Modelo newtoniano		
	μ (mPa s)	RMSE	R ²
Inicial 3,0% XOS	1,080 ± 0,010 ^u	0,017	0,968
Inicial 4,5% XOS	1,100 ± 0,000 ^u	0,019	0,967
Final 3,0% XOS	1,752 ± 0,072 ^a	0,079	0,963
Final 4,5% XOS	1,779 ± 0,043 ^a	0,060	0,968

R² = coeficiente de correlação, RMSE = raiz quadrada do erro médio, μ é o índice de consistência (Pa sⁿ) e n é o índice de comportamento de fluxo (adimensional). Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). XOS = xilo-oligossacarídeo.

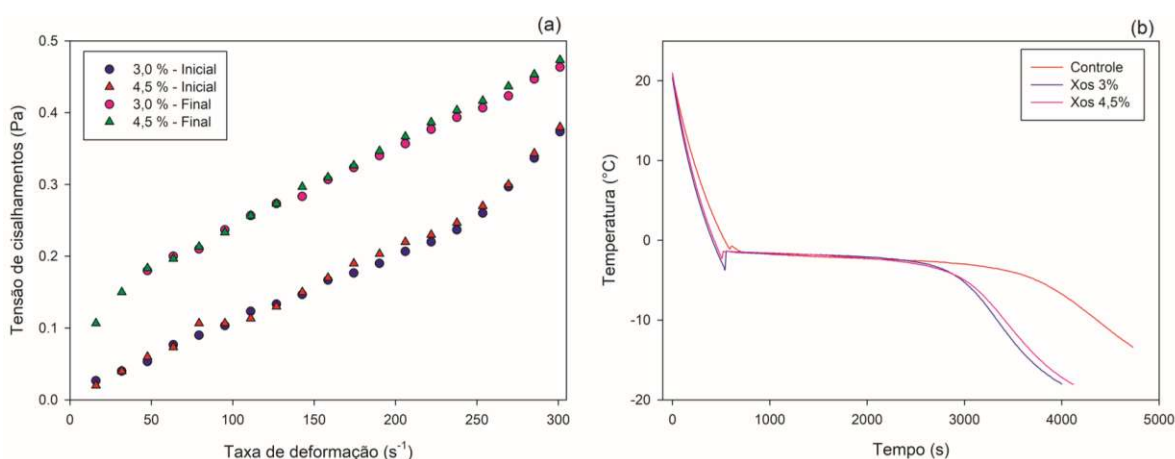


Figura 1 – (a) Curvas de escoamento das soluções de XOS; (b) Curvas de congelamento das amostras de cenoura. XOS = xilo-oligossacarídeo.

3.2. Curvas de congelamento das cenouras

A Figura 1b apresenta as curvas de congelamento da cenoura. Quando comparadas ao controle, observa-se que as amostras impregnadas com 4,5% de XOS apresentaram uma

queda mais rápida na temperatura, atingindo valores inferiores em menor tempo. Esse comportamento sugere que a presença de XOS, especialmente em maior concentração, favoreceu a condução térmica, acelerando o processo de remoção de calor. Como resultado, o congelamento ocorreu de forma mais rápida, o que pode estar associado à formação de cristais de gelo menores e mais uniformes, contribuindo para melhor preservação da estrutura celular e da qualidade da cenoura após o descongelamento.

3.3. Perda de fluidos e textura das cenouras

As perdas de fluidos celulares e textura observadas em cenouras que foram pré-tratadas e no grupo controle, após o armazenamento congelado são mostrados na Figura 2. As perdas de fluidos celulares e textura foram minimizadas quando a cenoura foi impregnada com 4,5% de xilo-oligossacarídeo e descongelada em ultrassom (22 °C). A impregnação das cenouras com XOS promoveu formação de cristais menores e menos danosos à estrutura celular. Esse polissacarídeo possui ação crioprotetora e atua reduzindo o tamanho dos cristais de gelo e protegendo macromoléculas biológicas, evitando desnaturações e mantendo a integridade celular. Já a aplicação de ultrassom no descongelamento age acelerando a taxa de descongelamento desse vegetal.

Ao reduzir os danos mecânicos da matriz alimentar ao ser congelada, o XOS auxilia na manutenção das estruturas celulares de que as perdas de fluidos e a variação da textura são minimizadas. Por isso, a variação de massa após o processo de descongelamento, bem como, a perda de textura são parâmetros importantes para validar a ação crioprotetora de determinado composto (CARVALHO et al., 2023).

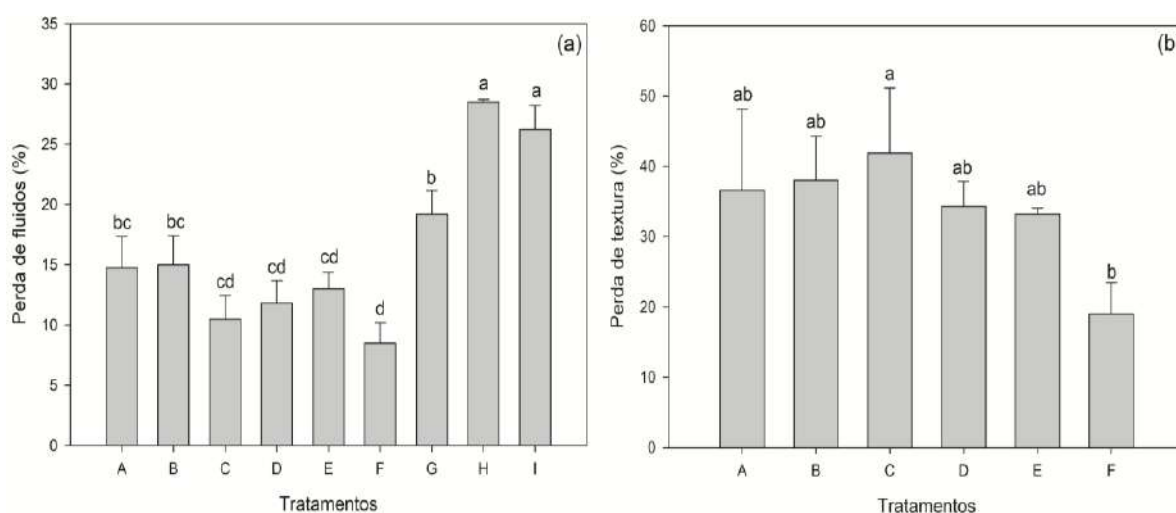


Figura 2 – Perdas de fluidos e textura das cenouras descongeladas. Barras seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A = 3,0 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em temperatura ambiente (25 °C); B = 3,0 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em temperatura de refrigeração (5 °C); C = 3,0 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em ultrassom (22 °C); D = 4,5 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em temperatura ambiente (25 °C); E = 4,5 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em temperatura de refrigeração (5 °C); F = 4,5 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em ultrassom (22 °C); G = amostra controle descongelada em temperatura ambiente (25 °C); H = amostra controle descongelada em temperatura de refrigeração (5 °C); I = amostra controle descongelada em ultrassom (22 °C).

As amostras não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$) para o parâmetro elasticidade,

entretanto, foi observada diferença ($p < 0,05$) para as variáveis gomosidade, mastigabilidade e coesividade (Tabela 2). As amostras impregnadas com concentração de 4,5% de XOS e descongeladas com a aplicação de ultrassom apresentaram maiores valores significativos ($p < 0,05$) de gomosidade e mastigabilidade indicando menor amolecimento do vegetal, devido a menor redução da pressão de turgescência e da rigidez dos tecidos (OTERO & POZO, 2022).

Tabela 2 – Características texturais de cenoura descongelada sob diferentes condições

Tratamentos	Gomosidade (N mm)	Mastigabilidade (N)	Elasticidade	Coesividade
A – 3,0 % (25 °C)	19,68 ± 2,20 ^{abc}	9,15 ± 0,61 ^{bcd}	0,475 ± 0,032 ^a	0,293 ± 0,016 ^{ab}
B – 3,0 % (5 °C)	18,30 ± 1,59 ^{bcd}	9,65 ± 0,63 ^{abcd}	0,524 ± 0,047 ^a	0,297 ± 0,012 ^{ab}
C – 3,0 % (22 °C) - ultrassom	25,09 ± 1,12 ^a	11,82 ± 1,19 ^{ab}	0,506 ± 0,029 ^a	0,285 ± 0,024 ^{ab}
D – 4,5 % (25 °C)	17,62 ± 2,53 ^{bcd}	10,21 ± 0,63 ^{abc}	0,464 ± 0,042 ^a	0,341 ± 0,031 ^a
E – 4,5 % (5 °C)	13,86 ± 1,86 ^d	10,91 ± 1,16 ^{ab}	0,511 ± 0,039 ^a	0,347 ± 0,047 ^a
F – 4,5 % (22 °C) - ultrassom	21,78 ± 2,10 ^{ab}	12,12 ± 1,29 ^a	0,497 ± 0,008 ^a	0,270 ± 0,019 ^{ab}
G – Controle (25 °C)	13,93 ± 1,14 ^{cd}	7,29 ± 1,02 ^d	0,446 ± 0,025 ^a	0,234 ± 0,030 ^b
H – Controle (5 °C)	16,53 ± 3,39 ^{bcd}	7,62 ± 0,55 ^{cd}	0,439 ± 0,036 ^a	0,292 ± 0,038 ^{ab}
I – Controle (22 °C) - ultrassom	19,63 ± 1,05 ^{abcd}	11,49 ± 1,39 ^{ab}	0,519 ± 0,026 ^a	0,305 ± 0,012 ^{ab}

*A = 3,0 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em temperatura ambiente (25 °C); B = 3,0 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em temperatura de refrigeração (5 °C); C = 3,0 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em ultrassom (22 °C); D = 4,5 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em temperatura ambiente (25 °C); E = 4,5 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em temperatura de refrigeração (5 °C); F = 4,5 % de xilo-oligossacarídeo descongelado em ultrassom (22 °C); G = amostra controle descongelada em temperatura ambiente (25 °C); H = amostra controle descongelada em temperatura de refrigeração (5 °C); I = amostra controle descongelada em ultrassom (22 °C). Médias ± desvio padrão seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4. Conclusão

A impregnação a vácuo de compostos crioprotetores em vegetais congelados favorece a penetração do composto presente no fluido impregnante para o interior dos tecidos,

reduzindo as perdas de qualidade do produto. Para cenouras, observou-se que a impregnação a vácuo com 4,5% de xilo-oligossacarídeo acelerou seu processo de congelamento, resultando em resfriamento mais rápido e potencial formação de cristais de gelo menores e mais uniformes. E quando essas amostras foram descongeladas com aplicação de ultrassom esse tratamento também apresentou menores perdas de fluidos e textura, de forma que a associação dos tratamentos contribuiu para melhor preservação do tecido após o descongelamento. Tais resultados indicam que a aplicação de xilo-oligossacarídeos em concentrações adequadas e o descongelamento rápido com ultrassom minimizou os danos estruturais e preservou a qualidade do produto.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Departamento de Ciência dos Alimentos e a Universidade Federal de Lavras (UFLA).

5. Referências

- AOAC. – Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of AOAC International. Gaithersburg, Md. AOAC International, 2006.
- CARVALHO, M. F. F. de et al. Performance de xilooligossacarídeo como agente crioprotetor em carne suína por impregnação a vácuo. *Revista Perspectiva*, v. 47, n. 179, p. 101-115, 14 nov. 2023.
- FUCHIGAMI, M. et al. Texture and Histological Structure of Carrots Frozen at a Programmed Rate and thawed in an Electrostatic Field. *Journal of Food Science*, v. 59, n. 6, p. 1162-1167, 1994.
- MEIRA, A. C. F. de O. et al. Cryoprotective Potential of Cellulose Nanofibers and Gelatin Hydrolysate in Frozen Potatoes. *Food and Bioprocess Technology*, n. 0123456789, 2024.
- NERI, L. et al. Mechanical properties and microstructure of frozen carrots during storage as affected by blanching in water and sugar solutions. *Food Chemistry, Special Issue: 7th International Conference on Water in Food*. V. 144, p. 65-73, 1 fev. 2014.
- OTERO, L., & POZO, A. Effects of the application of static magnetic fields during potato freezing. *Journal of Food Engineering*, 316, 110838, 2022.
- RENO, M. J.; PRADO, M. E. T.; RESENDE, J. V. de. Microstructural changes of frozen strawberries submitted to pre-treatments with additives and vacuum impregnation. *Food Science and Technology*, v. 31, p. 247-256, mar. 2011.
- STEFFE, J. F. *Rheological methods in food process engineering*. 2. ed. Michigan: Freeman Press, 1996.

Avaliação Morfológica e Qualidade Físico-Química de Músculos Suínos de Diferentes Cortes Comerciais

Miriam de Andrade Pereira¹, Lethícia Olímpio Bueno¹, Amanda Camilo Graciano¹, Larissa Marçal dos Santos¹, Eduardo Mendes Ramos¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos /DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

miriam.pereira3@estudante.ufla.br, lethicia.olimpio@hotmail.com,
amanda.graciano@estudante.ufla.br, larissa.santos9@estudante.ufla.br,
emramos@ufla.br.

Abstract. Six muscles from different commercial cuts from 50 pig carcasses were analyzed: Longissimus dorsi (LD), Adductor (AD), Semimembranosus (SM), Biceps femoris (BF), Semitendinosus (ST), and Rectus femoris (RF). Measurements included length, width, weight, pH, drip loss (EZ-driploss, %), and color indices (L^* , C^* , h). The LD showed greater dimensions and weight, reflecting its economic value, while the EZ-driploss revealed differences in water-holding capacity among muscles. Color exhibited variations in lightness, saturation, and hue, highlighting differences in muscle composition and providing insights for cut classification and carcass yield optimization.

Keywords: Swine carcass; Muscle quality; Water-holding capacity.

Resumo. Foram analisados seis músculos de diferentes cortes comerciais oriundos de 50 carcaças suínas: Longissimus dorsi (LD), Adductor (AD), Semimembranosus (SM), Biceps femoris (BF), Semitendinosus (ST) e Rectus femoris (RF). Foram medidos comprimento, largura, peso, pH, perda de massa por gotejamento (EZ-driploss, %) e índices de cor (L^* , C^* , h). O LD apresentou maiores dimensões e peso, refletindo seu valor econômico, enquanto a EZ-driploss evidenciou diferenças na capacidade de retenção de água entre músculos. A cor apresentou variações de luminosidade, saturação e tonalidade, evidenciando diferenças na composição muscular e fornecendo subsídios para classificação de cortes e otimização do rendimento da carcaça.

Palavras-chave: Carcaça suína; Qualidade muscular; Capacidade de Retenção de água

1. Introdução

A suinocultura moderna tem grande relevância para a cadeia de produção de alimentos, uma vez que a carne suína é uma das mais consumidas no mundo, com destaque para sua importância econômica e nutricional. O Brasil figura entre os maiores produtores e exportadores, sendo responsável por grande parte da proteína animal disponível no mercado interno e externo (ABPA, 2024).

Os atributos de qualidade da carne são influenciados por fatores genéticos, nutricionais, de manejo pré-abate e pelas características intrínsecas de cada músculo.

Entre os parâmetros avaliados, as dimensões físicas e o peso dos cortes fornecem informações sobre o rendimento da carcaça, aspecto essencial para a indústria frigorífica e para a comercialização (Freita *et al.*, 2004). Já os atributos físico-químicos, como pH, perda por exsudação (*driploss*) e parâmetros de cor, estão diretamente associados à qualidade tecnológica e sensorial da carne, impactando aceitação do consumidor e o processamento de produtos derivados (Ramos; Gomide, 2017).

Dessa forma, conhecer as características de cada corte muscular é fundamental para compreender variações de rendimento e qualidade, auxiliando na valorização da carne suína no mercado. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as dimensões, peso, pH, perda de exsudato e parâmetros de cor em seis cortes representativos da carcaça suína.

2. Material e Métodos

Foram utilizadas 50 carcaças suínas, obtidas em um frigorífico localizado no município de Lavras, Minas Gerais. Durante o processo de desossa, foram coletados os dados de peso da carcaça e circunferência do pernil. Na mesma etapa, foram separados seis músculos representativos de diferentes cortes comerciais, que foram devidamente acondicionados e transportados sob refrigeração até o Laboratório de Tecnologia de Carnes e Derivados (LabCarnes), pertencente ao Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Os músculos selecionados foram o *Longissimus dorsi* (LD), correspondente ao lombo, e os outros cinco pertencentes ao pernil, sendo: o *Adductor* (AD, adutor) e o *Semimembranosus* (SM, semimembranoso), ambos pertencentes ao coxão mole; o *Biceps femoris* (BF, bíceps femoral), identificado como coxão duro; o *Semitendinosus* (ST, semitendinoso), conhecido como lagarto; e o *Rectus femoris* (RF, reto femoral), denominado patinho.

As análises incluíram, além da pesagem da carcaça e da circunferência do pernil, mensurações físicas dos músculos isolados, compreendendo comprimento (cm), largura (cm) e peso (kg) de cada corte. Também foram determinados atributos físico-químicos, incluindo o pH final, a perda de massa por gotejamento pelo método EZ-*Driploss* (%), segundo Torres Filho *et al.* (2017), e os parâmetros de cor, representados por luminosidade (L^*), saturação (C^*) e tonalidade (h). O pH foi medido com um pHmetro portátil tipo espeto (206-pH2; Testo do Brasil, São Paulo, SP, Brasil) em três pontos distintos de cada corte, enquanto a cor instrumental foi avaliada com um espectrofotômetro NIX (Nix Sensor Ltd., Hamilton, Ontario, Canadá), após 30 minutos de exposição ao ar para oxigenação (*blooming*), registrando-se as coordenadas a partir da média de cinco leituras em diferentes pontos da superfície da carne. Os resultados foram expressos em média, valores mínimo e máximo, desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%).

3. Resultados e Discussão

Os dados de peso das carcaças e circunferência do pernil estão ilustrados na Tabela 1. Esses valores estão dentro das faixas típicas de abate de suínos comerciais, indicando animais de porte médio a grande, compatíveis com a produção de cortes nobres, como lombo e pernil, e em conformidade com dados reportados por Molina, Fermiano e Alexandre (2024).

Tabela 1 – Peso das carcaças e medida da circunferência do pernil

Atributo	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Peso carcaça (kg)	92,95	72,80	119,20	11,45	12,32
Circunferência pernil (cm)	77,89	68,00	85,00	4,09	5,26

O comprimento e a largura dos músculos variaram entre os cortes analisados (Tabela 2). O LD apresentou o maior comprimento médio e largura, refletindo sua importância como corte nobre. Estudos anteriores também apontam o lombo como o principal corte em termos de retorno econômico, por associar elevado rendimento à boa aceitação sensorial Molina, Fermiano e Alexandre (2024).

Tabela 2 – Comprimento, largura e peso dos músculos que constituem as peças suínas

Comprimento (cm)						
Corte	Músculo	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Lombo	LD	57,55	49,00	64,00	3,78	6,56
Coxão mole	AD	12,17	9,00	16,00	1,59	13,06
	SM	23,17	20,00	29,00	2,12	9,15
Coxão duro	BF	16,03	12,00	30,00	3,39	21,15
Lagarto	ST	14,14	8,00	21,00	3,00	21,23
Patinho	RF	19,39	9,00	27,00	3,23	16,68
Largura (cm)						
Corte	Músculo	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Lombo	LD	17,50	13,00	21,50	1,98	11,33
Coxão mole	AD	6,57	4,00	16,00	2,15	32,69
	SM	14,20	12,00	19,00	1,63	11,47
Coxão duro	BF	14,56	10,00	19,00	1,59	10,94
Lagarto	ST	11,57	6,00	19,00	3,06	26,48
Patinho	RF	13,78	11,00	20,00	2,03	14,76
Peso (kg)						
Corte	Músculo	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Lombo	LD	4,419	3,300	6,285	0,658	14,880
Coxão mole	AD	0,276	0,110	0,495	0,069	0,025
	SM	1,088	0,705	1,785	0,187	0,017
Coxão duro	BF	0,679	0,133	1,095	0,169	0,025
Lagarto	ST	0,549	0,365	1,185	0,148	0,027
Patinho	RF	0,900	0,100	1,345	0,226	0,025

LD = *Longissimus dorsi*; AD = *Adutor*; SM = *Semimebranso*; BF = *Bíceps femoral*; ST = *Semitendinoso*; RF = *Reto femoral*.

Entre os músculos do coxão mole, o SM destacou-se por apresentar maiores dimensões em comparação ao AD. O BF, pertencente ao coxão duro, apresentou medidas intermediárias, enquanto o ST e o RF mostraram variações morfológicas distintas, evidenciando diferenças estruturais relevantes entre os cortes traseiros. Os pesos médios seguiram a mesma tendência observada nas dimensões, com o LD sendo o mais pesado, seguido por SM, BF, RF e ST, enquanto o AD apresentou o menor peso.

Estes valores estão de acordo com a literatura, em que o lombo corresponde a cerca de 8–10% do peso da carcaça, enquanto músculos do pernil variam entre 25–30% do total (Dutra jr *et al.*, 2001).

O coeficiente de variação (CV) para peso foi baixo (em torno de 2,5% para a maioria dos músculos, exceto o lombo), indicando relativa homogeneidade entre amostras. Entretanto, os cortes de menor peso, como AD e ST, apresentaram maior variabilidade relativa, o que pode ser associado as diferenças do metabolismo muscular e à distribuição de fibras do tipo oxidativa e glicolítica (Ramos; Gomide, 2017).

O pH final dos músculos variou entre 5,74 (LD) e 6,18 (RF) (Tabela 3), evidenciando diferenças entre os cortes, como ocorre naturalmente em distintas regiões da carcaça suína. Essa variação reflete o metabolismo glicolítico pós-morte e dificulta a classificação da carne por qualidade, uma vez que a avaliação padrão é realizada apenas no lombo. Valores intermediários como os observados indicam condições normais de acidificação e estão em conformidade com resultados relatados por Ludtke *et al.* (2012) em suínos comerciais.

Tabela 3 – pH e EZ-driploss dos músculos que constituem as peças suínas

pH						
Corte	Músculo	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Lombo	LD	5,74	5,37	6,20	0,20	3,50
Coxão mole	AD	6,11	5,45	6,97	0,36	5,86
	SM	5,90	5,38	6,53	0,25	4,32
Coxão duro	BF	5,94	5,42	6,78	0,28	4,75
Lagarto	ST	6,11	5,42	6,71	0,28	4,65
Patinho	RF	6,18	5,60	7,05	0,32	5,16
EZ-Driploss (%)						
Corte	Músculo	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Lombo	LD	3,25	0,33	9,50	2,61	80,19
Coxão mole	AD	1,97	0,15	5,63	1,44	72,91
	SM	3,20	0,13	8,64	2,29	71,58
Coxão duro	BF	2,95	0,18	8,84	2,22	75,21
Lagarto	ST	1,70	0,15	6,46	1,54	90,08
Patinho	RF	0,94	0,15	5,07	0,94	99,62

LD = *Longissimus dorsi*; AD = *Adutor*; SM = *Semimebranso*; BF = *Bíceps femoral*; ST = *Semitendinoso*; RF = *Reto femoral*.

A perda de massa por gotejamento (*EZ-driploss*) variou de 0,94% (RF) a 3,25% (LD), indicando heterogeneidade na retenção de água entre os músculos. O LD apresentou a maior média de perda, possivelmente devido à maior proporção de fibras glicolíticas, mais suscetíveis à rápida redução do pH e à menor capacidade de retenção de água. Em contraste, o RF mostrou a menor perda, sugerindo maior capacidade de retenção de água, característica positiva para processamento e consumo. Apesar disso, todos os músculos apresentaram coeficiente de variação elevado (acima de 70%), refletindo grande variação individual e reforçando a importância de manejo pré-abate adequado para reduzir oscilações fisiológicas entre animais. Valores intermediários observados no LD e SM (3,25% e 3,20%) indicam retenção de água compatível a carnes consideradas dentro do padrão da normalidade (Ludtke *et al.*, 2012; Ramos; Gomide, 2017).

A cor da carne é um dos principais atributos que influenciam a decisão de compra pelo consumidor. Os índices de cor instrumental dos músculos estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Índice de cor dos músculos que constituem as peças suínas

Luminosidade, L*						
Corte	Músculo	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Lombo	LD	41,44	36,19	46,07	2,65	6,39
Coxão mole	AD	33,53	23,16	44,13	4,15	12,36
	SM	39,96	34,73	45,07	2,51	6,29
Coxão duro	BF	40,47	33,71	45,43	2,66	6,56
Lagarto	ST	41,08	34,01	48,06	3,48	8,47
Patinho	RF	35,83	32,12	41,73	2,26	6,30
Saturação, C*						
Corte	Músculo	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Lombo	LD	4,75	3,36	5,93	0,68	14,43
Coxão mole	AD	6,86	5,13	11,06	1,29	18,81
	SM	6,19	4,75	9,06	0,96	15,44
Coxão duro	BF	6,67	5,15	9,77	1,03	15,48
Lagarto	ST	7,55	4,90	11,76	1,50	19,87
Patinho	RF	6,32	3,24	9,92	1,14	18,04
Tonalidade, h (°)						
Corte	Músculo	Média	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
Lombo	LD	140,89	109,16	164,13	11,49	8,16
Coxão mole	AD	98,92	75,10	136,00	11,52	11,65
	SM	117,79	92,16	137,28	10,58	8,99
Coxão duro	BF	114,28	93,28	137,16	9,52	8,33
Lagarto	ST	98,24	78,25	121,99	9,71	9,88
Patinho	RF	105,93	82,31	125,59	8,73	8,24

LD = *Longissimus dorsi*; AD = *Adutor*; SM = *Semimebranso*; BF = *Biceps femoral*; ST = *Semitendinoso*; RF = *Reto femoral*.

A luminosidade (L^*) variou de 33,53 (AD) a 41,44 (LD). O lombo e o semitendinoso apresentaram carne mais clara, enquanto o adutor e o reto femoral se mostraram mais escuros. A saturação (C^*) foi mais elevada no semitendinoso (7,55), indicando coloração mais intensa. Já a tonalidade (h) variou de 98,24 (ST) a 140,89 (LD), sugerindo diferenças perceptíveis no aspecto visual. O lombo apresentou tonalidade mais amarelada, enquanto os músculos do pernil tenderam a tons mais avermelhados. Essas diferenças são relevantes, pois o consumidor associa carnes mais claras e com menor exsudação a maior frescor e qualidade (Ramos; Gomide, 2017). Assim, a caracterização de cada corte é fundamental para orientar estratégias de *marketing* e comercialização.

4. Conclusão

Os resultados mostraram variações entre os músculos em dimensões, peso e características físico-químicas, refletindo diferenças na composição e retenção de água. Esses dados fornecem subsídios para a classificação de cortes e otimização do rendimento da carcaça suína, reforçando a importância de considerar tanto o rendimento quanto a qualidade na avaliação de cortes comerciais.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG/Brasil; APQ-00753-24) pelo financiamento do projeto e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq/Brasil) pelo auxílio financeiro através da taxa de bancada da bolsa de Produtividade em Pesquisa (PQ/CNPq) concedida aos dois últimos autores.

6. Referências

- Abpa – Associação Brasileira de Proteína Animal. (2024). Relatório Anual ABPA 2024. São Paulo. Acessado em 3 de maio de 2025, em https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024_capa_frango.pdf
- Dutra Jr., W. M., *et al.* (2001). Estimativas de rendimentos de cortes comerciais e de tecidos de suínos em diferentes pesos de abate utilizando ultrassonografia em tempo real. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(4), 1243–1250.
- Freitas, R. T. F., *et al.* (2004). Avaliação de carcaças de suínos da raça Large White utilizando medidas convencionais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 2037–2043.
- Ludtke, C. B., *et al.* (2012). Animal welfare in pre-slaughter handling and its influence on pork quality and physiological stress parameters. *Ciência Rural*, 42, 532–537.
- Molina, A. P., *et al.* (2024). Desempenho de suínos de diferentes raças (Trabalho de Conclusão de Curso, Curso Técnico em Agropecuária). Etec Orlando Quagliato, Santa Cruz do Rio Pardo, SP, Brasil.
- Ramos, E. M., & Gomide, L. A. M. (2017). Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e metodologias (2nd ed.). Viçosa: Editora UFV.
- Torres Filho, R. A., *et al.* (2017). Drip loss assessment by different analytical methods and their relationships with pork quality classification. *Journal of Food Quality*, (8), 9170768.

Grupos micrbianos presente no *Sourdough* de trigo

Sthefânia Ferreira Vilela¹, Nádia Nara Batista², Silvia Juliana Martinez², Dirceu Melo²,
Rosane Freitas Schwan^{2*}

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

sthefania.vilela@estudante.ufla.br, ndianara.batista@gmail.com,
silvia292004@gmail.com, dirceu.melo@ufla.br, rschwan@ufla.br

Abstract.

The study aimed to see how different environments affect the microbial diversity present in wheat *sourdough* during natural fermentation. The results showed that the fermentation process caused a gradual change in the populations of yeasts and lactic acid bacteria, with variations in the number and appearance of colonies depending on the environment. In the domestic environment, a reduction in microbial counts was observed over time, indicating the selection of stronger species. In the forest environment, the *sourdough* showed greater diversity and higher counts, suggesting that the local biodiversity favored the growth and adaptation of different microorganisms. These results show that environmental conditions play a very important role in the formation of the *sourdough* microbial community, directly affecting the quality and sensory characteristics of the final product.

Keywords: *Sourdough*, yeasts, bacteria, fermentation, microbiota

Resumo.

O estudo teve como objetivo ver como diferentes lugares afeta a diversidade microbiana presente no *sourdough* de trigo durante a fermentação natural. Os resultados mostraram que o processo fermentativo trouxe uma mudança gradual nas populações de leveduras e bactérias ácido-láticas com variações no número e na aparência das colônias conforme o ambiente. No ambiente doméstico foi visível uma redução nas contagens microbianas ao longo do tempo, indicando a seleção de espécies mais fortes. Já no ambiente de mata, o *urdough* mostrou maior diversidade e contagens mais altas, sugerindo que a biodiversidade do lugar favoreceu o crescimento e a adaptação de diferentes microrganismos. Esses resultados evidenciam que as condições ambientais tem um papel muito importante na formação da comunidade microbiana do *sourdough*, afetando diretamente a qualidade e as características sensoriais do produto final.

Palavras-chave: *Sourdough*, leveduras, bactérias, fermentação, microbiota

1. Introdução

A fermentação é uma etapa fundamental na produção de pães, pois contribui para a melhoria da textura, do sabor e da digestibilidade do produto (Baev et al., 2023). A fermentação espontânea tem início com o desenvolvimento de uma matriz fermentativa denominada *sour-*

dough, que consiste em um ecossistema microbiológico complexo formado por leveduras e bactérias ácido-láticas (BAL) naturalmente presentes na farinha e no ambiente de processamento (Das; Tiwari; García-Vaquero, 2023).

A estabilidade e o potencial fermentativo da massa de *sourdough* são fortemente influenciados por fatores ambientais, como temperatura, umidade e biodiversidade local. Esses fatores modulam a composição microbiana, impactando diretamente o processo fermentativo e a qualidade do produto final.

Durante a produção do *sourdough*, as bactérias ácido-láticas contribuem para a retenção de água, aumento do volume e retardo do endurecimento, prolongando a vida útil do pão (Mürniece, Klava, 2022), enquanto as leveduras enriquecem o perfil sensorial ao produzirem aminoácidos essenciais, vitaminas e compostos aromáticos. Além disso, o processo fermentativo promove a degradação de compostos antinutricionais, a formação de metabólitos bioativos e o aumento da biodisponibilidade de nutrientes, melhorando a solubilidade e a estabilidade do produto final (Sanmartín et al., 2023). Portanto, a composição microbiana do *sourdough* é determinante para as propriedades nutricionais e tecnológicas do pão.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os grupos microbianos presentes no *sourdough* elaborado com farinhas de trigo, produzido em dois ambientes distintos: doméstico e de mata.

2. Materiais e Métodos

A produção de *sourdough* tipo I foi elaborado de acordo com Abdelmegiud *et al.* (2024), com modificações. A fermentação inicial foi realizada homogeneizando a farinha de trigo com água na proporção de 1:1, mantida em temperatura ambiente por um período de 24 horas. Após esse período, foram retirados 50 g da mistura inicial, e o restante foi alimentado com farinha e água (1:1). Esse procedimento foi repetido diariamente ao longo de 7 dias. Amostras (50 g) foram coletadas com 0, 96 e 168 horas para análises microbiológicas.

Os microrganismos foram obtidos de 10 g amostras de *sourdough* que foram homogeneizadas com 90 mL de água peptonada estéril a 0,1% (v/w) e diluições seriadas foram realizadas. A população bacteriana foi obtida em ágar MRS (De Man Rogosa Sharpe, Merck, Darmstadt, Alemanha), e ágar nutriente (Merck) suplementado com 0,4% (v/v) de nistatina (Sigma) para inibir o crescimento de leveduras, sendo incubadas a 35 °C por 3 a 4 dias. A população de leveduras foi obtida em ágar YEPG (composto por 1% de extrato de levedura, 2% de peptona, e 2% de glicose), ajustado para pH 3,5, contendo 100 mg/L de cloranfenicol (Sigma) para inibição do crescimento bacteriano, sendo incubadas 28°C por 3 a 4 dias. As placas de ágar MRS e ágar nutriente serão incubadas a 30°C por 3 a 4 dias, enquanto as placas de YEPG serão incubadas a 28°C pelo mesmo período. A população microbiana foi estimada em número de unidades formadoras de colônias (UFC) (Zhang, 2023). Isolados representativos de cada morfotipo foram isolados e purificados, considerando a raiz quadrada de cada morfotipo da placa.

3. Resultados

Os resultados mostraram variações importantes na quantidade e diversidade dos microrganismos presentes nos *sourdoughs* durante a fermentação e entre os ambientes avaliados. Na fase inicial, observou-se a predominância de colônias bacterianas de aparência lisa e coloração branca, chamadas de Morfotipo 1, com contagens elevadas entre 76 e 40 unidades formadoras de colônia (UFC) na diluição 10^{-1} . Esses valores indicam uma comunidade microbiana ativa logo no início do processo fermentativo.

Na fase intermediária, após 96 horas, o comportamento microbiano passou a depender do ambiente. No ambiente doméstico, o Morfotipo 1 ainda estava presente, mas as contagens diminuíram para cerca de 40 UFC na diluição 10^{-5} , sugerindo uma seleção natural das espécies mais resistentes. No ambiente de mata, o mesmo morfotipo apresentou variações no tamanho das colônias e manteve contagens elevadas, entre 73 e 78 UFC na diluição 10^{-7} , mostrando que a biodiversidade local favoreceu o crescimento e a adaptação de uma comunidade microbiana mais diversa.

Na fase final, com 168 horas de fermentação, novas mudanças foram observadas nas populações microbianas. No *sourdough* produzido em ambiente doméstico, surgiu novamente o Morfotipo 2, com colônias maiores e bordas regulares, apresentando contagens combinadas entre 134 e 148 UFC na diluição 10^{-4} . Já no *sourdough* da mata, formou-se um perfil microbiano diferente, com o aparecimento de um novo morfotipo, de coloração bege e bordas irregulares, variando entre 57 e 64 UFC na diluição 10^{-7} . Esse comportamento indica uma sucessão natural de microrganismos adaptados às condições do ambiente.

As análises nos meios de cultura também confirmaram a diversificação das colônias. No ágar nutriente, foi observada uma maior variedade morfológica no início, com quatro tipos de morfotipos distintos. Nas fases seguintes, apareceram colônias transparentes e irregulares, algumas com crescimento em meio líquido. No ágar MRS, verificou-se a presença contínua de bactérias ácido-láticas durante todo o processo, com mudanças de coloração de branco-neve para branco-rosado, mostrando que essas bactérias permaneceram ativas e se adaptaram ao longo da fermentação. Esses resultados demonstram que o ambiente exerce forte influência sobre a composição e o equilíbrio microbiano do *sourdough*, sendo determinante para a estabilidade e qualidade final do produto.

4. Conclusão

O estudo mostrou que o ambiente tem muita influência sobre a diversidade e o comportamento dos microrganismos durante a fermentação do *sourdough* de trigo. Viu-se que o lugar de mata tinha mais variedade de colônias e números mais altos de microrganismos, indicando uma microbiota mais rica e adequada às condições naturais. Já o ambiente doméstico teve uma redução gradual das populações, sugerindo uma seleção de espécies mais resistentes e estáveis ao longo do processo.

Esses resultados mostram a importância das bactérias ácido-láticas e das leveduras na manutenção da fermentação e na formação das características sensoriais e estruturais do pão. A variação entre os ambientes sugere que a biodiversidade local pode influenciar diretamente a qualidade e o perfil microbiano do *sourdough*. Entender essa dinâmica é a chave para o melhorar fermentações naturais e para fazer pães com melhor qualidade nutricional e sensorial.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referencias

De Vuyst, L.; Van Kerrebroeck, S.; Harth, H.; Huys, G.; Daniel, H.-M.; Weckx, S. *Microbial ecology of sourdough fermentations: diverse or uniform?* Food Microbiology, v. 37, p. 11-29, 2014. DOI:10.1016/j.fm.2013.06.002 [Biblioteca Ghent](#)

Chavan, R. S.; Chavan, S. R. *Sourdough Technology — A Traditional Way for Wholesome Foods: A Review*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 10, n. 3, p. 170-183, 2011. DOI:10.1111/j.1541-4337.2011.00148.x

Potencialidades do Soro de Leite do Queijo Minas Artesanal: Sugestões de Produtos para Agregação de Valor na Propriedade Rural

Milena Reis Fabri¹, João de Deus Souza Carneiro¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

milena.fabril@estudante.ufla.br, joaodedeus@ufla.br

Abstract. *The production of Artisanal Minas Cheese (QMA) generates a large volume of whey, a nutrient-rich co-product that is often underutilized. This study aimed to identify the potential uses of this whey through a qualitative study with specialists from the dairy chain. The main challenge identified was a legal barrier: legislation does not permit the use of raw (unpasteurized) whey for derivatives in the same cheese-making facility, requiring investment in a new room or pasteurization. Despite this, the specialists indicated the manufacturing of products such as butter, seasoned ricotta, dairy beverages, sweets, and bakery products as viable potentialities. It is concluded that QMA whey, despite the challenges, has great potential for value aggregation on the farm, which can increase family income and promote sustainability.*

Keywords: *Whey, Artisanal Minas Cheese, Sustainable utilization.*

Resumo. *A produção de Queijo Minas Artesanal (QMA) gera um grande volume de soro de leite, um coproduto rico em nutrientes que é frequentemente subutilizado. Este estudo objetivou identificar as potencialidades de uso deste soro, através de um estudo qualitativo com especialistas da cadeia de lácteos. O principal desafio apontado foi uma barreira legal: a legislação não permite o uso do soro cru (não pasteurizado) para derivados na mesma estrutura da queijaria, exigindo investimento em uma nova sala ou em pasteurização. Apesar disso, os especialistas indicaram como potencialidades viáveis a fabricação de produtos como manteiga, ricota condimentada, bebidas lácteas, doces e produtos de panificação. Conclui-se que o soro do QMA, apesar dos desafios, possui grande potencial para agregação de valor na própria fazenda, podendo aumentar a renda familiar e promover a sustentabilidade.*

Palavras-chave: *Soro de leite, Queijo Minas Artesanal, Aproveitamento sustentável.*

1. Introdução

O Brasil destaca-se no cenário mundial como um dos maiores produtores de leite (USDA, 2021), sendo Minas Gerais o estado que lidera a produção nacional de leite (IBGE, 2020) e, consequentemente, a maior produção de queijos do país (EMBRAPA, 2020). Neste contexto, os queijos artesanais vêm sendo muito valorizados pelos consumidores, que buscam produtos caseiros, com características mais naturais e vistos como mais saudáveis (SILVA, 2015). O Queijo Minas Artesanal (QMA) é um expoente desta tradição.

O processo de fabricação do QMA gera inevitavelmente um grande volume de coproduto. A relação de produção é estimada em 9 kg de soro de leite para cada quilo de queijo fabricado (NUNES et al., 2018). Nas queijarias artesanais, o soro excedente é, na sua maioria, subaproveitado, sendo comumente destinado à alimentação animal (PERRONE, 2006; SILVA, 2007).

Esta prática, embora difundida, mascara dois problemas centrais: ambiental e econômico. O descarte inadequado do soro por pequenos produtores é uma realidade (ANDRADE; MARTINS, 2002). Este descarte representa um grave risco ambiental, pois o soro possui uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) muito elevada, estimada entre 30.000 e 60.000 mg/L, sendo considerado cerca de 100 vezes mais poluente que o esgoto doméstico (ANDRADE; MARTINS, 2002; NUNES et al., 2018).

Paralelamente ao passivo ambiental, o descarte representa uma perda econômica, visto que o soro é uma matéria-prima de alto valor nutricional e tecnológico (ALVES et al., 2014). É composto por lactose, minerais, vitaminas e, principalmente, proteínas de alto valor biológico (ALVES et al., 2014; BOSI et al., 2013), que possuem excelentes propriedades funcionais (PEREIRA, 2011).

Embora existam muitos estudos sobre como agregar valor ao soro (MIRABELLA; CASTELLANI; SALA, 2014), não foram encontradas pesquisas que identifiquem as dificuldades e potencialidades específicas na elaboração do QMA. Diante disso, este trabalho teve como objetivo investigar, sob a ótica de especialistas, os desafios e as potencialidades de uso do soro de leite proveniente do QMA na própria propriedade rural.

2. Material e métodos

Este estudo utilizou uma abordagem qualitativa, que possibilita uma maior riqueza de dados e uma visão aprofundada do tópico investigado (FLICK, 2009). Foram realizadas entrevistas semiestruturadas em profundidade com especialistas em Queijo Minas Artesanal.

Os entrevistados foram recrutados por meio de um método de amostragem não probabilística e por acessibilidade (AAKER; KUMAR; DAY, 2001). A amostragem foi diversificada (PATTON, 2005), incluindo docentes universitários, pesquisadores (EPAMIG) e agentes de órgãos governamentais (EMATER-MG) com vínculo direto com a cadeia de lácteos. O número de entrevistados foi delimitado pelo critério de saturação, que consiste na suspensão da coleta de dados no momento em que o acréscimo de informações não altera a compreensão do fenômeno estudado (GUERRA, 2006).

Os dados foram analisados utilizando a Análise de Conteúdo, conforme Bardin (1977). Esta análise seguiu três etapas: i) a pré-análise: organização do material e

formulação de hipóteses; ii) a exploração do material: codificação e categorização das respostas e; iii) o tratamento, inferência e interpretação dos dados. O roteiro da entrevista focou na realidade do soro nas propriedades, viabilidade de uso na origem e sugestões de produtos.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) sob o parecer 5.072.635.

3. Resultados e discussão

A análise das entrevistas com os especialistas permitiu identificar que o aproveitamento do soro de QMA é baixo, sendo a destinação quase unânime a alimentação animal. Um participante entrevistado afirmou: "90% ou mais destinam o soro para a alimentação animal, na sua maioria, para os suínos..."

Os especialistas apontaram desafios centrais, mas também um portfólio de produtos viáveis para agregação de valor na propriedade.

3.1 Desafios para o aproveitamento do soro nas propriedades

Dois desafios principais foram apontados pelos especialistas como entraves para a valorização do soro:

1. **Barreiras Legais (Soro Cru):** O principal entrave é a legislação. As normas vigentes não permitem o uso de soro de leite cru (não pasteurizado) para o processamento de derivados na mesma instalação da queijaria. Um especialista relatou: "O problema que temos hoje é uma legislação que não permite o uso do soro de leite cru para o processamento de derivados". Outro complementou: "...hoje a legislação não permite que o produtor utilize a queijaria para processar outros produtos. Para ele usar esse soro [...] ele teria que estar fazendo na cozinha dele ou teria que fazer uma outra sala anexa..."

A alternativa encontrada seria a pasteurização lenta artesanal (BRASIL, 2017), que demanda investimento.

2. **Mão de Obra e Tempo:** Sendo uma produção de base familiar, o tempo é um fator crítico. Um entrevistado relatou: "Muitas vezes, a família não tem tempo, ainda mais se tiver duas ordenhas por dia [...]. Muitos não têm outros funcionários, são apenas os familiares. [...] o tempo é o fator mais determinante para o não aproveitamento do soro".

3.2 Potencialidades viáveis para agregação de valor

Apesar dos desafios, os especialistas sugeriram um portfólio de produtos viáveis (consulte a Tabela 1).

Tabela 1 – Produtos sugeridos pelos especialistas para elaboração a partir do soro do QMA.

Categoria do Produto	Exemplos Sugeridos	Observações dos Especialistas e Viabilidade
Lácteos Gordurosos	Manteiga (Tradicional e de Garrafa - Ghee)	O investimento em uma desnatadeira elétrica pode ser pago em pouco tempo apenas com a produção da manteiga. A manteiga Ghee, em particular, "caiu no gosto da gastronomia" e agrega muito valor. Estudos afirmam que a composição da manteiga de soro é semelhante à de leite.
Lácteos Proteicos	Ricota	Produto clássico do soro, obtido pela precipitação de suas proteínas a quente. Os especialistas sugerem a elaboração de ricotas condimentadas (com ervas, pimentas, etc.) para aumentar a variação e a agregação de valor.
Bebidas	Bebidas Lácteas (Fermentadas ou não)	O soro pode ser a base para bebidas lácteas. Uma oportunidade é a aromatização com polpas de frutas do próprio pomar, criando um produto artesanal com identidade regional e aproveitando frutas da estação.
Doces	Doce de Leite	O soro pode substituir parcialmente o leite na fabricação de doce de leite. Uma especialista relatou que o doce de leite com soro "é maravilhoso, muito bom". Estudos (ex: Lima e Rocha, 2016) já constataram a viabilidade técnica e econômica dessa substituição.
Panificação	Pães, Bolos, Pão de Queijo	Os produtores podem utilizar o soro na cozinha domiciliar. Um especialista sugeriu: "trocando a água por soro, fazendo pão de queijos, biscoitos e outros produtos". Estudos confirmam a viabilidade e boa aceitação sensorial da substituição em pães (ex: Silva et al., 2011) e pão de queijo (ex: Imamura e Madrona, 2008)

Fonte: Autora (2025).

A manteiga foi a sugestão mais enfática dos especialistas. Um entrevistado relatou: "Um dos produtores comprou uma desnatadeira elétrica [...] Ele falou que em pouco tempo conseguiu pagar a desnatadeira, isso apenas com a produção da manteiga". A manteiga de garrafa (Ghee) (BRASIL, 2001) foi particularmente destacada por seu alto valor agregado: "Aqui na Canastra, o pessoal tem feito muita aquela manteiga Ghee [...]. Essa manteiga caiu no gosto da gastronomia, muitos chefes de cozinha vêm utilizando-a".

Para os Produtos de Panificação, os especialistas veem uma aplicação direta e de baixo custo, principalmente para consumo familiar, onde o soro pode ser usado "em receitas caseiras, trocando a água por soro, fazendo pão de queijos, biscoitos e outros produtos".

4. Conclusão

Este estudo qualitativo permitiu concluir que, na percepção dos especialistas, o soro de leite do QMA é amplamente subutilizado, sendo destinado quase exclusivamente à

alimentação animal. Apesar dos desafios significativos identificados, especialmente as barreiras legais que impedem o uso do soro cru e a falta de mão de obra disponível na agricultura familiar, existe um grande potencial para a agregação de valor a este coproduto na própria fazenda.

As entrevistas com especialistas indicam que a fabricação de produtos como manteiga (especialmente a de garrafa), ricota condimentada, bebidas lácteas com frutas regionais, doce de leite e o uso em panificação são alternativas viáveis e com potencial de mercado. A elaboração destes produtos representa uma oportunidade clara para os produtores de QMA aumentarem a renda familiar, diversificarem sua produção e promoverem a sustentabilidade da atividade, transformando um potencial poluente em um ingrediente valioso.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

3. Referências

- AAKER, D. A.; KUMAR, V.; DAY, G. S. Pesquisa de marketing. São Paulo: Atlas, 2001.
- ALVES, M. P. et al. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. Revista Instituto do Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 69, n. 3, p. 212-226, maio 2014.
- ANDRADE, R. L. P.; MARTINS, J. F. P. Influência da adição da fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sobre a viscosidade do permeado de soro de queijo. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 22, n. 3, p. 249-253, 2002.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BOSI, M. G. et al. Bebida com adição de soro de leite e fibra alimentar prebiótica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 48, n. 3, p. 339-341, mar. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 30, de 26 de junho de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 5, de 14 de fevereiro de 2017. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para o Soro de Leite e o Soro de Leite Ácido. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2017.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Leite de vacas felizes. Anuário Leite 2020, São Paulo, p. 3-82, set. 2020.
- FLICK, U. An Introduction to Qualitative Research. London: Sage Publications Limited, 2009.
- GUERRA, I. C. Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso. São João do Estoril: Principia, 2006.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal 2020. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
- IMAMURA, J. K. N.; MADRONA, G. S. Reaproveitamento de soro de queijo na fabricação de pão de queijo. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v. 1, n. 3, p. 381-390, set./dez., 2008.
- LIMA, F. R.; ROCHA, L. O. F. Aproveitamento do soro de leite proveniente da produção de queijo de Serro para fabricação de doce de leite: viabilidade econômica. *Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 71, n. 2, p. 83-93, abr./jun., 2016.
- MIRABELLA, N.; CASTELLANI, V.; SALA, S. Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of Cleaner Production*, v. 65, p. 28-41, fev. 2014.
- NUNES, L. A. et al. O Soro do Leite, Seus Principais Tratamentos e Meios de Valorização. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, Maringá, v. 11, n. 1, p. 301-326, jan./mar. 2018.
- PATTON, M. *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science*. London: John Wiley and Sons, 2005. p. 22-35.
- PEREIRA, R. G. Síntese de carvões ativados a partir de resíduos agroindustriais e sua aplicação na adsorção de proteínas do soro do leite. 2011. 66 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.
- PERRONE, I. T. Efeito da nucleação secundária sobre a cristalização do doce de leite. 2006. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- SILVA, C. A. et al. Utilização de soro de leite na elaboração de pães: estudo da qualidade sensorial. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 13, p. 355-362, 2011.
- SILVA, E. A. Caracterização do processamento artesanal de produtos agropecuários em assentamentos rurais de Ilha Solteira-SP: das estratégias de produção à comercialização. 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2015.
- SILVA, J. G. Características físicas, físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal da serra da Canastra. 2007. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- USDA. United States Department of Agriculture. Dairy: World Markets and Trade. Global Market Analysis, 2021.

Caracterização química da farinha de semente da Palmeira azul (*Bismarckia Nobilis*)

Matheus de Souza Cruz¹, Elano Pinheiro Pereira², Glauber Henrique Barbosa da Silva³, Hermann Matos Silva Sousa⁴, Isadora Simão e Souza⁵ e Eduardo Valério de Barros Vilas Boas⁶

^{1,2,3,4,5,6}Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{matheus.cruz3@estudante.ufla.br¹, elano.pereiral@estudante.ufla.br², glauber.silva3@estudante.ufla.br³, hermann.sousa@estudante.ufla.br⁴, isadorassimao@hotmail.com⁵ e evbvboas@ufla.br⁶}

Abstract. *This study aimed to chemically characterize the seed flour of Bismarckia nobilis. The proximate composition, soluble solids, titratable acidity, pH, and phenolic compounds were determined using the Fast Blue method. The seed showed a yield of 29.25%, while the flour presented moisture content of 13.6%, ether extract of 10.2%, protein content of 7.46%, pH 5.64, and a high concentration of phenolic compounds (46,987.10 mg GAE/100 g). The results indicate that the seed flour has relevant nutritional and functional potential, suggesting its possible use as an alternative food ingredient. However, further studies are required to assess its stability and applicability in food products.*

Keywords: *Arecaceae; proximate composition; bioactive compounds; food utilization.*

Resumo. *Este trabalho teve como objetivo caracterizar quimicamente a farinha da semente de Bismarckia nobilis. Foram determinadas a composição centesimal, sólidos solúveis, acidez titulável, pH e compostos fenólicos pelo método Fast Blue. A semente apresentou rendimento de 29,25%, e a farinha, umidade de 13,60%, extrato etéreo de 10,17%, proteína de 7,46%, pH 5,64 e elevado teor de compostos fenólicos (46.987 mg EAG/100 g). Os resultados indicam que a farinha da semente apresenta potencial nutricional e funcional relevante, podendo ser explorada como ingrediente alimentar alternativo. No entanto, estudos complementares são necessários para avaliar sua estabilidade e aplicabilidade em produtos alimentícios.*

Palavras-chave: *Arecaceae; composição centesimal; compostos bioativos; aproveitamento alimentar.*

1 Introdução

A família Arecaceae compreende um grupo amplo e diversificado de monocotiledôneas pantropicais, composto por cerca de 181 gêneros e aproximadamente 2.600 espécies. As espécies dessa família são naturalmente distribuídas em regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo componentes importantes das florestas tropicais. Em geral, são sensíveis à temperatura e apresentam tolerância limitada à geada, em grande

parte devido à incapacidade de suas células entrarem em dormência fisiológica, à presença de um meristema apical solitário e à abundância de células de parênquima (Emilio et al., 2019; Reichgelt et al., 2018).

Entre as espécies pertencentes à família Arecaceae, destaca-se a *Bismarckia nobilis*, conhecida popularmente como palmeira-azul, palmeira-bismarckia ou palmeira-de-bismarck. Trata-se de uma palmeira originária de regiões tropicais e subtropicais, que pode atingir até 25 metros de altura e 30 a 45 cm de diâmetro, apresentando folhas grandes, em formato de leque, e floração na primavera (Meireles et al., 2024; Patro, 2020).

A palmeira-azul é amplamente valorizada no paisagismo devido à sua beleza exótica e porte escultural, sendo frequentemente utilizada por arquitetos e paisagistas na composição de ambientes. Mesmo em estágios jovens, já confere impacto visual marcante por sua copa elevada, sendo ideal para jardins amplos, contemporâneos ou tropicais. Além disso, apresenta elevada capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais, tolerando tanto ambientes secos quanto úmidos, bem como episódios de geadas e fogo, dos quais consegue rebrotar (Kachhad et al., 2024; Lima et al., 2020; Patro, 2020).

O uso de espécies exóticas na arborização urbana é amplamente difundido. Entretanto, a introdução de plantas não nativas pode modificar as características dos ecossistemas locais, alterar paisagens naturais e contribuir para a perda de biodiversidade. Em projetos de paisagismo urbano, diversas espécies exóticas ou nativas são utilizadas, mas muitas vezes as condições climáticas não são ideais para seu pleno desenvolvimento. Nesse contexto, a palmeira-azul é uma alternativa amplamente empregada devido à sua resistência e fácil adaptação a diferentes tipos de solo e clima (Emilio et al., 2019; Oliveira et al., 2018).

Apesar de seu amplo uso ornamental, há escassez de estudos científicos sobre as características físico-químicas e o potencial de aproveitamento das diferentes frações da palmeira-azul, especialmente de suas sementes. Assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar a composição física da semente e a composição físico-química da farinha obtida a partir da semente de *Bismarckia nobilis*.

2 Material e métodos

2.1 Matéria-prima e preparo da amostra

As sementes da palmeira-azul (*Bismarckia nobilis*) foram cedidas por um residente da cidade de Lavras, Minas Gerais, que cultivava a espécie com finalidade ornamental. O lote utilizado nas análises era composto por 82 sementes, totalizando 1,89 kg. As sementes foram lavadas e sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm durante 30 minutos para remoção de impurezas. Em seguida, o epicarpo e o mesocarpo foram removidos manualmente, e as sementes foram submetidas à secagem em estufa a 105 °C por 12 horas. Com o auxílio de uma prensa mecânica (Marconi, modelo MPH-15), o endocarpo foi separado das amêndoas. Posteriormente, as amêndoas foram trituradas em moinho de bancada (Tecnal, modelo TE-631/3) para obtenção da farinha, que foi armazenada em dessecador à temperatura ambiente até o momento das análises. Todas as análises da farinha da palmeira-azul foram realizadas em sextuplicata e os resultados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão.

2.2 Rendimento

O peso das amostras foi determinado em balança analítica (Marte, modelo AD330). As sementes foram pesadas em lotes de dez unidades, e o peso médio foi obtido dividindo-se o peso total pelo número de sementes. E o percentual de rendimento da amostra após a remoção do pericarpo e mesocarpo calculado em relação a amostra integral.

2.3 Composição química

A composição química da farinha da semente foi determinada segundo metodologias descritas pela AOAC (2023) e pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa a 105 °C até peso constante. O conteúdo proteico foi obtido pelo método de Kjeldahl, utilizando fator de conversão 6,25. Os lipídeos foram determinados por extração a quente em aparelho Soxhlet durante três horas. A fibra bruta foi quantificada pela diferença de massa de um cadinho de fundo poroso antes e após digestão ácida e secagem a 105 °C, enquanto as cinzas foram determinadas por incineração em mufla a 550 °C. O teor de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro digital (AR 2000), sendo os resultados expressos em °Brix. Para essa análise, 3 g de farinha foram homogeneizadas em 15 mL de água destilada, utilizando-se cerca de 5 gotas do homogenato para leitura. O pH foi determinado em potenciômetro digital (Tecnal®, modelo TEC-07), calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, após homogeneização de 3 g de farinha em 30 mL de água destilada. A acidez titulável foi obtida pela titulação de 3 g de farinha diluídos em 50 mL de água destilada com solução de NaOH 0,1 N, conforme a AOAC (2023), sendo os resultados expressos em gramas de ácido cítrico por 100 g de amostra.

2.4 Extração e Determinação de Compostos Fenólicos - Método Fast Blue BB

A extração dos compostos fenólicos foi realizada com metanol 50% e acetona 70%, conforme apresentado por Santos et al. (2024). Cerca de 4,0 g de amostra foram misturados com 40 mL de metanol 50% e mantidos sob agitação por 30 minutos à temperatura ambiente, seguidos de 30 minutos em banho ultrassônico. O extrato foi filtrado em papel qualitativo e o resíduo submetido a nova extração com 40 mL de acetona 70%, sob as mesmas condições. Os filtrados foram combinados em balão volumétrico de 100 mL, completados com água destilada e armazenados sob refrigeração em frascos âmbar. A determinação do teor de compostos fenólicos totais seguiu a metodologia de Medina (2011), com o reagente Fast Blue BB. Uma alíquota de 1 mL do extrato foi diluída em balão volumétrico de 100 mL e, em tubos de ensaio, adicionaram-se 0,5 mL do extrato diluído, 0,5 mL de água destilada, 0,1 mL da solução de Fast Blue BB e, após homogeneização, 0,1 mL de NaOH. As amostras foram agitadas por 1 minuto e mantidas em ambiente escuro por 90 minutos. O branco foi preparado substituindo-se o extrato pelo solvente. Em seguida, 300 µL das amostras foram transferidos para microplacas, e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 420 nm. O teor de fenólicos totais foi calculado a partir da curva padrão de ácido gálico, sendo os resultados expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra.

3 Resultados e discussão

As sementes de *Bismarckia nobilis* apresentaram rendimento médio de 29,25% de amêndoas, o que equivale a aproximadamente $6,74 \pm 1,76$ g de amêndoa por semente, considerando o peso médio individual de $23,04 \pm 4,32$ g. Esse rendimento é relevante,

pois indica potencial de aproveitamento da semente, que geralmente é descartada após o uso ornamental da palmeira. A umidade é um parâmetro importante para a estabilidade microbiológica e química dos alimentos, influenciando diretamente a vida de prateleira (Cruz et al., 2025). A farinha obtida da amêndoa de palmeira-azul apresentou baixo teor de umidade ($13,60 \pm 0,77\%$), caracterizando-se como um produto estável e com maior durabilidade durante o armazenamento. De acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2005), o limite máximo permitido para farinhas é de 15% de umidade, valor superior ao encontrado neste estudo, indicando que o produto atende aos padrões estabelecidos e possui baixo risco de deterioração.

O teor de lipídeos da farinha foi considerado elevado ($10,17 \pm 2,19\%$). Embora a legislação brasileira não estabeleça limites máximos para esse componente, alimentos com teores acima de 3 g de lipídeos totais por 100 g são classificados como de alto teor lipídico. Produtos com esse perfil estão mais suscetíveis à oxidação e, portanto, exigem condições adequadas de armazenamento, como baixa umidade, ausência de luz e temperatura controlada, para evitar rancificação (Geng, e Zhang 2023).

Em relação ao teor proteico, o valor encontrado enquadra a farinha da palmeira-azul como fonte de proteína ($7,47 \pm 0,49\%$), segundo a legislação brasileira (Brasil, 2005), que define o limite mínimo de 6 g por 100 g de alimento para essa classificação. Esse resultado indica que o produto apresenta potencial nutricional relevante, podendo contribuir para a formulação de alimentos enriquecidos.

O conteúdo de fibra bruta foi expressivo, com valor médio de $29,39 \pm 1,86\%$, o que caracteriza a farinha como um alimento de alto teor de fibras, considerando a classificação de Mattos e Martins (2000), que definem alimentos ricos em fibras quando possuem mais de 4,4 g por 100 g. O alto valor pode estar relacionado à presença parcial da casca na amêndoa durante a moagem. Essa característica é positiva do ponto de vista nutricional, pois as fibras auxiliam no funcionamento intestinal, promovem saciedade e ajudam na regulação glicêmica e lipídica (Sousa et al., 2022).

O teor de cinzas foi $1,30 \pm 0,01\%$, que representa o conteúdo mineral total, esteve dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (máximo de 6%), indicando adequada proporção de minerais. A composição mineral está diretamente relacionada à natureza da matéria-prima e às condições edafoclimáticas da região de cultivo, podendo refletir a presença de macro e microminerais importantes para a nutrição humana (Sultanbawa e Sultanbawa 2023).

A acidez titulável da farinha apresentou baixo valor ($0,31 \pm 0,01\%$ de ácido cítrico), o que sugere boa estabilidade química e ausência de degradação significativa por processos fermentativos ou oxidativos. Esses resultados são semelhantes aos relatados para farinhas obtidas de outras espécies da família Arecaceae, como a pupunha (*Bactris gasipaes*), reforçando a boa qualidade da matéria-prima (Sousa et al., 2022). O valor de sólidos solúveis foi de $6,40 \pm 0,68$ °Brix, indicando baixa concentração de açúcares solúveis na farinha. Comparativamente, frutos tropicais frescos como tucumã (*Astrocaryum vulgare*) e uxi (*Endopleura uchi*) apresentam valores entre 9 e 10 °Brix. Essa diferença é esperada, uma vez que o processo de secagem e moagem reduz a fração líquida e concentra compostos não solúveis, tornando o produto final menos doce e mais adequado para formulações neutras ou salgadas (Aragão, 2013).

O pH médio de $5,64 \pm 0,04$ classifica a farinha como pouco ácida. Essa característica favorece a estabilidade química, mas também requer atenção ao

armazenamento, pois alimentos com pH acima de 4,5 são mais suscetíveis ao desenvolvimento microbiano. Assim, recomenda-se conservar a farinha em ambientes higienizados e com controle de temperatura e umidade (Taiz et al., 2019).

O teor de compostos fenólicos totais determinado pelo método Fast Blue BB evidenciou a presença significativa desses compostos na farinha da semente de palmeira-azul ($46,987 \pm 4,796$ mg EAG/100g). Embora não existam estudos prévios sobre essa espécie, resultados semelhantes foram relatados para sementes de outras palmeiras, como *Butia odorata* e *Bactris gasipaes*, nas quais os compostos fenólicos foram relacionados à defesa vegetal e à capacidade antioxidante (Baratto, 2016; Nazário et al. 2013). Esses compostos possuem importância funcional e podem contribuir para o potencial antioxidante da farinha, agregando valor nutricional e tecnológico ao produto.

4 Conclusão

As sementes de *Bismarckia nobilis* apresentaram bom rendimento e potencial de aproveitamento industrial. A farinha obtida mostrou umidade adequada, caráter levemente ácido, alto teor de lipídeos e foi classificada como fonte de proteína. Destacou-se também pelo elevado conteúdo de compostos fenólicos, indicando potencial funcional. No entanto, são necessários estudos complementares sobre estabilidade oxidativa, toxicidade e presença de compostos antinutricionais para confirmar sua segurança e aplicação alimentar.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referências

- AOAC (2023) *Official Methods of Analysis* (22th edition), AOAC International Association of Official Analytical Chemists, USA.
- Aragão, A. B. (2013) “Caracterização bioquímica e centesimal das espécies *Astrocaryum vulgare* Mart. (tucumã) e *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. (uxi) nativas da região Amazônica”, Master Dissertation, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Química de Araraquara, Brazil, 96 p.
- Baratto, B. (2016) “Caracterização Morfoanatômica e Histoquímica de Sementes de *Butia odorata* (Barb. Rodr.) Noblick durante a superação da dormência”, Master Dissertation in Plant Science, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, 66 p.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2005) “Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005: Aprova o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos”, *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 September 2005.
- Cruz, M. S., Corrêa, J. L. G., Macedo, L. L., Nascimento, B. S., Santos, A. A. L., Machado, G. G. L., and de Oliveira, C. R. (2025) “Use of ethanol in convective drying of coated and osmotically dehydrated paayap with isomaltulose”, *Food and Bioprocess Technology*, 18(4), 4048–4066.

- Emilio, T., Lamarque, L. J., Torres-Ruiz, J. M., King, A., Charrier, G., Burlett, R., and Delzon, S. (2019) “Embolism resistance in petioles and leaflets of palms”, *Annals of Botany*, 124(7), 1173–1183.
- Geng, L., Liu, K. and Zhang, H. (2023) “Lipid oxidation in foods and its implications on proteins”, *Frontiers in Nutrition*, 10, 1192199.
- Instituto Adolfo Lutz – IAL (2008) “Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos” (4th edition), *Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, Brazil, 1020 p.
- Kachhad, P. G., Shah, N. I., Parekh, D. D., Bhadaraka, V. L., and Chaudhary, A. R. “Effect of different growing conditions and seed treatment on germination of Bismarck palm (*Bismarckia nobilis*)”, Unpublished report.
- Lima, J. A. L., da Silva, F. H., de Oliveira Alves, J. V., Martins, C. C. B., de Oliveira, S. D. S., da Rocha, M. L. A., and da Silva, M. V. (2020) “*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (Arecaceae): Uma revisão integrativa quanto às principais características biotecnológicas”, *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 48639–48661.
- Mattos, L. L. and Martins, I. S. (2000) “Consumo de fibras alimentares em população adulta”, *Revista de Saúde Pública*, 34, 50–55.
- Medina, M. B. (2011) “Determination of the total phenolics in juices and superfruits by a novel chemical method”, *Journal of Functional Foods*, 3, 79–87.
- Meireles, R. D. O., Meireles, V. M., Sena, W. D. L., Costa, B. O. D., Camargo, R. N. C., and Pivetta, K. F. L. (2024) “Methods for overcoming seed dormancy in blue palm”, *Ornamental Horticulture*, 30, e242702.
- Nazário, P., et al. (2013) “Aspectos anatômicos e histoquímicos da semente de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth)”, *Journal of Seed Science*, 35(2), 171–178.
- Oliveira, L. D. S., Fernandes, F. P. S., da Costa Brito, L., da Silva, K. P., and de Oliveira Meireles, R. (2018) “Análise da composição vegetal de espaços verdes urbanos das cidades de Belém e Castanhal, estado do Pará”, *III Congresso Internacional das Ciências Agrárias*
- Patro, R. (2020) “Palmeira-azul – *Bismarckia nobilis*”, *Jardineiro.net*, Curitiba, Brazil.
- Reichgelt, T., West, C. K., and Greenwood, D. R. (2018) “The relation between global palm distribution and climate”, *Scientific Reports*, 8(1), 1–11.
- Santos, A. A. L., Corrêa, J. L. G., Machado, G. G. L., Silveira, P. G., Cruz, M. S., and Nascimento, B. S. (2024) “Acerola processing waste: Convective drying with ethanol as pretreatment”, *Food Research International*, 190, 114586.
- Souza, P. G. de, et al. (2022) “Avaliação físico-química da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) para uso alimentício”, *Brazilian Journal of Science*, 1(2), 65–74.
- Sultanbawa, F. and Sultanbawa, Y. (2023) “Mineral nutrient-rich plants – Do they occur?”, *Applied Food Research*, 3(2), 100347.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I., and Murphy, A. (2019) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal* (6th edition), Artmed, Porto Alegre, Brazil, 888 p.

Efeito da adição de mucilagem de ora-pro-nóbis em emulsão óleo em água

Camila Giovana Carvalho Souza¹, Ana Cristina Freitas de Oliveira Meira¹, Karen Lendengue De Matos Regalado¹, Glauber Henrique Barbosa da Silva¹, Jaime Vilela de Resende¹

¹ Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{camila.souza7@estudante.ufla.br, ana.silva145@estudante.ufla.br, karen.regalado1@estudante.ufla.br, glauber.silva3@estudante.ufla.br, jvresende@ufla.br}

Abstract. This study investigated the effect of adding ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) mucilage to oil-in-water emulsions containing coffee essential oil. Physicochemical (color, pH, and turbidity), rheological, and morphological parameters were evaluated. Results showed that increasing mucilage concentration decreased luminosity (L^*) and enhanced yellowish tones (a^* and b^*), in addition to raising pH and affecting sample turbidity. From a rheological perspective, a transition from Newtonian to pseudoplastic behavior was observed. Droplet size analysis revealed the stabilizing effect of the mucilage, resulting in more homogeneous and stable emulsions, with potential applications in the food industry.

Keywords: Hidrocolóides naturais, reologia, estabilidade de emulsões.

Resumo. O presente estudo investigou o efeito da adição de mucilagem de ora-pro-nóbis em emulsões óleo em água contendo óleo essencial de café. Foram avaliados parâmetros físico-químicos (cor, pH e turbidez), reológicos e morfológicos. Os resultados indicaram que o aumento da concentração de mucilagem reduziu a luminosidade (L^*) e intensificou os tons amarelados (a^* e b^*), além de elevar o pH e influenciar a turbidez das amostras. Do ponto de vista reológico, observou-se a transição do comportamento newtoniano para pseudoplástico. A análise do tamanho das gotículas evidenciou o efeito estabilizante da mucilagem, resultando em emulsões mais homogêneas e estáveis, com potencial aplicação na indústria de alimentos.

Palavras-chave: Natural hydrocolloids, rheology, emulsion stability.

1. Introdução

As emulsões óleo em água (O/A) são amplamente utilizadas nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica, consistindo na dispersão de gotículas de óleo em uma fase aquosa estabilizada por emulsificantes. Sua estabilidade depende de fatores como tamanho das gotículas, composição, método de preparo e condições físico-químicas, podendo ser comprometida por processos como coalescência e cremação (Teixeira, 2014).

A mucilagem de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) destaca-se como hidrocolóide natural com alta capacidade emulsificante e espessante, capaz de melhorar a estabilidade de sistemas coloidais (Lago et al., 2019). Nesse contexto, este estudo avaliou o efeito da adição de mucilagem de ora-pro-nóbis em emulsões O/A com óleo essencial de café, analisando parâmetros físico-químicos, reológicos e morfológicos para compreender como diferentes proporções influenciam a estabilidade e o comportamento das emulsões.

2. Material e métodos

2.1 Material

A mucilagem das folhas de ora-pro-nóbis (MOPN) foi extraída conforme o método descrito por Lima Júnior et al. (2013) e Silva et al. (2019). O concentrado protéico de soro (80%) foi adquirido comercialmente pela empresa Doremus (São Paulo, Brasil). O óleo de milho foi da marca Liza (Cargill Agrícola S/A, Uberlândia, Brasil), e o óleo essencial de café (*Coffea arabica* torrado) foi obtido da Laszlo.

2.1 Elaboração das emulsões

As emulsões foram elaboradas conforme apresentado na Tabela 1. As respectivas misturas foram homogeneizadas usando um homogeneizador Turrax a 18000 rpm por 5 min, a 25 °C. As gotículas de óleo dispersas foram observadas em um microscópio óptico (Meiji ML 5000; Meiji Techno America, Santa Clara, EUA) usando um aumento de 40x. O software ImageJ (National Institutes of Health), foi empregado no processamento das imagens.

Tabela 1 - Composição das emulsões de óleo de café

Tratamentos	CPS (%)	MOPN (%)	Fase oleosa (%)	Água (%)
A	2,0	0		
B	1,5	0,5		
C	1,0	1,0	10	88
D	0,5	1,5		
E	0	2,0		

Fase oleosa (óleo de milho contendo 10 % de óleo de café). CPS = concentrado protéico de soro de leite; MOPN = mucilagem de folha de ora-pro-nóbis.

2.3 Comportamento reológico

As viscosidades das emulsões foram analisadas em triplicatas a 25 °C empregando um viscosímetro rotacional de tubo concêntrico (Brookfield DVIII Ultra, Brookfield Engineering Laboratories, EUA). O spindle SC4-31 e uma rampa crescente com uma taxa de deformação de 5,1 s⁻¹ a 71,4 s⁻¹ foram empregados. Os modelos Newtoniano e Lei da Potência, descritos pelas Equações 1 e 2, respectivamente, foram ajustados aos dados de tensão de cisalhamento e taxa de deformação (Steffe, 1996).

$$\sigma = \mu \dot{\gamma} \quad (1)$$

$$\sigma = k \dot{\gamma}^n \quad (2)$$

onde σ é a tensão de cisalhamento (Pa), μ é a viscosidade (Pa s), $\dot{\gamma}$ é a taxa de deformação (s^{-1}), k é o índice de consistência (Pa sⁿ) e n é o índice de comportamento do fluxo (adimensional).

2.3 Análises físico-químicas (cor, pH e turbidez)

As análises físico-químicas de cor, pH e turbidez foram realizadas de acordo com metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A cor instrumental foi determinada por leitura direta em colorímetro (Spectrophotometer CM-5, Konica Minolta, Japan), considerando a escala CIELab. O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado pelo método potenciométrico, com pHmetro (QUIMIS, modelo 0400AS) de bancada. A turbidez foi determinada em turbidímetro (MS TECNOPON®), com resultados expressos em unidades nefelométricas de turbidez (NTU). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.5 Análise estatística

Todos os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) e o teste de média Tukey ($p < 0,05$) utilizando o software SAS University Edition (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Os gráficos foram plotados com o auxílio do SigmaPlot (versão 11.0).

3. Resultado e discussão

A análise instrumental de cor (Tabela 2) revelou diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos contendo diferentes proporções de concentrado protéico (CS) e mucilagem de ora-pro-nóbis (MOPN).

Tabela 2 - Valores médios da análise colorimétrica ($\pm$ desvio-padrão) das amostras dos diferentes tratamentos.

Tratamento	L ($\pm$ DP)	a ($\pm$ DP)	b ($\pm$ DP)	C ($\pm$ DP)	$^{\circ}$ h ($\pm$ DP)
A	51,12 $\pm$ 0,77 ^a	2,37 $\pm$ 0,30 ^b	15,97 $\pm$ 0,26 ^a	16,80 $\pm$ 0,99 ^a	81,83 $\pm$ 1,21 ^a
B	46,50 $\pm$ 0,62 ^b	5,14 $\pm$ 0,09 ^a	18,81 $\pm$ 0,04 ^b	19,49 $\pm$ 0,02 ^b	74,67 $\pm$ 0,29 ^b
C	33,66 $\pm$ 0,20 ^c	5,26 $\pm$ 0,12 ^a	19,02 $\pm$ 0,50 ^b	19,89 $\pm$ 0,26 ^b	74,60 $\pm$ 0,36 ^b
D	30,89 $\pm$ 0,26 ^d	5,62 $\pm$ 0,23 ^a	19,82 $\pm$ 0,30 ^b	20,59 $\pm$ 0,34 ^b	74,10 $\pm$ 0,50 ^b
E	28,19 $\pm$ 0,65 ^e	5,26 $\pm$ 0,05 ^a	18,95 $\pm$ 0,41 ^b	19,67 $\pm$ 0,39 ^b	74,43 $\pm$ 0,45 ^b

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Mucilagem de ora-pro-nóbis (MOPN); A = 0% MOPN; B = 0,5% MOPN; C = 1,0% MOPN; D = 1,5% MOPN; E = 2,0% MOPN.

A substituição parcial do CS por mucilagem de ora-pro-nóbis modificou significativamente as características físico-químicas das emulsões, reduzindo a luminosidade (L^*) e intensificando as tonalidades avermelhadas (a^*) e amareladas (b^*). Houve aumento do croma (C^*) e redução do ângulo de Hue ($^{\circ}$ h), indicando maior saturação e deslocamento do matiz para a região amarela-alaranjada, devido à presença de pigmentos naturais, como carotenóides, na mucilagem (Damodaran; Parkin; Fennema, 2017).

A Tabela 3 apresenta os valores de pH das emulsões, sendo, observado aumento progressivo do pH (Tabela 3), variando de 5,687 (tratamento A) a 6,023 (tratamento E), atribuído à composição da mucilagem rica em carboidratos, proteínas, minerais e fibras,

que confere capacidade tamponante à matriz (Silva et al., 2019). Além disso, os valores de turbidez variaram significativamente entre os tratamentos ($p \leq 0,05$), sendo que o tratamento A apresentou maior turbidez, semelhante aos tratamentos B e D, indicando maior dispersão inicial das gotículas de óleo e aspecto mais homogêneo das emulsões (McClements, 2015).

Tabela 3 - Valores médios de turbidez ($\pm$ desvio-padrão) das amostras dos diferentes tratamentos.

Tratamento	Turbidez ($\pm$ DP)	pH ($\pm$ DP)
A	91,13 $\pm$ 15,36 ^a	5,687 $\pm$ 0,012 ^e
B	81,67 $\pm$ 1,22 ^a	5,757 $\pm$ 0,021 ^{de}
C	55,20 $\pm$ 1,80 ^b	5,817 $\pm$ 0,006 ^c
D	85,17 $\pm$ 2,14 ^a	5,913 $\pm$ 0,045 ^b
E	24,53 $\pm$ 0,67 ^c	6,023 $\pm$ 0,050 ^a

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Mucilagem de ora-pro-nóbis (MOPN); A = 0% MOPN; B = 0,5% MOPN; C = 1,0% MOPN; D = 1,5% MOPN; E = 2,0% MOPN.

A Tabela 4 apresenta os parâmetros reológicos das emulsões, nos quais observa-se que o aumento do teor de MOPN, elevou significativamente a viscosidade aparente das emulsões ($p < 0,05$). As formulações com menor concentração de mucilagem (A e B) apresentaram comportamento newtoniano, enquanto aquelas com maior teor (C, D e E) exibiram comportamento pseudoplástico, com aumento do índice de consistência (k) e redução do índice de fluxo ($n < 1$). O tratamento E (2,0% MOPN) apresentou a maior viscosidade confirmando o efeito espessante e estabilizante da mucilagem, que promove estruturação interna e maior estabilidade das emulsões (Junqueira et al., 2018; Silva et al., 2019). As curvas de fluxo (Figura 1) corroboram esses resultados, evidenciando redução da viscosidade aparente com o aumento da taxa de deformação e comportamento não linear típico de fluidos pseudoplásticos.

Tabela 4 -Parâmetros reológicos das soluções impregnantes.

Tratamentos	Modelo newtoniano			
	μ (Pa s)	RMSE	R^2	
A	2,77 $\pm$ 0,04 ^e	0,015	0,961	
B	8,05 $\pm$ 0,24 ^d	0,025	0,975	
C	24,98 $\pm$ 0,13 ^c	0,094	0,957	
D	65,96 $\pm$ 1,44 ^b	0,331	0,917	
E	156,83 $\pm$ 1,82 ^a	0,325	0,702	

Tratamentos	Lei da potência			
	k	n	RMSE	R^2
A	-	-	-	-
B	-	-	-	-
C	0,06 $\pm$ 0,00	0,77 $\pm$ 0,01	0,011	0,999
D	0,21 $\pm$ 0,01	0,71 $\pm$ 0,02	0,047	0,998
E	0,90 $\pm$ 0,02	0,55 $\pm$ 0,02	0,242	0,990

R^2 é o coeficiente de correlação, RMSE é a raiz quadrada do erro médio, μ é a viscosidade, k é o índice de consistência (Pa sⁿ) e n é o índice de comportamento de fluxo (adimensional).

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Mucilagem de ora-pro-nóbis (MOPN); A = 0% MOPN; B = 0,5% MOPN; C = 1,0% MOPN; D = 1,5% MOPN; E = 2,0% MOPN.

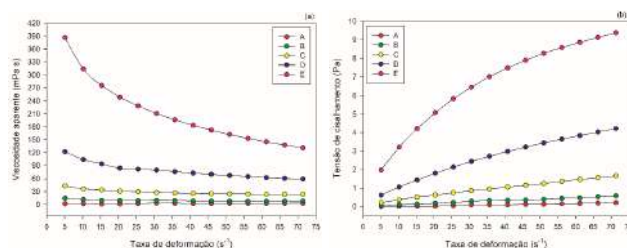


Figura 1 - Curva de fluxo das emulsões elaboradas com diferentes concentrações de mucilagem de ora-pro-nóbis (MOPN). A = 0% MOPN; B = 0,5% MOPN; C = 1,0% MOPN; D = 1,5% MOPN; E = 2,0% MOPN.

A análise da distribuição do tamanho das gotículas (Figura 2) de óleo nas emulsões mostrou que a adição MOPN, influenciou diretamente a estabilidade das emulsões, reduzindo o diâmetro médio e a heterogeneidade das gotículas de óleo. O controle sem mucilagem apresentou gotículas maiores (7,0–8,4 μm), enquanto as concentrações igual ou superior a 0,5% resultaram em gotículas menores e distribuição mais uniforme. Em teores mais elevados (1,5–2,0%), houve leve aumento no tamanho das gotículas (Figura 3), devido à maior viscosidade, mas a distribuição permaneceu homogênea, confirmando o efeito estabilizante da mucilagem nas emulsões óleo em água.

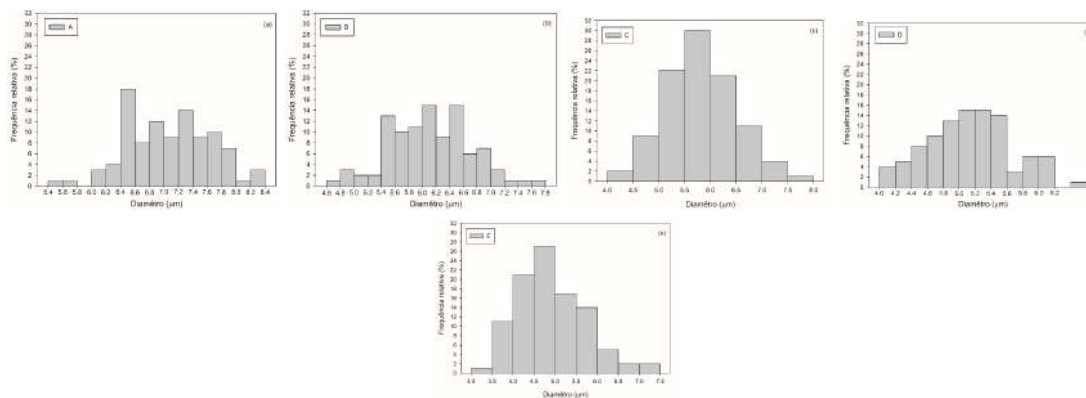


Figura 2 - Distribuição de tamanho das gotículas de óleo das emulsões de óleo de café contendo diferentes concentrações de mucilagem de ora-pro-nóbis (MOPN). A = 0% MOPN; B = 0,5% MOPN; C = 1,0% MOPN; D = 1,5% MOPN; E = 2,0% MOPN.

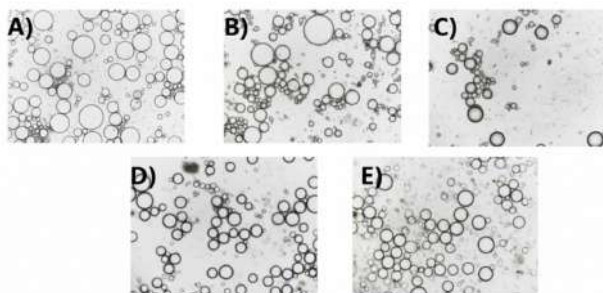


Figura 3 - Gotículas de óleo das emulsões de óleo de café contendo diferentes concentrações de mucilagem de ora-pro-nóbis (MOPN). A = 0% MOPN; B = 0,5% MOPN; C = 1,0% MOPN; D = 1,5% MOPN; E = 2,0% MOPN.

4. Conclusão

A adição de mucilagem de ora-pro-nóbis modificou significativamente as propriedades físico-químicas e reológicas das emulsões, reduzindo a luminosidade, intensificando os tons amarelados e elevando o pH e a turbidez. Observou-se transição do comportamento newtoniano para pseudoplástico, com aumento da viscosidade e do índice de consistência, evidenciando o papel da mucilagem como agente espessante e estabilizante natural, especialmente nas formulações com 1,0% de concentração.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

- Damodaran, S., Parkin, K., and Fennema, O. R. (2017) *Fennema's Food Chemistry*. Boca Raton: CRC Press.
- Instituto Adolfo Lutz. (2008) *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.
- Junqueira, L. A., Amaral, T. N., Oliveira, N. L., Torres Prado, M. E., and Resende, J. V. (2018) "Rheological behavior and stability of emulsions obtained from *Pereskia aculeata* Miller via different drying methods", *International Journal of Food Properties*, 21(1), 1437177. DOI: 10.1080/10942912.2018.1437177.
- Lago, A. M. T., Neves, I. C. O., Oliveira, N. L., Botrel, D. A., Minim, L. A., and Resende, J. V. (2019) "Ultrasound-assisted oil-in-water nanoemulsion produced from *Pereskia aculeata* Miller mucilage", *Ultrasonics Sonochemistry*, 50, 339–353. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2018.09.036.
- Lima Junior, F. A., Conceição, M. C., Resende, J. V., Junqueira, L. A., Pereira, C. G., and Torres Prado, M. E. (2013) "Response surface methodology for optimization of the mucilage extraction process from *Pereskia aculeata* Miller", *Food Hydrocolloids*, 33(1), 38–47. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.02.012>.
- McClements, D. J. (2015) *Food Emulsions*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press. DOI: 10.1201/b18868.
- Silva, S. H., Neves, I. C. O., Oliveira, N. L., Oliveira, A. C. F., Lago, A. M. T., Giarola, T. M., et al. (2019) "Extraction processes and characterization of the mucilage obtained from green fruits of *Pereskia aculeata* Miller", *Industrial Crops and Products*, 140, 111716. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111716>.
- Steffe, J. F. (1996) *Rheological Methods in Food Process Engineering*. 2nd ed. Michigan: Freeman Press.
- Teixeira, G. L. (2014) "Estudo da estabilidade e do comportamento reológico de emulsões de gordura de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) com diferentes tensoativos". [s. l.].

Caracterização Microbiológica do Queijo Minas Artesanal Casca Florida Natural do Cerrado: identificação de morfotipos

Nathalia Lenzi Costa Nascimento¹, Kelly Aparecida da Cunha Pereira², Giovana Paula da Silva¹, Bruna de Almeida Valerio¹, Josane Cardim de Jesus¹, Luís Roberto Batista¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

nathalia.nascimento3@estudante.ufla.br,
kelly.pereira5@estudante.ufla.br, giovana.silva3@estudante.ufla.br,
bruna.valerio@estudante.ufla.br, josane.cardim@ufla.br,
luisrb@ufla.com.br

Abstract. *The Artisanal Minas Cheese Natural Florida Rind was regulated by the Minas Gerais Institute of Agriculture (IMA) through Ordinance 2307 of 2024. This cheese is characterized by being produced with raw milk and matured under controlled conditions, which allow the development of white mold and other microorganisms naturally present in the milk, in the environment and in production equipment. The objective of this study was to describe the morphotypes of microorganisms present in the cheese collected in the city of Abadia dos Dourados, in the Cerrado, using serial dilution. 13 distinct morphotypes were found at dilution 10^{-5} , which may indicate different species, but for this, it is essential to combine these results with molecular techniques.*

Keywords: *Artisanal Minas Cheese, dilution, morphotypes.*

Resumo. *O Queijo Minas Artesanal Casca Florida Natural foi regulamentado pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) através da Portaria 2307 de 2024. Este queijo se caracteriza por ser produzido com leite cru e maturado em condições controladas, que permitem o desenvolvimento de um mofo branco e outros microrganismos naturalmente presentes no leite, no ambiente e nos equipamentos de produção. O objetivo do trabalho foi descrever os morfotipos de microrganismos presentes no queijo coletado na cidade de Abadia dos Dourados, no Cerrado, utilizando diluição seriada. Foram encontrados 13 morfotipos distintos na diluição 10^{-5} , o que pode indicar diferentes espécies, mas para isso, é imprescindível combinar estes resultados com técnicas moleculares.*

Palavras-chave: *Queijo Minas Artesanal, diluição, morfotipos.*

1. Introdução

O mercado de produtos lácteos, mesmo enfrentando desafios ao longo dos anos, continua apresentando uma alta demanda não só pelos produtos consolidados no mercado, mas

também por produtos em ascensão, como o Queijo Minas Artesanal – QMA (Oliveira *et al.* 2019). Para a fabricação deste queijo são utilizadas técnicas tradicionais utilizando apenas leite cru, pingo (cultura lática natural) e coalho industrial, sendo posteriormente maturado nas condições ambientais da queijaria (Perin *et al.* 2017).

Em 2003 o IMA reconheceu a região do Cerrado como produtora de QMA, anteriormente denominada como Alto do Paranaíba (IMA, 2003). Posteriormente, em 2007, o IMA atualizou a denominação para a que está em vigor atualmente (IMA, 2007).

O QMA é produzido exclusivamente com leite cru, pingo e coalho, sendo prensado manualmente. Como é um queijo de massa crua, todos os processos no tanque, do início ao fim, são conduzidos na mesma temperatura usada para a coagulação, que varia de 32 a 36 °C – temperatura do leite recém-ordenhado. (Lima, 2021).

A mediada que o QMA ganhava força no mercado, as instituições regulamentadoras passaram a estudar seu desenvolvimento e monitorar sua maturação. Em 2024, o IMA publicou uma portaria que institui o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo Minas Artesanal Casca Florida Natural. Este regulamento reconheceu que o processo de produção continuaria seguindo técnicas centenárias, mas também permitia a presença do fungo branco na casca, desde que predominantemente *Geotrichum candidum* (IMA, 2024). Assim, ficou evidenciado que o estudo da microbiota destes queijos é de suma importância, uma vez que novas descobertas podem auxiliar na regulamentação deste produto e garantindo um alimento seguro para os consumidores.

O objetivo deste trabalho foi iniciar o processo de identificação de espécies presentes no Queijo Minas Artesanal Casca Florida Natural produzido no Cerrado, utilizando diluição seriada e descrição dos morfotipos encontrados.

2. Metodologia

Para a realização do experimento foi realizada uma coleta na Queijaria Macaúba, localizada na cidade de Abadia dos Dourados – MG. O queijo foi coletado com 22 dias de maturação, e em seguida, alocado na embalagem em que é usualmente comercializado. Após identificado, o queijo foi acondicionado em caixa térmica com gelo para o transporte até o Laboratório de Micologia e Micotoxinas do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras – UFLA. Ao chegar no laboratório, o queijo foi congelado até ser analisado.

Para a identificação dos diferentes morfotipos presentes no queijo foi utilizada a técnica de diluição seriada. O descongelamento da amostra do QMA foi conduzido sob refrigeração (4 °C) por um período de 24 horas que antecedeu a etapa de diluição. Para a diluição seriada foram preparados 250 mL do meio de cultura DRBC (*Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar*) e 45 mL de água peptonada. Estes foram distribuídos em cinco tubos de ensaio, cada um contendo 9 mL. Todos os materiais foram autoclavados de acordo com as instruções do fabricante. Além disso, 225 mL de citrato de sódio a 2%, foram preparados e autoclavados a 121 °C por 20 minutos. Ponteiras de micropipeta de 100 e 1000 µL também foram autoclavadas à mesma temperatura e duração. As placas de Petri foram autoclavadas a 121 °C por 30 minutos. Após a autoclavagem, o meio de cultura foi vertido em 12 placas de Petri. Por fim, todos os materiais, exceto as ponteiras de micropipeta, foram armazenados sob refrigeração.

No dia seguinte, o processo de diluição começou com o preparo da amostra, utilizando a técnica de quarteramento. O queijo foi primeiramente cortado em quatro

partes iguais e, em seguida, duas seções opostas foram descartadas. As duas partes restantes foram divididas ao meio, resultando em quatro novas peças. Novamente, duas partes opostas foram selecionadas para análise e as outras duas foram descartadas. As duas seções restantes foram então trituradas com faca e tábua de corte devidamente higienizadas. Essa técnica de quarteamento continuou até que o peso das partes opostas selecionadas atingisse os 25 gramas necessários para a análise.

Os 25 g queijo e o citrato de sódio 2%, preparado no dia anterior, foram colocados em saco estéril e homogeneizados manualmente até que todo o queijo estivesse solubilizado por completo, sendo este procedimento considerado como a primeira diluição. Com o auxílio de uma pipeta automática, 1000 μ L da primeira diluição foram transferidos para um tubo de ensaio contendo água peptonada, sendo essa a diluição 10^{-2} , o mesmo procedimento citado foi repetido até a obtenção da diluição 10^{-6} . Em seguida, as quatro últimas diluições foram plaqueadas em triplicata. Para isso, 100 μ L da diluição foram colocados na placa de Petri contendo o meio de cultivo DRBC, e com o auxílio de uma alça de Drigalski, flambada com álcool 92,8 °, espalhado até secar por completo.

Após o plaqueamento, as placas foram incubadas em BOD à 25 °C por 7 dias. Após esse tempo foi realizada a contagem, em que placas com menos de 15 ou mais de 150 colônias foram descartadas, dentre as remanescentes, as placas de uma única diluição que apresentaram o melhor desenvolvimento das colônias foram selecionadas para a identificação e descrição dos morfotipos.

3. Resultados e discussão

Após incubadas, as placas foram avaliadas individualmente e, com isso, a diluição 10^{-3} foi descartada por apresentar crescimento maior que 150 colônias, enquanto a diluição 10^{-6} apresentou crescimento menor que 15 colônias, sendo também desprezada. As diluições 10^{-4} e 10^{-5} apresentaram crescimento dentro da faixa estipulada, porém, a diluição 10^{-5} apresentou um crescimento melhor, uma vez que as colônias cresceram mais, facilitando assim a descrição dos morfotipos, portanto, esta foi selecionada. Abaixo, na Figura 1, estão as três placas da diluição escolhida.

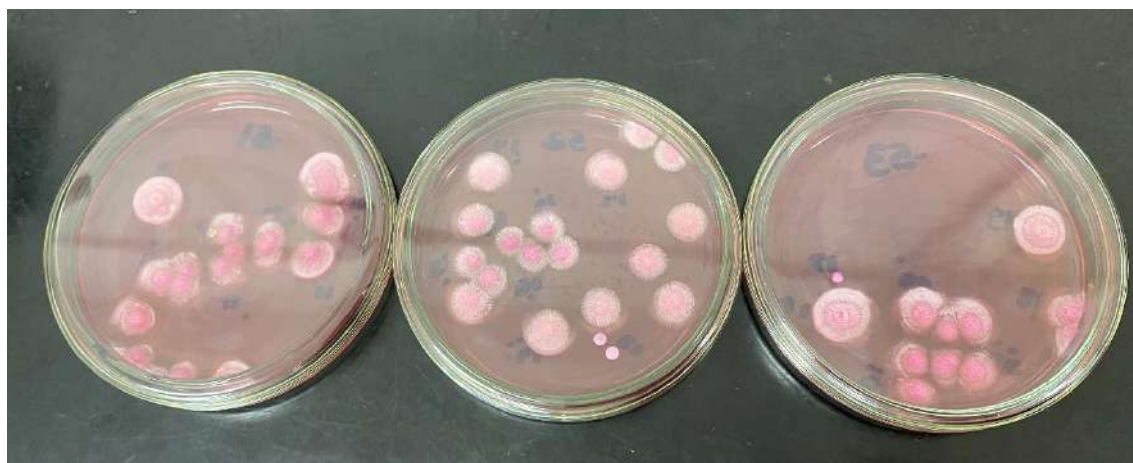


Figura 1 – Placas da diluição 10^{-5}

Como as placas contêm a mesma diluição, é esperado que os mesmos morfotipos estejam presentes nas repetições, porém, para uma melhor descrição é imprescindível que

cada placa tenha seus morfotipos descritos. Portanto, cada repetição foi avaliada e detalhada individualmente e os morfotipos encontrados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos morfotipos

Identificação	Repetição	Quantidade	Textura	Topografia	Cor	Margem
Fungo 1	1	1	Veludo	Reta	Verde	Circular
Fungo 2	1	2	Algodão	Elevada	Rosa claro	Porosa
Fungo 3	1	3	Veludo	Reta	Rosa	Porosa
Fungo 4	1	6	Algodão	Elevada	Rosa acinzentado	Algodão
Fungo 5	1	10	Algodão	Elevada	Rosa escuro	Porosa
Levedura 6	2	2	-	Brilho	Rosa	Porosa
Fungo 7	2	11	Algodão	Elevada	Róseo	Circular
Fungo 8	2	4	Algodão	Elevada	Rosa intermediário	Filamentosa
Fungo 9	2	3	Algodão	Elevada	Rosa escuro	Filamentosa
Levedura 10	3	1	-	Brilho	Rosa	Circular
Fungo 11	3	3	Algodão	Elevada	Rosa intermediário	Filamentosa
Fungo 12	3	1	Algodão	Elevada	Róseo	Filamentosa
Fungo 13	3	9	Algodão	Elevada	Rosa escuro	Filamentosa

Um total de treze morfotipos distintos foram identificados, compreendendo onze fungos e duas leveduras. O parâmetro que apresentou a maior variação e permitiu a classificação de vários fungos foi a cor da superfície. Embora a maioria dos fungos tenha se apresentado rosa, variações nos tons de cor podem indicar a presença de diferentes espécies de microrganismos. Além disso, também foram observadas variações nas texturas e margens das colônias.

A quantidade de morfotipos encontrados é considerada alta, uma vez que o queijo está bastante diluído, isso pode ser explicado por dois fatores; o primeiro é que o queijo não passa por aquecimento em nenhuma etapa de fabricação, então os microrganismos

que estão presentes no produto final podem ser oriundos da matéria-prima. Já o segundo fator é o tempo de maturação, uma vez que o queijo analisado havia completado aproximadamente um terço do tempo para comercialização (40 dias). É esperado que queijos com mais tempo de maturação possuam maior diversidade microbiana.

Somente a descrição dos morfotipos não é capaz de identificar as espécies presentes no queijo. Para melhores resultados, o ideal é utilizar técnicas moleculares combinadas com a descrição dos morfotipos.

4. Conclusão

Foram encontrados treze morfotipos distintos nas três repetições da mesma diluição, o que é considerado como alta variabilidade. Diferentes morfotipos podem indicar diferentes espécies, mas para isso, a combinação destes resultados com técnicas moleculares é imprescindível para a obtenção de melhores resultados.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores agradecem à Queijaria Macaúba pela concessão de amostras para o trabalho.

6. Referências

- Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). Portaria IMA nº 619, de 1º de dezembro de 2003. Identifica a microrregião do Alto Paranaíba como produtora do Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte: IMA, 2003. Publicado no Diário Oficial do Estado de Minas Gerais. Revogada pela Portaria IMA nº 2.168, de 2022
- Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). Portaria nº 874, de 2 de outubro de 2007. Altera a denominação da microrregião do Alto Paranaíba como produtora do Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte: IMA, 2007. Publicado no Diário Oficial do Estado de Minas Gerais. Revogada pela Portaria IMA nº 2.168, de 2022.
- Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). Portaria nº 2307, de 12 de junho de 2024. Estabelece o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo Minas Artesanal de Casca Florida Natural. Belo Horizonte: IMA, 2024. Publicado no Diário Oficial do Estado de Minas Gerais.
- Lima, Marciana de Souza. (2021). Queijo Minas Artesanal. In *EMATER*. EMATER.
- Oliveira, Sâmia Petrina Pessoa; Martins, José Manoel; Nogueira, Cristina Henriques; Vale, Rosana Campos do; Rodrigues, Maria Paula Jensen; Galleti, Aline Nogueira. Características físico-químicas de queijo Minas artesanal do Serro fabricados com pingo e com rala. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, [S.L.], v. 73, n. 4, p. 235-244, 14 maio 2019. *Lepidus Tecnologia* (Publications). <http://dx.doi.org/10.14295/2238-6416.v73i4.717>.
- Perin, Luana Martins; Sardaro, Maria Luisa Savo; Nero, Luís Augusto; Neviani, Erasmo; Gatti, Monica. Bacterial ecology of artisanal Minas cheeses assessed by culture-dependent and -independent methods. *Food Microbiology*, [S.L.], v. 65, p. 160-169, ago. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2017.02.005>.

Capacidade adaptativa de *Escherichia coli* enterohemorrágica ao óleo essencial de alho

Michelle Carlota Gonçalves¹, Poliana Cardoso², Mônica Aparecida da Silva³,
Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi⁴, Bruna Azevedo Balduino⁵,
Roberta Hilsdorf Piccoli⁶

^{1,3,4,5,6}Departamento de Ciências de Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Biologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{michelle.goncalves, poliana.cardoso@estudante.ufla.br; mondiga25@gmail.com; vasconcelosmaria@ufla@gmail.com; brunacienciadealimentos@gmail.com; rhpicoli@ufla.br}

Abstract. *The work aimed to verify the adaptive capacity of EHEC O157: H7 to garlic essential oil. Initially, the Minimum Bactericidal Concentration (CMB) of the oil was determined and later, the EHEC cells were exposed to sublethal concentrations of the oil (CMB/4 and CMB/8). Ahead, tested against different concentrations of essential oil (CMB/2 to 2CMB). These were incubated and plated on TSA (Soy Tryptone Agar) using the microdroplet technique. EHEC cells were classified as capable of adapting by growing in plates after cultivation in the presence of oil in a concentration equal to or greater than the oil's CMB (0.5% (v/v)). The EHEC cells showed the adaptive capacity for growing in concentrations up to twice the value of CMB (1.0%), after being exposed to CMB/8. The results demonstrate the need for an adequate use of garlic essential oil concentration (0, 5%) in order to avoid adaptation.*

Keywords: *pathogenic bacteria, natural antimicrobial, food security.*

Resumo. *Inicialmente, a Concentração Mínima Bactericida (CMB) do óleo foi determinada e posteriormente, as células de EHEC foram expostas a concentrações subletais do óleo (CMB/4 e CMB/8). Adiante, testadas frente a diferentes concentrações do óleo essencial (CMB/2 até 2CMB). Estas foram incubadas e plaqueadas em TSA (Ágar Tripton de Soja) empregando a técnica de microgotas. As células de EHEC foram classificadas como capazes de se adaptarem por crescerem em placas após cultivo em presença do óleo em concentração igual ou maior que a CMB do óleo (0,5% (v/v)). As células de EHEC apresentaram a capacidade adaptativa por crescerem em concentrações de até duas vezes o valor de CMB (1,0%), após expostas a CMB/8. Os resultados demonstram a necessidade de utilização adequada da concentração do óleo essencial de alho (0,5%), a fim de evitar a adaptação.*

Palavras-chave: *bactéria patogênica, antimicrobiano natural, segurança alimentar.*

1 Introdução

Escherichia coli é uma bactéria Gram-negativa da família Enterobacteriaceae, anaeróbia facultativa pertencente a microbiota comensal intestinal normal da maior parte dos animais e seres humanos. Apresenta-se na forma de bacilo e possui de 1,1 a 1,5 x 2,0 a 6 µm, motilidade com flagelos peritríqueos e capacidade de fermentar a glicose com formação de ácido e gás (Holt, 1994).

Embora seja considerada não patogênica, são conhecidos seis sorotipos que apresentam patogenicidade em diferentes graus. Dentre eles, a *Escherichia coli* Enteroemorrágica (EHEC), destaca-se por causar um sério dano renal que resulta em Síndrome Hemolítica Urêmica (SHU), caracterizada por anemia hemolítica, trombocitopenia e falência renal aguda que pode ser fatal (Kaper *et al.*, 2004).

A segurança alimentar relacionada à saúde pública tem sido considerada problema crítico e esta área tem recebido atenção crescente nos últimos anos. Infecção alimentar causada por *E.coli*, em especial por EHEC é um problema emergente em indústrias alimentícias, devido ao desenvolvimento progressivo da adaptação microbiana aos sanitizantes e conservantes utilizados. E essa capacidade das células se adaptarem às condições ambientais inóspitas envolvem respostas fisiológicas ao estresse relacionadas às estratégias de sobrevivência e crescimento (Alizade *et al.*, 2014).

O alho (*Allium sativum* L.) é amplamente utilizado como condimento na culinária e desse é extraído o óleo essencial. O uso de óleos essenciais tem sido sugerido como uma maneira de reduzir esses mecanismos de adaptação bacteriana devido à complexidade desses óleos, o que garante que eles atuem em vários alvos nas células microbianas, porque os óleos essenciais podem alterar a permeabilidade das células microbianas, danificar membranas citoplasmáticas, alterar as proteínas da membrana, interferem no sistema de geração de energia (trifosfato de adenosina (ATP)) e interrompem a homeostase celular, resultando em morte (Nazzarro *et al.*, 2013).

Ao considerar a elevada atividade antibacteriana dos óleos essenciais, faz-se necessário verificar a capacidade de adaptação bacteriana a esses antimicrobianos naturais quando exposta à doses subletais dos mesmos a fim de garantir a segurança alimentar nas indústrias produtoras de alimentos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de adaptação de *Escherichia coli* Enteroemorrágica (O157:H7-INCQS:00171) frente ao componente óleo essencial de alho, utilizado como antibacteriano.

2 Material e métodos

2.1 Local do experimento

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, localizado no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

2.2 Óleo essencial

O óleo essencial de alho (*Allium sativum* L.), foi extraído *in situ* no Laboratório de Fitoquímica do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de

Lavras (UFLA), conforme metodologia descrita por Souza *et al.* (2016). Sua composição é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição do óleo essencial de alho.

Óleo essencial	Componentes majoritários	Concentração (%)
Alho	trissulfeto de dialila	33,4
	dissulfeto de dialila	20,8
	trissulfeto de alila metila	19,2
	dissulfeto de alila metila	4,8

Fonte: Souza *et al.* (2016).

2.3 Microrganismo padrão, padronização e preparo do inóculo

Foi utilizada a cepa de *Escherichia coli* Enterohemorrágica (EHEC) O157:H7-INCQS:00171, cedida pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro. A cultura estoque foi armazenada em meio de congelamento (glicerol - 15 mL; peptona bacteriológica - 0,5 g; extrato de levedura - 0,3 g; NaCl - 0,5 g; água destilada 100 mL, pH 7,0). O inóculo foi reativado inoculando-se alíquota de 100 µL da cultura estoque em tubo contendo 10 mL de caldo Brain Heart Infusion (BHI) e incubado a 37 °C/24h. A padronização do inóculo foi realizada mediante curva de crescimento. Após a reativação, uma alíquota de 50 µL do inóculo foi transferida para 300 mL de caldo BHI e incubada a 37 °C, sendo realizadas leituras periódicas (intervalos de uma hora) em espectrofotômetro (D.O.600nm) e plaqueamento em Ágar Tryptona de Soja (TSA) com incubação a 37 °C/24h. A cultura foi padronizada ao redor de 10⁸ UFC mL⁻¹.

2.4 Determinação da concentração mínima bactericida (CMB) do óleo essencial de alho sobre EHEC

A concentração mínima bactericida do óleo essencial foi determinada empregando-se a técnica de microdiluição em caldo, em placa de poliestireno de 96 cavidades, de acordo com o CLSI, 2015 com adaptações. O óleo essencial foi solubilizado em caldo BHI, adicionado de Tween 80 (0,5%) e utilizado. Foram avaliadas as seguintes concentrações (%): 2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,125; 0,062; 0,03 e 0,015 (v/v). Alíquotas de 150 µL das soluções foram adicionadas nas cavidades e inoculados 10 µL da cultura padronizada. A microplaca foi vedada e incubada a 37 °C/24h. Após esse período, foi realizado o plaqueamento de alíquotas da cultura em TSA e incubado a 37 °C/24h. A concentração mínima bactericida do óleo essencial foi aquela onde, após incubação, não ocorreu crescimento bacteriano em placa. O experimento ocorreu em triplicata e três repetições e foram utilizados dois controles para o composto testado; Controle negativo, contendo BHI acrescido de 0,5% de Tween 80 e óleo essencial e controle positivo, contendo BHI acrescido de 0,5% de Tween 80 e inóculo.

2.5 Adaptação de EHEC ao óleo essencial

As células de EHEC foram expostas a concentrações subletais do óleo essencial de alho. As doses subletais foram determinadas com base na CMB e

equivalentes a CMB/4 e CMB/8 (Lundén *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2018). Em tubos tipo Falcon contendo 36 mL de caldo BHI acrescido de 0,5% de Tween 80 foi adicionado o óleo essencial nas concentrações subletais. Após homogeneização, alíquotas de 4 mL de inóculo padronizado foi adicionado ao meio e os tubos foram incubados a 37 °C/6 h. Após esse período as culturas foram centrifugadas a 5000 xg/5 min e as células recuperadas foram lavadas 3 vezes com solução salina e utilizadas.

2.6 Avaliação da Adaptação de EHEC ao óleo essencial

A avaliação da adaptação foi realizada conforme descrito por Lundén *et al.* (2003) e por Santos *et al.* (2018). As células expostas às concentrações subletais do antimicrobiano foram ressuspensas em caldo BHI e a cultura foi padronizada em 10⁸ UFC/mL para posterior exposição às diferentes concentrações do óleo essencial (CMB/2; CMB; 1,2CMB; 1,4CMB; 1,6CMB; 1,8CMB e 2CMB) ao qual a cultura foi previamente exposta. O ensaio foi realizado em microplacas. As microplacas foram incubadas a 37 °C/24 h. Após esse período, alíquotas de 10 µL foram retiradas dos poços e plaqueadas em TSA pelo método de microgotas e encubadas a 37 °C/24 h.

As células de EHEC foram classificadas como capazes de se adaptarem quando essas cresceram em placas após cultivo em presença do componente em concentrações iguais ou maiores que a CMB. Paralelamente, o mesmo procedimento foi realizado com células de EHEC não expostas a doses subletais, possibilitando a comparação entre células expostas e não expostas quanto à susceptibilidade ao óleo essencial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Determinação da concentração mínima bactericida (CMB) do óleo essencial de alho sobre EHEC

O resultado da determinação da concentração mínima bactericida do óleo essencial de alho sobre EHEC O157:H7-INCQS:00171 está indicado através da Tabela 2.

Tabela 2 - Concentrações de inibição do óleo essencial de alho para EHEC.

Microrganismo	% de Óleo essencial de alho (v/v)							
	2	1	0,5	0,25	0,125	0,062	0,03	0,015
EHEC	-	-	-	+	+	+	+	+

Legenda: (+) Presença de crescimento; (-) Ausência de crescimento.

O resultado da concentração mínima bactericida apresentado na Tabela 2 demonstra a eficiência do óleo essencial de alho sobre EHEC O157:H7-INCQS:00171, visto que este apresentou uma baixa CMB (0,5%). Estudos relatam que o óleo essencial de alho é conhecido pela sua atividade antibacteriana em células planctônicas (Burt, 2004; Oussalah *et al.*, 2007; Bakkali *et al.*, 2008) e, portanto, é uma excelente opção para ser utilizado como conservante alimentar.

3.2 Avaliação da Adaptação de EHEC ao óleo essencial

Os resultados da avaliação da adaptação de EHEC O157:H7-INCQS:00171 ao óleo essencial estão expressos na Tabela 3.

Tabela 3 - Avaliação da adaptação de EHEC ao óleo essencial.

Concentração	Dose subletal 1/4	Dose subletal 1/8	Controle
0,5CMB	+	+	+
CMB	-	+	-
1,2CMB	-	+	-
1,4CMB	-	+	-
1,6CMB	-	+	-
1,8CMB	-	+	-
2CMB	-	+	-

Legenda: (CMB = 0,5%) Concentração Mínima Bactericida; (+) Presença de crescimento; (-) Ausência de crescimento.

A avaliação da adaptação foi realizada pela adição de 1/4 e 1/8 da concentração de óleo essencial de alho obtida no teste de CMB das células de EHEC, sendo estas 0,25 e 0,125 (%). A estirpe EHEC foi considerada capaz de se adaptar ao óleo essencial por crescer em concentrações de até duas vezes o valor da CMB após exposta a concentração subletal (1/8) do óleo. Já as células não expostas às concentrações subletais (controle), não foram capazes de crescer em concentrações variando de CMB a 2CMB, crescendo apenas em 0,5 CMB.

Adaptação microbiana pode ocorrer em ambiente industrial com relativa facilidade devido a prática habitual de diluição de agentes e sanitizantes para fins de maior rendimento econômico, portanto, os manipuladores de alimentos devem possuir um conhecimento maior sobre o potencial de desenvolvimento de tolerância do(s) microrganismo(s) alvo.

4 Conclusão

EHEC apresentou capacidade adaptativa quando exposta à dose subletal (1/8) do óleo essencial de alho, por crescer em concentrações de até duas vezes (1%) o valor da concentração mínima bactericida do óleo essencial (0,5%), concentração que anteriormente era considerada bactericida. Portanto, deve-se respeitar as doses corretas de uso do antimicrobiano.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasília, Brasil), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasília, Brasil) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG, Belo Horizonte, Brasil).

Referências

- ALIZADE, H.; GHANBARPOUR, R.; AFLATOONIAN, M. R. (2014). Molecular study on diarrheagenic *Escherichia coli* pathotypes isolated from under 5 years old children in southeast of Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(1), 813-817.
- BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., IDAOMAR, M. (2008). Biological effects of essential oils: a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(1), 446-475.
- BURT, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. *International Journal of Food Microbiology*, Amsterdam, 94(3), 223-253.
- CLSI. *Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically*; Approved Standard-Tenth Edition. CLSI document M07-A10. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2015.
- HOLT, J. G. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 9. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 787 p. 1994.
- KAPER, J. B.; NATARO, J. P.; MOBBLEY, H. L. T. (2004). Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews*, London, 2(1), 123-140.
- LUNDÉN, J. M.; AUTIO, T.; MARKKULA, A.; HELLSTROM, S.; KORKEALA, H. (2003). Adaptive and cross-adaptive responses of persistent and non-persistent *Listeria monocytogenes* strains to disinfectants. *International Journal of Food Microbiology*, Amsterdam, 82(3), 265-272.
- NAZZARO, F.; FRATIANNI, F.; DE MARTINO, L.; COPPOLA, R. (2013). Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*, Avellino, 6(12), 1451-1474.
- OUSSALAH, M., CAILLET, S., SAUCIER, L., LACROIX, M. (2007). Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control* 18(1), 414-420.
- SANTOS, J. M., GONÇALVES, M. C., MARTINS, H. A., PINELLI, J. J., ISIDORO, S. R., & PICCOLI, R. H. (2018). Homologous and Heterologous Adaptation of *Listeria* spp. to Essential Oils of Condiment Plants. *Advances in Microbiology*, 8(08), 639.
- SOUZA, A. A.; DIAS, N.A.A.; PICCOLI, R.H.; BERTOLUCCI, S.K.V. (2016). Composição química e concentração mínima bactericida de dezesseis óleos essenciais sobre *Escherichia coli* Enterotoxigênica. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, Campinas, 18(1), 105-112.



CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA



Uso do espectrômetro NIR portátil para classificação de tábuas de *Pinus* sp. destinadas a produção de lápis

Costa, F.F.R.¹; Barbosa, A.C.M.C.¹; Hein, P.R.G.¹

¹Departamento de Ciências Florestais/PPGCTM – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

fabio.costa2@estudante.ufla.br, anabarbosa@ufla.br,

paulo.hein@ufla.br

Abstract. The manufacture of high-quality pencils requires the use of wood with homogeneous physical and anatomical properties, ensuring consistent performance throughout its use. Pencils can be produced from boards extracted from different positions within the log, directly influencing the final quality of the product. This study aimed to evaluate the potential of near-infrared (NIR) spectroscopy, combined with multivariate analysis, to distinguish three types of cuts in *Pinus* sp. wood: (1) radial-cut boards, (2) external tangential-cut boards (near the bark), and (3) internal tangential-cut boards (near the pith), with the goal of selecting the most suitable raw material for pencil manufacturing. NIR spectra were obtained at six equidistant points across the width of the samples (190 × 80 × 4 mm), totaling more than 500 initial readings, along with additional measurements taken after model calibration. Partial results from partial least squares discriminant analysis (PLS-DA) of the spectral signatures, based on 13 latent variables, demonstrated a high classification capability, with an average accuracy of 99.81% for radial samples, 99.07% for external tangential samples, and 99.26% for internal tangential samples. The results obtained so far indicate that NIR spectroscopy, combined with machine learning methods, is an effective approach for distinguishing different wood cutting planes, allowing fast and accurate classifications that can significantly contribute to quality control in the pencil production process.

Keywords: Near-infrared, Radial Plane, Tangential Plane, Pencil Quality

Resumo. A fabricação de lápis de alta qualidade requer o uso de madeiras com propriedades físicas e anatômicas homogêneas, garantindo um desempenho uniforme ao longo de sua utilização. Os lápis podem ser produzidos a partir de tábuas extraídas em diferentes posições da tora, influenciando diretamente na qualidade final do produto. Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR), associada à análise multivariada, para distinguir três tipos de corte da madeira de *Pinus* sp.: 1) tábuas com corte radial, 2) tábuas com corte tangencial externo (próximo à casca) e 3) tábuas com corte tangencial interno (próximo à medula), visando à seleção adequada da matéria-prima para a fabricação de lápis. Os espectros NIR foram obtidos em seis pontos equidistantes ao longo da largura das amostras ($190 \times 80 \times 4$ mm), totalizando mais de 500 leituras iniciais, além de medições complementares realizadas após a calibração do modelo. Os resultados parciais da análise discriminante por mínimos quadrados parciais (PLS-DA) das assinaturas espectrais com base em 13 variáveis latentes demonstrou elevada capacidade de classificação, com acurácia média de 99,81% para as amostras radiais, 99,07% para as tangenciais externas e 99,26% para as tangenciais internas. Os resultados obtidos até o momento indicam que a espectroscopia NIR, aliada aos métodos de aprendizado de máquinas, mostra-se uma abordagem eficaz para distinguir diferentes planos de corte da madeira, permitindo classificações rápidas e precisas que podem contribuir significativamente para o controle de qualidade no processo de produção de lápis.

Palavras-chave: Infravermelho próximo, Plano Radial, Plano Tangencial, Qualidade de lápis

1. INTRODUÇÃO

A qualidade dos lápis de madeira produzidos a partir de madeira de *Pinus sp.* depende diretamente da uniformidade das propriedades físicas e mecânicas da madeira utilizada. Estas, por sua vez, são diretamente afetadas pelas variações anatômicas, podendo prejudicar o desempenho do produto final (ex.: tornando-o mais difícil de apontar ou mais suscetível à quebra). Madeiras cortadas no plano radial costumam apresentar maior estabilidade, devido à distribuição mais homogênea de densidade ao longo do comprimento do lápis. Em contrapartida, tábuas obtidas em cortes tangenciais apresentam alternância de lenho inicial e tardio, causando oscilações de densidade que podem comprometer a qualidade do lápis (LOIOLA et al., 2021).

Apesar da relevância de selecionar tábuas adequadas, a classificação nas indústrias de lápis ainda é realizada predominantemente por inspeção visual, baseada na experiência dos trabalhadores, o que torna o processo demorado e altamente subjetivo. Essa limitação pode resultar tanto na utilização de tábuas inadequadas quanto no descarte de madeira que poderia ser aproveitada, aumentando custos e desperdícios (PARK et al., 2021).

A espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) tem se mostrado uma alternativa eficaz para otimizar a classificação, permitindo identificar rapidamente diferenças na estrutura e densidade da madeira de maneira não destrutiva, o que aumenta a precisão na triagem (PARK et al., 2021).

Para transformar os dados obtidos pelos espectros NIR em informações úteis para a classificação, são indispensáveis análises estatísticas multivariadas. Métodos como a análise de componentes principais (PCA) e a análise discriminante por mínimos quadrados parciais (PLS-DA) possibilitam lidar com o grande volume de dados espectrais, reduzindo a dimensionalidade e permitindo construir modelos confiáveis para distinguir categorias de madeira (TUNCER et al., 2021).

O uso de equipamentos portáteis de NIR viabiliza a realização de medições diretamente no local de estocagem ou recebimento das tábuas, agilizando a triagem e reduzindo custos associados ao transporte de amostras para laboratórios (TUNCER et al., 2021). Dessa forma, a integração da espectroscopia NIR com técnicas multivariadas

representa um avanço importante para padronizar a seleção das madeiras destinadas à produção de lápis, contribuindo para maior eficiência e qualidade no processo industrial.

1.1. Objetivo geral

Avaliar o uso da espectrometria no infravermelho próximo (NIR) na classificação dos planos de corte e na estimativa da densidade média da madeira de tábuas de *Pinus sp.* destinadas à fabricação de lápis.

1.2. Objetivo específico

- ❖ Avaliar o potencial da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) na discriminação dos planos radiais e tangenciais da madeira de *Pinus sp.* visando fornecer informações rápidas e não destrutivas para a montagem das peças destinadas à produção de lápis.
- ❖ Desenvolver e validar modelos estatísticos de calibração e classificação a partir dos dados espectrais.
- ❖ Comparar os resultados obtidos por espectroscopia NIR com os dados de referência obtidos por métodos físicos convencionais, avaliando a acurácia e aplicabilidade dos modelos desenvolvidos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Fluxograma experimental

A Figura 1 ilustra o fluxograma preliminar das etapas experimentais do estudo, desde a seleção das amostras até o produto.

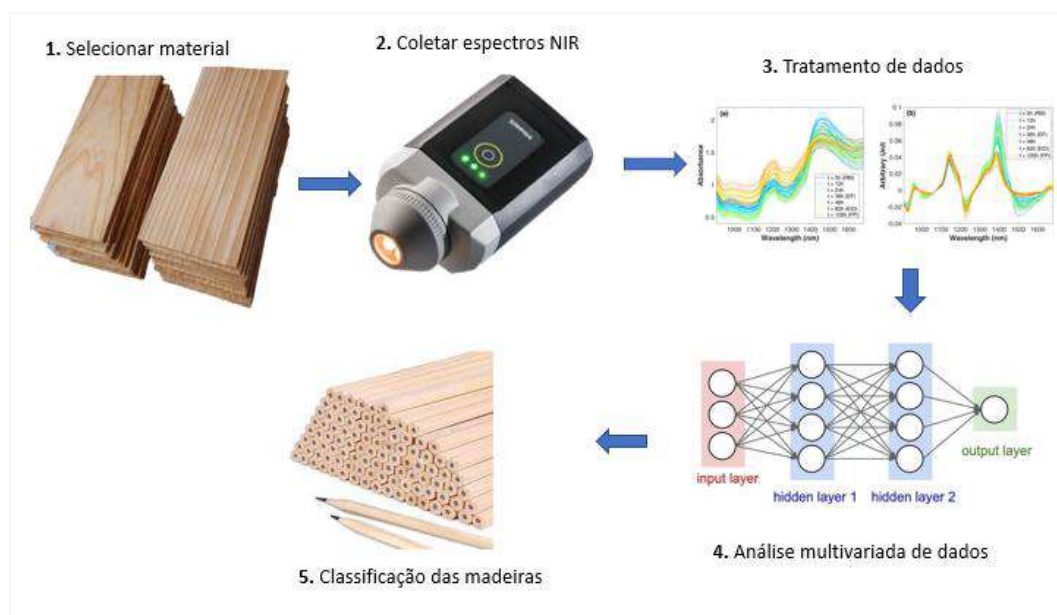


Figura 1 - Fluxograma Experimental

O fluxograma apresentado demonstra as etapas do procedimento experimental conduzido para a classificação de tábuas de madeira de *Pinus sp.* por meio de espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) portátil e análise multivariada.

2.2. Seleção e preparação das amostras

Foram selecionadas 156 tábuas de madeira de *Pinus sp.*, todas com dimensões padronizadas de $190 \times 80 \times 4$ mm, previamente preparadas para aplicação industrial. As amostras foram divididas em dois conjuntos distintos, conforme descrito na imagem 1.

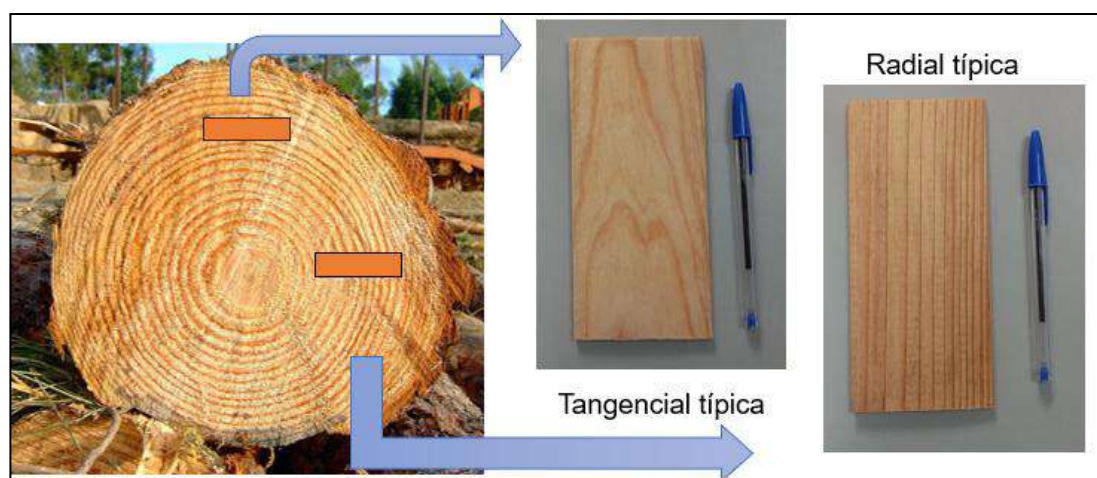


Figura 2 - Aspecto visual das amostras utilizadas.



Figura 3 - Aspecto visual das amostras de *Pinus* sp. e processo de coleta espectral com o equipamento Trinamix Palm NIR

As imagens mostram as tábuas orientadas nos diferentes planos anatômicos da madeira (radial, tangencial externo e tangencial interno), utilizadas para aquisição dos espectros NIR. O equipamento portátil Trinamix foi acoplado a um aplicativo móvel instalado no celular, permitindo a coleta precisa dos dados em cada plano. Essa etapa foi fundamental para o início da pesquisa, garantindo o controle adequado das condições de medição e minimizando o risco de viés nas amostras, o que poderia comprometer a qualidade dos dados e a confiabilidade dos resultados.

2.3. Aquisição espectral com NIR portátil

A coleta espectral foi realizada com o espectrômetro portátil Trinamix que opera na faixa de 950 a 1650 nm. Para cada tábua, os espectros foram coletados em regiões centrais e periféricas, buscando capturar a variabilidade estrutural associada à densidade da madeira.



Figura 4 - Trinamix Palm NIR

Essa escolha dos materiais permitiu observar possíveis variações na resposta espectral entre os planos, o que é importante para análises com NIR. Mesmo que essa seleção tenha sido feita apenas com fins experimentais, esse cuidado se aproxima da forma como a indústria de lápis realiza, na prática, a triagem das tábuas.

Na produção, muitos técnicos ainda fazem essa escolha de maneira visual, baseando-se na experiência para identificar defeitos, nós ou características que possam interferir na qualidade do produto final. Embora esse processo não siga necessariamente um padrão formal, ele funciona como uma forma de controle de qualidade visual adotada por profissionais do setor. Normas como a ABNT NBR 15236 e a NBR 15795 trazem critérios objetivos para essa seleção, como densidade adequada, ausência de nós e uniformidade na textura e na secagem. Essas diretrizes não foram aplicadas diretamente neste trabalho, mas servem como referência para compreender como esse processo ocorre no contexto industrial.

A coleta dos espectros foi realizada com o equipamento Trinamix Palm NIR, conectado a um aplicativo de interface móvel. Esse sistema permitiu obter várias medições em cada plano anatômico, contribuindo para a representatividade dos dados utilizados nas análises posteriores.

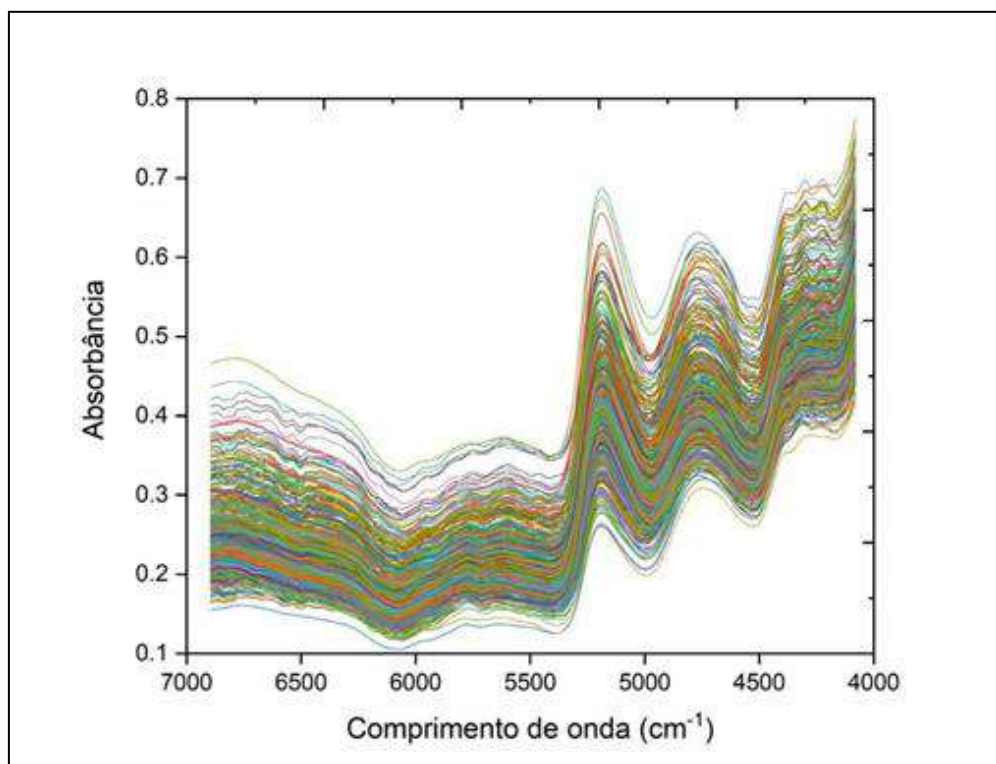


Figura 5 - Assinatura Espectral NIR

O gráfico apresenta assinatura espectral com dados sem tratamento, obtidos nos planos radiais e tangenciais de *Pinus sp.*, com variações em regiões que podem estar associadas aos principais constituintes da madeira. Picos próximos a 7000–6800 cm^{-1} são provavelmente relacionados a estiramentos O–H da celulose e hemicelulose; a região entre 5200–5000 cm^{-1} pode refletir combinações vibracionais de água adsorvida e grupos hidroxila; e faixas entre 4400–4300 cm^{-1} são possivelmente atribuídas a ligações C–H e O–H presentes em lignina e extrativos. Segundo Tsuchikawa e Kobori (2015), essas bandas são sensíveis à composição química e ao teor de umidade da madeira, o que reforça o potencial da espectroscopia NIR portátil para distinguir tábuas em tempo reduzido comparando os métodos utilizados hoje de acordo com a orientação anatômica, mesmo sem pré-tratamentos.

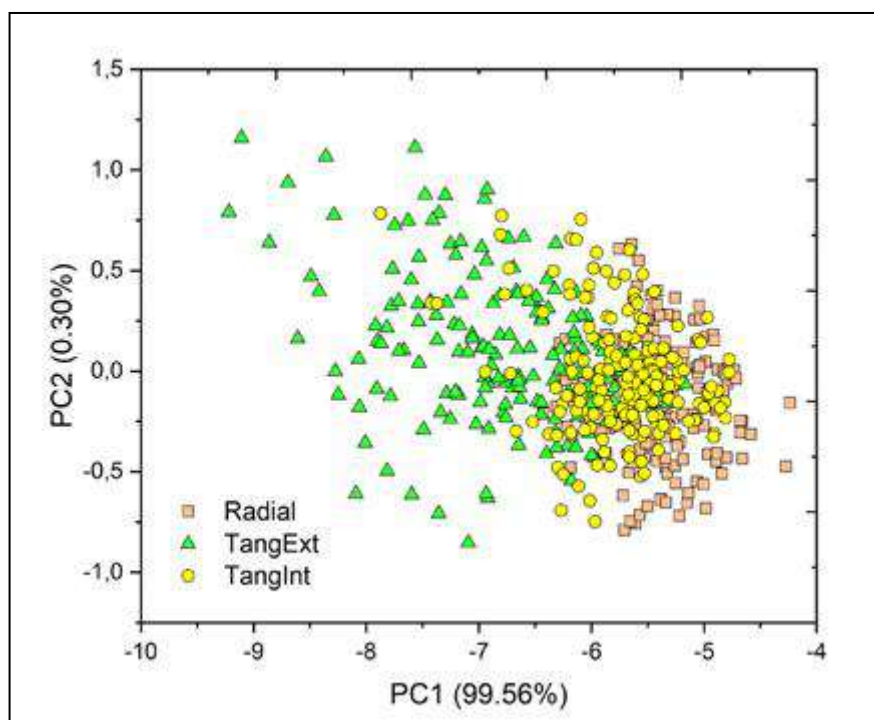


Figura 6 - Gráfico de dispersão (PCA) das amostras de *Pinus sp.*

O gráfico de dispersão da PCA apresenta as amostras de *Pinus sp.* distribuídas conforme seus planos anatômicos, com base nos espectros obtidos sem pré-tratamento. A componente principal 1 (PC1), que concentra 99,56% da variância, está totalmente no eixo negativo, indicando que a diferença entre praticamente todos os grupos está nesse eixo. Já a PC2, com apenas 0,30% da variância, contribui de forma complementar na dispersão vertical. Nota-se que as amostras radiais (quadrados) estão mais agrupadas à direita, enquanto as tangenciais internas (círculos) e externas (triângulos) aparecem mais à esquerda, o que reforça que a orientação anatômica influencia diretamente a assinatura espectral da madeira e pode ser distinguida com boa clareza apenas com a PCA.

3. RESULTADOS PARCIAIS E DISCUSSÃO

3.1. Matrizes de confusão

A Tabela 1 apresenta, respectivamente, as matrizes de confusão obtidas para os conjuntos de calibração e validação cruzada (LOOCV). Os valores da diagonal principal representam acertos de classificação, enquanto os valores fora da diagonal indicam

erros. Observa-se desempenho elevado, com poucos erros de classificação, principalmente concentrados entre as classes tangencial externa e tangencial interna.

Tabela 1 - Matrizes de Confusão da Calibração e Validação Cruzada (LOO-CV) do Modelo PLS-DA para Classificação de Tábuas de *Pinus* sp.

Etapa	Classe	Radial	Tang. Externa	Tang. Interna	Total de Amostras	Acertos	% Acerto
Calibração	Radial	179	1	0	180	179	99,40%
	Tang. Externa	0	172	2	174	172	98,90%
	Tang. Interna	0	2	184	186	184	98,90%
Validação Cruzada (LOO-CV)	Radial	179	1	0	180	179	99,40%
	Tang. Externa	0	170	4	174	170	97,70%
	Tang. Interna	0	2	184	186	184	98,90%

3.2. Desempenho do modelo PLS-DA na calibração

Os resultados obtidos a partir da calibração e validação cruzada com o modelo PLS-DA indicam um desempenho extremamente elevado do sistema preditivo para a classificação de tábuas de madeira de *Pinus* sp. com base nos espectros obtidos pelo espectrômetro portátil NIR.

A Tabela 2 de métricas de desempenho — que inclui medidas como Sensibilidade (SEL), Especificidade (SPE), Precisão (PRE), Acurácia (ACU), F1-Score (F1S) e Coeficiente de Correlação de Matthews (MCC) — reforça a confiabilidade do modelo:

- ❖ Sensibilidade média de 99,07% indica que o modelo é altamente eficaz em identificar corretamente as amostras de cada classe.
- ❖ Especificidade média de 99,54% revela uma capacidade robusta de evitar falsos positivos.

- ❖ Precisão e F1-Score médias superiores a 99% evidenciam equilíbrio entre sensibilidade e valor preditivo positivo.
- ❖ Acurácia média de 99,38% sugere que praticamente todas as amostras foram classificadas corretamente.
- ❖ MCC médio de 0,99 (sendo 1 o valor ideal) demonstra forte correlação entre os valores previstos e os reais, mesmo considerando o equilíbrio entre classes.

As matrizes de confusão da calibração e validação cruzada (LOOCV) confirmam esses resultados. As taxas de erro são mínimas, com apenas 1 a 4 amostras mal classificadas entre as 540 para calibrar e validação — o que representa um índice de erro inferior a 1%.

Tabela 2 - Métricas de Desempenho do Modelo PLS-DA na Calibração LOOCV)

Calibração	Média	Radial	Tang. Externa	Tang. Interna
n	540	180	174	186
TP	178.33	179	172	184
TN	358.33	360	363	352
FP	1.67	0	3	2
FN	1.67	1	2	2
SPE	99.54	100.00	99.18	99.44
SEL	99.07	99.44	98.85	98.92
PRE	99.07	100.00	98.29	98.92
ACU	99.38	99.81	99.07	99.26
F1S	0.99	1.00	0.99	0.99
MCC	0.99	1.00	0.98	0.98

Legenda: *n* – número de amostras; *TP* – verdadeiros positivos (*True Positives*); *TN* – verdadeiros negativos (*True Negatives*); *FP* – falsos positivos (*False Positives*); *FN* – falsos negativos (*False Negatives*); *SPE* – especificidade (*Specificity*); *SEL* – sensibilidade (*Sensitivity*); *PRE* – precisão (*Precision*); *ACU* – acurácia (*Accuracy*); *F1S* – F1-Score (média harmônica entre precisão e sensibilidade); *MCC* – coeficiente de correlação de Matthews (*Matthews Correlation Coefficient*).

3.3. Desempenho do modelo PLS-DA na validação cruzada (LOO-CV)

A Tabela 3, referente à validação cruzada Leave-One-Out (LOO-CV) reforça a robustez do modelo PLS-DA, ainda que com uma leve redução nos indicadores em comparação à calibração. A acurácia média permanece elevada (99,14%), com sensibilidade (98,69%) e especificidade (99,35%) igualmente altas, evidenciando a capacidade do modelo em distinguir com precisão entre as três classes de tábuas de madeira de *Pinus sp.*.

Embora pequenas variações nos valores de falsos positivos e falsos negativos tenham ocorrido (com até 4 erros por classe), os índices de precisão (98,71%) e F1-Score (0,99) demonstram que o modelo mantém excelente desempenho mesmo sob validação mais rigorosa.

O coeficiente de correlação de Matthews (MCC = 0,98) confirma a consistência da classificação, apontando para a viabilidade do uso da espectroscopia NIR associada ao PLS-DA na diferenciação de planos radiais e tangenciais na indústria de lápis.

Tabela 3 - Desempenho do Modelo PLS-DA na Validação Cruzada (LOO-CV) com Dados NIR de *Pinus sp.*

Validação Cruzada	Média	Radial	Tang. Externa	Tang. Interna
n	540	180	174	186
TP	177.67	179	170	184
TN	357.67	360	363	350
FP	2.33	0	3	4
FN	2.33	1	4	2
SPE	99.35	100.00	99.18	98.87
SEL	98.69	99.44	97.70	98.92
PRE	98.71	100.00	98.27	97.87
ACU	99.14	99.81	98.70	98.89
FIS	0.99	1.00	0.98	0.98
MCC	0.98	1.00	0.97	0.98

Legenda: n – número de amostras; TP – verdadeiros positivos (*True Positives*); TN – verdadeiros negativos (*True Negatives*); FP – falsos positivos (*False Positives*); FN – falsos negativos (*False Negatives*); SPE – especificidade (*Specificity*); SEL – sensibilidade (*Sensitivity*); PRE – precisão (*Precision*); ACU – acurácia (*Accuracy*); FIS – F1-Score (média harmônica entre precisão e sensibilidade); MCC – coeficiente de correlação de Matthews (*Matthews Correlation Coefficient*).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em todo o experimento realizado, os resultados preliminares obtidos demonstram a viabilidade do uso da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) para a separação de tábuas de madeira de *Pinus sp.* segundo os diferentes planos ortogonais, com elevada robustez e precisão. Nesse sentido, propõe-se a realização de uma análise complementar ao presente estudo, com o objetivo de investigar se a densidade da madeira exerce influência significativa sobre os espectros obtidos, bem como avaliar se essa variável pode alterar a capacidade discriminante do modelo preditivo. Pretende-se verificar se é possível diferenciar, prever e classificar as tábuas com base na densidade, alcançando níveis de desempenho comparáveis aos observados na calibração e validação cruzada já efetuadas. Tal análise permitirá aprofundar a compreensão sobre a interação entre a densidade da madeira e a resposta espectral no NIR, além de expandir o potencial de aplicação da técnica para o controle de qualidade e otimização de processos na indústria madeireira.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (**CAPES**), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (**CNPq**) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (**FAPEMIG**). Agradecem também à Universidade Federal de Lavras (**UFLA**) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira (**PPGCTM**) pelo suporte institucional e pela infraestrutura disponibilizada para a realização deste estudo.

6. REFERÊNCIAS

- Amaral, E. A., Baliza, L. F., Hein, P. R. G., & Vidaurre, G. B. (2021). *Evaluating basic density calibrations based on NIR spectra of Cryptomeria japonica wood*. New Zealand Journal of Forestry Science, 51(1), 1–12.
- Arrad Sofianto, I., Lee, S. H., and Kim, N. H. (2024). *Application of near-infrared spectroscopy for predicting the wood density of teakwood stands by increment cores and thin wood surface sampling*. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 32(1), 1–10. <https://doi.org/10.1177/20426445241230424>
- Baliza, L. F., Amaral, E. A., Hein, P. R. G., and Lima, J. T. (2023). *Evaluation of the spatial variation in moisture content inside wood pieces during drying by NIR spectroscopy*. Holzforschung, 77(2), 95–105.
- Hein, P. R. G., Lima, J. T., and Chaix, G. (2009). *Near infrared spectroscopy for estimating wood basic density in Eucalyptus urophylla and Eucalyptus grandis*. Cerne, 15(2), 133–141.
- Hein, P. R. G., and Lima, J. T. (2010). *Robustness of models based on near infrared spectra to predict the basic density in Eucalyptus urophylla wood*. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 17(3), 141–150. <https://doi.org/10.1255/jnirs.833>
- Hein, P. R. G., Lima, J. T., and Chaix, G. (2010). *Otimização de calibrações baseadas em espectroscopia no infravermelho próximo para estimativa de propriedades da madeira de Eucalyptus*. Floresta, 40(3), 491–500.
- Li, Y., Zhang, W., and Xu, L. (2021). *Spectrometric prediction of wood basic density by comparison of different grain-angle effects using NIR spectra*. Plant Methods, 17(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13007-021-00739-0>
- Loiola, P. L., Klitzke, R. J., Rocha, M. P., and Vidaurre, G. B. (2021). *Propriedades físicas da madeira Pinus caribaea var. caribaea, Pinus caribaea var. hondurensis e Pinus oocarpa para produção de lápis*. Floresta, 51(2), 354–362. <https://doi.org/10.5380/rf.v51i2.73176>
- Mancini, L. T., Hein, P. R. G., and Lima, J. T. (2021). *Estimation of total extractive content of wood from planted and native forests by near infrared spectroscopy*. iForest – Biogeosciences and Forestry, 14, 451–458. <https://doi.org/10.3832/ifor3472-013>
- Medeiros, D. T., Amaral, E. A., and Hein, P. R. G. (2023). *Prediction of the basic density of tropical woods by near-infrared spectroscopy*. Cerne, 29(4), 1–9.
- Mesquita Pimenta, E., Mancini, L. T., and Hein, P. R. G. (2024). *Validation of models using near-infrared spectroscopy to estimate wood basic density and extractive and lignin contents of Eucalyptus*. iForest – Biogeosciences and Forestry, 17(6), 338–345. <https://doi.org/10.3832/ifor4516-017>
- Park, S. Y., Kim, N. H., Choi, J. Y., and Kim, N. H. (2021). *Classification of softwoods using wood extract information and near-infrared spectroscopy*. BioResources, 16(3), 5301–5312.
- Rosso, S., Lima, J. T., and Hein, P. R. G. (2013). *Estimate of the density of Eucalyptus grandis using near infrared spectroscopy*. Cerne, 19(2), 223–230.

- Sandak, J., Sandak, A., and Meder, R. (2016). *Assessing trees, wood and derived products with near-infrared spectroscopy: hints and tips*. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 24(6), 485–505. <https://doi.org/10.1255/jnirs.1255>
- Tsuchikawa, S., and Kobori, H. (2015). *A review of recent application of near infrared spectroscopy to wood science and technology*. *Journal of Wood Science*, 61, 213–220. <https://doi.org/10.1007/s10086-015-1467-x>
- Tuncer, M., Usta, M., Yilmaz, T., and Akgün, E. (2021). *Effect of wood surface finish on wood species classification using spectral reflectance*. *BioResources*, 16(4), 7643–7657.
- Viana, L. C., Mendes, L. M., and Lima, J. T. (2010). *Modelos de calibração e a espectroscopia no infravermelho próximo para previsão de propriedades da madeira em clones de Eucalyptus*. *Ciência Florestal*, 20(3), 521–533. <https://doi.org/10.5902/198050982433>

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE CARBONIZAÇÃO HIDROTÉRMICA NO APRIMORAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DO BIO-ÓLEO DA BIOMASSA DE CASCA DE ARROZ

Pedro Venancio Wate¹ Alisson Lara do Carvalho¹; Tiago José Pires de Oliveira²

¹ Universidade Federal Lavras, ¹Departamento de Ciências Florestais/PPCTM - UFLA

² Universidade Federal Lavras - ²Departamento de Engenharia Química - UFLA

pedrowate@yahoo.com.br pedro.wate@estudante.ufla.com.br

Resumo: A carbonização hidrotérmica (CHT) é uma tecnologia promissora para a conversão de biomassa lignocelulósica em biocombustíveis de maior valor energético. Esta pesquisa visa avaliar o efeito da CHT em diferentes temperaturas (180 °C, 200 °C, e 220 °C) na composição química e no poder calorífico superior (PCS) da casca de arroz, analisou-se espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), para investigar alterações estruturais e funcionais na biomassa na tentativa de otimizar suas características energéticas para a produção de bio-óleo. Os resultados mostraram que o aumento da temperatura de CHT levou a modificação significativa na composição da biomassa, redução progressiva no teor de holocelulose (de 49,02% na biomassa não tratada para 39,17% a uma temperatura de 220 °C) e um ligeiro incremento no teor da lignina (de 34,89% na biomassa não tratada para 49,77% a 220 °C). Além disso, o carbono fixo aumentou com a temperatura, passando de 16,35% na biomassa não tratada para 19,79% a uma temperatura de 220 °C. O PCS aumentou de 17,22MJ/kg da biomassa não tratada para 18,67 MJ/kg a 220 °C, evidenciando um enriquecimento energético. Entretanto, a taxa de rendimento (R%) da biomassa carbonizada diminui de 100% para 63,27%, indicando perdas de massa devido à remoção seletiva de frações mais reativas da biomassa, como hemiceluloses e parte da celulose, resultando em hidrochar mais aromáticos, menos oxigenados e potencialmente mais estáveis, características desejáveis para aplicações em bioenergia. Os resultados do estudo indicam que temperaturas mais elevadas promovem uma biomassa carbonizada mais rica em carbono e com maior poder calorífico, tornando-a mais atrativa para aplicações energéticas. No entanto, a redução do rendimento gravimétrico da carbonização hidrotérmica em função da temperatura deve ser considerada na otimização das condições do processo.

Palavras-chaves: Biomassa; Carbonização Hidrotérmica; Bio-óleo; Energia; Sustentabilidade

Avaliação da variação espacial e temporal das contrações e da umidade da madeira durante a secagem de tábuas de *Pinus* por análise de imagens e espectroscopia no NIR

Jerry Brumaire¹, Paulo Fernando Trugilho¹, Paulo Ricardo Gherardi Hein¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

Jerry.brumaire@estudante.ufla.br, trugilho@ufla.br, paulo.hein@ufla.br

Palavras-chave: Instabilidade dimensional, modelagem, imagens de alta resolução

Tábuas de pinus utilizadas na fabricação de lápis apresentam variações nas propriedades físicas, que são observadas durante a secagem. Tais variações afetam a instabilidade dimensional do material e, por consequência, a qualidade do produto final. Nesse contexto, esta pesquisa tem por objetivo desenvolver métodos não destrutivos que permitam monitorar em tempo real as variações espaço-temporais da umidade e da retração da madeira de pinus, por meio da espectroscopia NIR (infravermelho próximo) e da análise de imagens, com o intuito de otimizar a qualidade da matéria-prima. Para isso, será estabelecido um modelo de calibração com base em 216 corpos de prova, cortados em diferentes posições anatômicas de tábuas padrão (30 × 20 × 4 mm) utilizadas nas indústrias de fabricação de lápis. As assinaturas espectrais NIR serão inicialmente medidas na umidade de equilíbrio. Em seguida, após a saturação, serão realizadas medições adicionais dos espectros NIR e do teor de água a cada perda de 10% da massa de água, até atingir o estado anidro. Assim, esses dados permitirão correlacionar a umidade com os espectros obtidos e construir modelos preditivos. Além disso, para validar a precisão e a robustez do modelo, serão utilizadas seis tábuas de controle com características semelhantes. Conforme o mesmo método de calibração, as tábuas serão hidratadas e secas, e os dados obtidos permitirão confirmar a robustez dos modelos. Complementarmente, imagens de alta resolução de cada tábua serão adquiridas, permitindo a análise da instabilidade dimensional relacionada à perda progressiva de umidade. Todos os dados espectrais serão tratados com modelos estatísticos apropriados (ACP, PLS-R, PCA), enquanto as imagens serão analisadas por meio de softwares especializados, como o Image-J. Ao final deste trabalho, modelos preditivos confiáveis permitirão estimar em tempo real o teor de umidade da madeira de pinus durante a secagem. Além disso, será proposta uma metodologia não destrutiva para acompanhar a instabilidade dimensional, acompanhada de mapa 2D ilustrando a distribuição espacial da umidade e as amplitudes de retração. Por fim, esta pesquisa apresenta forte potencial de aplicação industrial, pois contribui para o controle rigoroso do processo de secagem da madeira na fabricação de lápis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Lignina de bagaço de cana-de-açúcar como aditivo fotoprotetor na formulação de vernizes

Jeymmy Rayena Alves Oliveira¹, Mariane Silva¹, Maria Lúcia Bianchi²

¹Departamento de Ciência Florestais /PPGCTM – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Química/DQI– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jeymmyoliveira018@gmail.com, marianesilvawork@gmail.com,
bianchi@ufla.br

Palavras-chave: Proteção UV; resíduo agroindustrial; revestimentos; E2G.

A demanda por materiais sustentáveis tem fomentado o desenvolvimento de alternativas naturais aos aditivos sintéticos presentes em formulações de vernizes para madeira com proteção ultravioleta (UV). Geralmente esses aditivos são derivados do petróleo e contêm compostos tóxicos, prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Uma opção seria o uso da lignina, composto polifenólico abundante, coproduto da indústria de papel e celulose e, mais recentemente, da produção de etanol de segunda geração (E2G). Esse polímero natural destaca-se por sua capacidade de absorção da radiação ultravioleta (UV), além de propriedades antimicrobianas e antioxidantes. Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial da lignina do bagaço e cana-de-açúcar, proveniente do resíduo da produção de E2G, como aditivo natural e de fonte renovável, em formulações de vernizes com propriedades fotoprotetoras. A lignina será extraída do resíduo do E2G e, em seguida, serão preparadas as nanopartículas de lignina pelo método *bottom-up*. Ambas as formas, original e nanopartículas, serão incorporadas a uma base de verniz comercial sem aditivos. Serão preparadas formulações contendo: verniz comercial sem aditivos UV, verniz com aditivos sintéticos comerciais, verniz com lignina original e vernizes com nanopartículas de lignina em diferentes concentrações. A lignina original e as nanopartículas de lignina serão caracterizadas utilizando-se técnicas como: Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR), Espalhamento Dinâmico de Luz (DLS) e Potencial Zeta (ζ), Análise Termogravimétrica (TGA e DTG), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). As propriedades ópticas e de cor dos revestimentos serão determinadas por Espectroscopia na Região do UV-Visível e colorimetria, visando avaliar a eficácia da lignina como filtro UV. Espera-se que os revestimentos contendo nanopartículas de lignina apresentem desempenho superior na proteção contra a degradação induzida pela radiação UV, mantendo simultaneamente a transparência e a estabilidade térmica do sistema.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES.

Marcas causadas por tensões compressivas na parede de fibras de teca

Fernando Alberto Jimenez Duarte¹, José Tarcísio Lima¹, José Reinaldo Moreira da Silva¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ferjimenez1020@gmail.com, jtlima@ufla.br, jreinaldo@ufla.br

Esforços mecânicos aplicados à madeira originam marcas na parede das fibras. Essas marcas podem ser originadas em *slip planes* que evoluem para falhas de compressão, ou podem ser falhas de cisalhamento. A identificação dessas ocorrências é importante para a compreensão da dinâmica de ruptura. Além disso, alguns tipos de marcas podem estar associados à orientação das microfibrilas de celulose na parede celular. Não obstante, existe escasso conhecimento sobre sua disposição e inter-relações. Nesse contexto, objetivou-se investigar a ocorrência das marcas causadas por esforços compressivos presentes na parede de fibras de amostras de madeiras de *Tectona grandis*. Foram utilizados três corpos de prova, cortados das regiões radiais externa, intermediária e central da base de uma árvore. Os corpos de prova foram testados sob compressão axial. Na região onde foram visualizadas falhas de compressão, foram retirados palitos para serem macerados quimicamente até a total individualização das fibras, seguindo-se lavagem com água deionizada. Posteriormente, foram inspecionadas 15 fibras de cada região radial amostrada, por meio de microscopia de luz polarizada. Foram observadas marcas em espiral Z e em espiral S nas fibras das três regiões radiais do tronco. As marcas em espiral Z de baixo ângulo nas fibras apresentaram ângulos médios de 15,6°, 18,5° e 23,3°, respectivamente. As marcas de elevado ângulo em espiral Z, apresentaram ângulos de 72,5°, 73,4° e 78,8°. As marcas em espiral S, apresentaram ângulos de 52,4°, 50,1° e 42,6°. Verificou-se tendência de diminuição dos ângulos das marcas em espiral Z no sentido medula-casca de amostragem e, em contraste, incremento nos ângulos das marcas em espiral S. Presumimos que as marcas de baixo ângulo em espiral Z e as marcas em espiral S, poderiam ser resultantes de cisalhamentos entre microfibrilas de celulose com origem dentro de camadas específicas da parede celular. No que refere-se as marcas de elevado ângulo em espiral Z, é possível que sejam associadas ao ângulo de *slip planes*. Os resultados deste trabalho evidenciam potencial para o desenvolvimento de estudo mais aprofundado sobre o tema.

Palavras-chave: *Slip planes*; Microscopia de luz polarizada; Parede celular.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro ao Programa Presidencial de Becas Honduras 2020 e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Assim como a doação do material de análises à Empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA S.A.).

Caracterização físico-química do biochar de caroço de açaí produzido em sistema fornos-fornalha: propriedades energéticas e potencial metalúrgico

Alisso L. Carvalho¹, Anísio José da Silva Júnior³, Thiago de Paula Protásio¹, Tiago J. P. Oliveira²

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Química e Materiais/DQM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

³INOVI Tecnologia e Meio Ambiente
Empresa– Abaetetuba, PA – Brasil

alisson.carvalho1@estudante.ufla.br, anisiojr@inovitm.com.br;
thiagoprotasio@ufla.br, tiago.pires@ufla.br

Palavras-chave: biocarbono, bioredutor, resíduos agrícola, economia circular.

A valorização termoquímica de resíduos agroindustriais representa uma estratégia promissora para diversificação da matriz energética e redução da dependência de redutores fósseis. Neste estudo, avaliou-se o biochar de caroço de açaí produzido em sistema fornos-fornalha, com foco em suas propriedades energéticas e potencial de aplicação metalúrgica. Os biochars apresentaram teores de carbono fixo entre 80,4% e 83,3% base massa seca (bms), baixos teores de voláteis (13–15% bms) e cinzas inferiores a 5% bms. O poder calorífico superior atingiu 32,02 MJ/kg, superando valores reportados na literatura para babaçu (28,84 MJ/kg), casca de café (26,9 MJ/kg) e madeira de eucalipto (31,3 MJ/kg). A densidade a granel foi 480 kg/m³ e a densidade aparente unitária 785 kg/m³, indicando vantagens logísticas para armazenamento e transporte, além de favorecer processos metalúrgicos que necessitem de fontes de carbono com alta densidade como o carvão de silício. Em termos de qualidade, o biochar apresentou desempenho comparável ao coque de petróleo, consolidando-se como alternativa viável para uso como biocombustível sólido de alta densidade energética e como biorredutor em processos industriais. Esses resultados reforçam o potencial do caroço de açaí como matéria-prima estratégica para aplicações energéticas e metalúrgicas, alinhada a diretrizes de descarbonização e economia circular.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização do óleo essencial das cascas de *Vismia cayannensis*

Alana Assunção da Silva¹, Mário Sérgio Lorenço², Luiz Eduardo de Lima Melo³,
Fábio Akira Mori¹

¹Departamento de Ciência Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Instituto de Ciência, Tecnologia e Inovação – Campus Paraíso-37950-000, São
Sebastião do Paraíso, MG-Brasil

³Departamento de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade do Estado do Pará -
Campus VIII - 68503-120, Marabá, PA-Brasil

alana.silva@estudante.ufla.br, mariolorenco@ufla.br, luizmelo@uepa.br,
morif@ufla.br

Palavras-chave: Hypericaceae, compostos naturais, terpenos.

Vismia cayannensis (Jacq.) Pers. (Hypericaceae) popularmente conhecida como “lacre”, é uma árvore utilizada por comunidades tradicionais, no tratamento de feridas cutâneas. Estudos prévios indicam que o óleo essencial de algumas espécies de *Vismia* possui atividade frente a bactérias gram-positivas e gram-negativas causadoras de infecção em humanos. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo investigar, pela primeira vez, a composição química do óleo essencial de *V. cayannensis*, a fim de subsidiar aplicações futuras. O óleo essencial das cascas de *V. cayannensis* foi extraído por hidrodestilação, caracterizado e quantificado quimicamente por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG/MS) e Cromatografia Gasosa acoplada ao Detector de Ionização de Chamas (CG/FID). Os componentes majoritários foram α -Pino (31,97%), α -Terpineol (29,44%), descritos na literatura por apresentarem atividades biológicas, como ação antibacteriana, antifúngica, anti-inflamatória, antioxidante, inseticida, além de efeitos sedativos e anticonvulsivantes. Estes resultados evidenciam o potencial biológico do óleo essencial de *V. cayannensis* e amplia o conhecimento sobre a espécie indicando perspectivas promissoras para futuros estudos farmacológicos e aplicações terapêuticas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Influência da espécie e da temperatura de carbonização nas propriedades físico-químicas de biochar de resíduos lenhosos da Amazônia

Patrícia Leonídia Dos Santos¹, Elvis Vieira dos Santos¹, Genilson Maia Corrêa¹, Larissa Gonçalves Moraes¹, Valdenia Medeiros de Araújo¹, Paulo Fernando Trugilho¹, Thiago de Paula Protásio¹

¹Departamento de Ciências Florestais– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

patricia.santos11@estudante.ufla.br, elvis.santos1@estudante.ufla.br, genilsonmaia2@gmail.com, larissa.moraes@estudante.ufla.br, valdenia.araujo1@estudante.ufla.br, trugilho@ufla.br, thiagoprotasio@ufla.br

Palavras-chave: Resíduos; Caracterização; Sustentabilidade.

O uso de biochar proveniente da carbonização de biomassa tem se destacado pelos benefícios ao solo. A análise de suas propriedades e dos fatores que o influenciam, são importantes para garantir resultados ideais em aplicações agrícolas. Neste sentido, o objetivo desse estudo foi analisar os efeitos da temperatura final de carbonização e espécie nas propriedades físico-químicas do biochar obtido de resíduos lenhosos da Amazônia. Os coprodutos foram coletados de galhos de seis espécies madeiras: *Dinizia excelsa*, *Manilkara elata*, *Caryocar villosum*, *Couratari oblongifolia*, *Anacardium giganteum* e *Parkia gigantocarpa*. A carbonização foi realizada em escala de laboratório, nas temperaturas finais de 400, 500, 600 e 700 °C. Foram analisados o pH e condutividade elétrica das amostras de carvão vegetal. Para a condutividade elétrica foram observadas tendências de aumento com o acréscimo da temperatura, especialmente para *A. giganteum* e *P. gigantocarpa*. A condutividade elétrica variou de 80,8 a 204,07 µS/cm (400°C) e de 79,83 a 278,8 µS/cm na temperatura de 500°C. Para a temperatura de 600°C (87,63 - 437,53 µS/cm) e 700°C (95,3 - 411,6 µS/cm) também foram reportadas variações importantes. O pH variou de 8,22 (400°C) a 10,42 (700°C). As diferentes matérias-primas e temperaturas influenciaram as propriedades do biochar, indicando seu potencial para variadas aplicações agrícolas e ambientais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.

Review: Potencial do uso da densitometria de raios-X para estimar estoques de carbono em árvores tropicais

Larissa Gonçalves Moraes 1¹, Genilson Maia Corrêa 2¹,
Patrícia Leonídia dos Santos 3¹, Elvis Vieira dos Santos 4¹, Thiago de Paula
Protásio 5¹

¹ Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de
Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, CEP – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

larissa.moraes@estudante.ufla.br¹, genilson.correa@estudante.ufla.br²,
patricia.santos11@estudante.ufla.br³, elvis.santos1@estudante.ufla.br⁴,
thiago.protasio@ufla.br⁵

Palavras-chave: Modelagem florestal, Equações alométricas, Métodos não destrutivos, Modelagem florestal.

A densitometria por raios-X tem se destacado como uma técnica promissora para estudos de crescimento e estimativa de carbono em florestas tropicais. O método permite medir a variação da densidade da madeira ao longo do raio do tronco, gerando séries anuais associadas aos anéis de crescimento. Quando esses dados são combinados com informações de incremento radial e equações alométricas, torna-se possível estimar o acúmulo de biomassa e carbono de forma mais detalhada do que quando se utilizam apenas valores médios de densidade. Modelos alométricos pantropicais já demonstraram que a inclusão da densidade da madeira melhora significativamente a acurácia das estimativas de biomassa. Estudos recentes indicam que equações que incorporam densidade e altura alcançam coeficientes de determinação elevados ($R^2 \approx 0,96$ em florestas secundárias), superando modelos simplificados. Além disso, pesquisas que avaliaram a variação radial da densidade revelaram que o uso de valores médios pode levar a subestimações entre 5 e 8% da biomassa acima do solo. A utilização de perfis densitométricos corrige esse viés, oferecendo uma visão mais realista do acúmulo de carbono ao longo da vida da árvore. Nesse contexto, destaca-se o potencial da técnica para estudos em plantações homogêneas de espécies nativas na Amazônia, como *Tachigali vulgaris*. Nessas áreas, a densitometria pode reduzir incertezas na estimativa de estoques de carbono, além de fornecer informações sobre a dinâmica de crescimento e a qualidade da madeira, contribuindo para pesquisas aplicadas ao manejo sustentável e à produção energética. Apesar de desafios operacionais e de calibração, a técnica representa um avanço importante para integrar dendrocronologia e modelagem de biomassa em ambientes tropicais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Taxa de resfriamento do sistema de carbonização Fornos-Fornalha para produção de carvão vegetal a partir de resíduos do manejo florestal na Amazônia

Elvis Vieira dos Santos¹, Samara Teixeira da Silva², Irinaldo França Pimentel da Silva³, Michael Douglas Roque Lima⁴, Murilo Emanuel Queiroz de Oliveira², Patrícia Leonídia dos Santos¹, Iago Lopes Sereno¹, Larissa Gonçalves Moraes¹, Valdenia Medeiros de Araújo¹, Genilson Maia Corrêa¹, Maria Kely Alves Gomes da Silva¹, Paulo Fernando Trugilho¹, Thiago de Paula Protásio¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia florestal – Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) 66077-530 – Belém, PA – Brasil

³Curso de Engenharia florestal – Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) 68515-000 – Parauapebas, PA – Brasil

⁴Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) 65901-480 – Imperatriz, MA – Brasil

elvis.santos1@estudante.ufla.br, samarats.133@gmail.com, iago.sereno@estudante.ufla.br, genilson.correa@estudante.ufla.br, valdenia.araujo@estudante.ufla.br, patricia.santos11@estudante.ufla.br, larissa.moraes@estudante.ufla.br, maria.silva105@estudante.ufla.br, trugilho@ufla.br, thiagoprotasio@ufla.br, muriloqueiroz08@gmail.com, lima_florestal@outlook.com, irinaldofranca16@gmail.com

Palavras-chave: Ciclo de carbonização; Sustentabilidade; biorredutor

Os resíduos lenhosos do manejo florestal na Amazônia são alternativas renováveis para o fornecimento de energia para as indústrias da região. Este material pode ser convertido em carvão vegetal, importante redutor para a indústria siderúrgica brasileira. Aspectos tecnológicos como o tempo de carbonização e resfriamento do forno afetam a produção mensal da carvoaria. O resfriamento deve ser realizado de maneira adequada, evitando incêndios na abertura do forno. Este estudo teve o objetivo de avaliar a taxa de resfriamento do sistema fornos-fornalha na região amazônica. O estudo foi realizado na região sudeste do Pará, entre os meses de setembro e novembro de 2024. Para produção do carvão vegetal, os resíduos do manejo florestal foram segregados em madeira de baixa (MB) e alta densidade (MA). Para alocação no forno, os resíduos do manejo (galhos e troncos degradados) foram seccionados em toretes de cerca de 35 cm de comprimento. O diâmetro destes materiais variou entre 60 e 30 cm. Foi feita uma carbonização para cada classe de densidade. A temperatura na fase de resfriamento foi avaliada a partir de termopares inseridos no forno em diferentes posições. A massa de carvão produzida no forno MB foi de 960 kg. No forno MA foram produzidos 2032 kg de carvão vegetal. O resfriamento foi avaliado até temperaturas abaixo de 50°C. O tempo de resfriamento variou entre 87 horas e 90 horas para o forno com madeira de baixa densidade e alta densidade, respectivamente. A taxa de resfriamento dos fornos foi de 3,70°C/h para os fornos de madeira de alta densidade e 3,48°C/h para os fornos com madeira de baixa densidade. Observou-se tendência exponencial no resfriamento do forno ($y = 2328.9e^{-0.019x}$), com taxas maiores de perda de temperatura até cerca de 130°C. Até essa temperatura a taxa média foi de cerca de 10,29°C/h, variando entre 9,03°C/h (MA) e 11,55°C/h (MB). Entre 130°C e 50°C, a taxa de resfriamento foi de 1,17°C/h (MA) e 0,97°C/h (MB). A massa de carvão vegetal contida parece não afetar significativamente o resfriamento, independentemente da matéria-prima de origem.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq (processos 406053/2022-7 e 350017/2023-9), Grupo Keilla, UFLA e UFRA.

Caracterização química de fibras de Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) tratadas com hidróxido de sódio para aplicação em compósitos cimentícios

Lúcia Maria Joaquim Assane¹, Lorrان de Sousa Arantes², Lourival Marin Mendes³

Departamento de Ciencias Florestais/ DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

lucia.assane1@estudante.ufla.br,
Lorran.arantes@ufla.br, Lourival@ufla.br

Palavras-chave: *Jerivá*, Caracterização química, Tratamento com NaOH.

O uso de fibras vegetais em compósitos à base de cimento tem recebido crescente atenção devido ao potencial de melhorar propriedades mecânicas, reduzir impactos ambientais e aumentar a durabilidade dos materiais, destacando-se o Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), ainda pouco explorado. O objetivo é caracterizar a composição química das fibras de *Jerivá* in natura e após o tratamento alcalino com hidróxido de sódio (NaOH), avaliando a adequação do material para uso em compósitos cimentícios. As fibras foram submetidas a tratamento químico com solução de NaOH, seguido de análises laboratoriais para quantificação de extrativos, lignina e holocelulose. Observou-se redução expressiva no teor de extrativos (de 15,31% para 3,19%), o que favorece maior interação da fibra com a matriz cimentícia. A holocelulose também apresentou queda significativa (de 75,91% para 52,45%), indicando menor susceptibilidade à degradação em meio alcalino. Além disso, verificou-se redução no teor de lignina (de 10,23% para 6,4%), o que implica menor presença de componentes hidrofóbicos, possibilitando melhor adesão fibra-matriz. O tratamento alcalino promoveu alterações químicas relevantes, tornando as fibras de *Jerivá* mais adequadas para aplicação em compósitos cimentícios, representando uma alternativa promissora para o desenvolvimento de materiais mais duráveis, sustentáveis e de maior desempenho.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Efeito da ordem do processamento mecânico e da termodensificação na qualidade da superfície da madeira de Teca de curta rotação

Mariane Silva¹, Jorge Artur Santos², Anna Carolina de Almeida Andrade², Alfredo Aguilera León³, José Reinaldo Moreira da Silva¹

¹Departamento de Ciência Florestais/PPGCTM – Universidade Federal de Lavra (UFLA)

CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Sergipe (UFS)

CEP 49107-230 – São Cristóvão, SE – Brasil

³Instituto de Florestas e Sociedad – Universidade Austral do Chile (UACH) – Valdivia,

LR – Chile

marianesilvawork@gmail.com, jorgearturwork@gmail.com,
carol_bertges@hotmail.com, aguilera@uach.cl, jreinaldo@ufla.br

Palavras-chave: Mobiliário, produtos de maior valor agregado, rugosidade.

A madeira advinda de plantios de curta rotação, possui qualidade superficial inferior quando comparada à madeira de plantios duradouros. Esse fato representa um desafio para a indústria, pois resulta em peças com pior acabamento limitando sua aplicação em produtos de maior valor agregado. Os benefícios do processamento mecânico e da termodensificação controlados são conhecidos nas melhorias das propriedades físicas e estéticas da madeira, sendo meios alternativos para validar o uso de madeiras jovens. Para aprimorar o potencial de utilização dessas madeiras, são necessárias pesquisas nas diferentes etapas dos citados processos. Assim, objetiva-se estabelecer a melhor ordem do processamento e de termodensificação para madeira de Teca de curta rotação e verificar a influência entre eles. Serão selecionadas tábuas de Teca que serão divididas em dois grupos diferenciados pela ordem dos procedimentos abordados. O primeiro será processado em plaina desempenadeira, com velocidades de avanço de 9,0 m/min e de corte de 18,04 m/s, e posteriormente termodensificado ($T = 170^{\circ}\text{C}$). O segundo grupo inverterá a sequência dos tratamentos seguindo as mesmas condições definidas. A qualidade superficial será determinada por meio da rugosidade, via parâmetros R_a , R_q e R_z , utilizando rugosímetro de arraste. Será determinado o ângulo de contato da gota sésil na superfície tratada, o que irá permitir identificar características hidrofílicas e hidrofóbicas da mesma. O delineamento experimental será inteiramente casualizado, com 5 repetições. Os dados serão submetidos à ANOVA a 5% de significância, considerando todas as fontes de variação. As médias serão comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. Espera-se identificar a influência dos padrões de processamento e de termodensificação na qualidade superficial da madeira de Teca de curta rotação, destinando-a a melhores usos de acordo com a qualidade obtida.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Mapeamento da rugosidade da madeira termodensificada, em diferentes profundidades

Mariane Silva¹, Jorge Artur Santos², Jeymmy Rayena Alves Oliveira¹, Alfredo Aguilera León³, José Reinaldo Moreira da Silva¹, Anna Carolina de Almeida Andrade²

¹Departamento de Ciência Florestais/PPGCTM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Sergipe (UFS)
CEP 37203-230 – São Cristóvão, SE – Brasil

³Instituto de Florestas e Sociedade – Universidade Austral do Chile (UACH) – Valdivia,
LR – Chile

marianesilvawork@gmail.com, jorgearturwork@gmail.com,
jeymmyolivera018@gmail.com, aguilera@uach.cl, jreinaldo@ufla.br,
carol_bertges@hotmail.com

Palavras-chave: Qualidade superficial, rugosidade, termodensificação.

O processo de densificação termomecânica da madeira confere benefícios a sua qualidade. Contudo, a distribuição da rugosidade nas diferentes camadas do material densificado ainda não é bem elucidada. Assim, objetiva-se avaliar o perfil de variação vertical da rugosidade da madeira de teca termodensificada. Serão selecionadas três tábuas de teca, que serão submetidas a densificação em prensa termo-hidráulica, sob temperatura de 170°C e pressão de 5,3 MPa, por 30 minutos. A rugosidade superficial da madeira tratada será avaliada por meio do rugosímetro de arraste, registrando-se os parâmetros Ra, Rq e Rz. Em sequência, serão realizados aplainamentos sucessivos, de 1 mm de profundidade, nas faces dos corpos de prova, com velocidades de avanço e de corte de 6,0 m/min e de 24 m/s, respectivamente, intercalando com as medições dos parâmetros de rugosidade. Este processo será repetido até que seja removido 50% da espessura original da tábua, permitindo a avaliação da propriedade em diferentes profundidades. O delineamento experimental será inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os dados obtidos serão submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de significância, considerando-se todas as fontes de variação. As médias serão comparadas pelo teste de Scott-Knott, também a 5% de significância. Com os resultados, espera-se identificar o gradiente de qualidade superficial, por meio da rugosidade, ao longo das camadas da madeira densificada, a fim de determinar qual profundidade ideal de aplainamento para obter a melhor qualidade de produtos termodensificados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Explorando o potencial da espectroscopia NIR e da colorimetria na classificação de pellets de serragem e casca de Pinus

Jhon Harold Escudero¹, Paulo Ricardo Gherardi Hein¹, Thiago de Paula Protásio¹

¹Departamento de Ciência Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jhon.escudero@estudante.ufla.br, paulo.hein@ufla.br,
thiagoprotasio@ufla.br

Palavras-chave: Biomassa; Biocombustíveis; Espectroscopia NIR; Colorimetria (CIELab); Controle de qualidade.

A valorização de resíduos lignocelulósicos por meio da densificação em pellets exige métodos de monitoramento mais rápidos, econômicos e sustentáveis do que as análises convencionais, que são lentas, dispendiosas e intensivas em reagentes. Este estudo investigará a capacidade combinada da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) e da colorimetria no espaço CIELab para classificar pellets produzidos a partir de diferentes proporções de serragem e casca de Pinus provenientes da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e para estimar variáveis-chave de qualidade. Serão preparados 11 tratamentos, iniciando em 100% de serragem e 0% de casca, com redução progressiva de 10% na fração de serragem e aumento equivalente na de casca até alcançar 0% de serragem e 100% de casca. A biomassa in natura, serragem e casca de Pinus será submetida à caracterização química, estrutural, imediata e elementar, enquanto os tratamentos e os pellets terão espectros NIR e coordenadas CIELab (L^* , a^* , b^*) adquiridos. Modelos quimiométricos multivariados, como regressão por mínimos quadrados parciais (PLSR) e análise discriminante por mínimos quadrados parciais (PLSDA), serão construídos para: (i) discriminar as blendas segundo o teor de casca e serragem e (ii) estimar propriedades-alvo como umidade, teor de cinzas e extrativos, que são variáveis composicionais que afetam o desempenho energético, e o poder calorífico, adotado como indicador direto desse desempenho. Espera-se, assim, propor um fluxo analítico não destrutivo, rápido e de baixo custo para controle de qualidade e triagem de resíduos florestais densificados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que viabilizaram a realização desta pesquisa. Este trabalho reflete o compromisso dessas instituições com o fortalecimento da ciência e da inovação no país.

Combustão e pirólise de biomassa lenhosa: uma revisão bibliométrica

Genilson Maia Corrêa¹, Larissa Gonçalves Moraes¹, Patrícia Leonídia dos Santos¹,
Valdenia Medeiros de Araújo¹, Vinícius Rosa Moreira¹, Elvis Vieira dos Santos¹, Thiago
de Paula Protásio¹, Paulo Fernando Trugilho¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

genilson.correal@estudante.ufla.br, larissa.moraes@estudante.ufla.br
patricia.santos11@estudante.ufla.br,
valdenia.araujo1@estudante.ufla.br, vinicius.moreira3@estudante.ufla.br
elvis.santos1@estudante.ufla.br, thiagoprotasio@ufla.br,
trugilho@ufla.br

Palavras-chave: composição química; energia; lignina; biomassa lignocelulósicas.

A qualidade da biomassa lenhosa para fins energéticos é de suma importância no setor de energia renovável. Pesquisas mostram que a produção de biocombustíveis sólidos a partir de resíduos madeiros, desempenham papel significativo na produção de energia primária. Pesquisas indicam que a composição das biomassas desempenha papel crucial no sucesso dos processos de combustão e pirólise, e que pequenas variações podem levar a falhas de processo. Este estudo apresenta uma revisão bibliométrica sobre a combustão e pirólise de biomassa lignocelulósica, destacando a influência de sua composição química em processos termoquímicos. A pesquisa foi realizada nas bases Scopus e Web of Science, considerando publicações dos últimos cinco anos, resultando em 587 artigos selecionados. Para a análise dos dados, foi utilizado o software R studio e o Bibliometrix, onde foram gerados gráficos e identificado as palavras-chave mais recorrentes no período analisado. A análise mostrou crescimento significativo nas publicações a partir de 2021, com pico em 2024. As universidades com maior destaque e números de artigos foram a Nanjing Forestry University e Universidade de São Paulo com 34 artigos e Universidade de Aveiro com 23 artigos. Os periódicos com mais publicações foram *Biomass Conversion and Biorefinery* e *Industrial Crops and Products*. As palavras-chave mais recorrentes foram “*lignocellulosic biomass*”, “*chemical composition*”, “*cellulose*”, “*lignin*” e “*pretreatment*”. Os resultados evidenciam a relevância da biomassa lignocelulósica para a produção de energia, reforçando a necessidade de mais estudos, sobretudo no Brasil, onde há ampla diversidade de biomassa ainda pouco explorada.

Agradecimentos:

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Painéis LVL e Resistência ao Cisalhamento: Aplicação de Adesivos Cardanol-Formaldeído Nanomodificados

Maria Rita Ramos Magalhães¹, Karini de Lourdes Silva Mesquita¹, Andressa Crizostomo Marrocos¹, Juliana Alves de Assis¹, Pedro Henrique Garcia de Castro Ribeiro¹, José Benedito Guimarães Júnior¹

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{maria.magalhaes4@estudante.ufla.br, kariniarquitetura@gmail.com,
andressacrizostomo25@gmail.com, Julianaaassis.ja.ja@gmail.com,
pedrohgcribeiro@gmail.com, jose.guimaraes@ufla.br}

Palavras-chave: Painéis reconstituídos de madeira, Resíduo, Nanotecnologia, bioadesivo.

O painel *laminated veneer lumber* (LVL) tem aplicação destinada principalmente para uso estrutural como: pisos de carrocerias, vagões de trens, escadas, em função da maior resistência na direção longitudinal ao plano do painel. Devido aos efeitos indesejáveis e degradação da qualidade do ar provocados por adesivos utilizados em sua constituição, surge o interesse por alternativas naturais. O cardanol é um produto natural com potencial de utilização na confecção de adesivos devido a constituição química e posição de dupla ligação e, a adição de nanoestruturas de lignina pode melhorar as propriedades adesivas. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adição de diferentes concentrações de nanoestruturas de lignina ao adesivo à base do cardanol nas propriedades de painéis LVL. A síntese do adesivo cardanol-formaldeído ocorreu via resol. Foram produzidos painéis colados manualmente com adesivos de gramatura de 280 g/m² e ciclo de prensagem de 1,0 MPa à 160°C em prensa hidráulica e posteriormente aclimatados a 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 5%. Como resultado, houve melhora mecânica com os resultados de taxa de cisalhamento na linha de cola, tendo aumento de 8, 69 para 12, 12 MPa. Conclui-se que o adesivo cardanol-formaldeído com nanoestruturas de lignina mostrou-se com potencial para resistência mecânica e pode ser alternativa viável de substituição ao fenol-formaldeído.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Estimativa da viabilidade técnico-econômica da produção de etanol de segunda geração em Moçambique

¹Halima Khalid, ²Elias Horácio Zavala, ³Guilherme Oliveira, ⁴Adriano Ensinas Viana

¹Departamento de Ciências Florestais/ DCF Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Agrícola/ DEA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

^{3,4}Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

halima.khalidl1@estudante.ufla.br, elias.zavala@estudante.ufla.br,
guilherme.oliveira11@estudante.ufla.br , adriano.ensinas@ufla.br,

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais; indicadores econômicos; Modelagem de processos

A crescente demanda por fontes energéticas sustentáveis e a dependência de combustíveis fósseis em Moçambique têm estimulado o interesse na produção de etanol de segunda geração (2G), obtido a partir de resíduos lignocelulósicos da cana-de-açúcar. Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade técnico-econômica da implantação de uma planta de etanol 2G no país, sob a hipótese de que o aproveitamento de resíduos agroindustriais pode gerar uma alternativa economicamente atrativa e ambientalmente benéfica. Para isso, foi desenvolvido um modelo de otimização baseado em programação linear inteira mista (MILP), implementado no software LINGO 20®. O modelo considerou custos de investimento, matéria-prima e transporte, além de indicadores econômicos como taxa interna de retorno (TIR), payback descontado e preço mínimo de venda (PMV). Os resultados indicaram investimento total estimado de 161,5 milhões de dólares (USD), com TIR de 37%, payback descontado de 3,03 anos e PMV de 378,99 USD/t de etanol, demonstrando viabilidade econômica sob as condições analisadas. Conclui-se que a produção de etanol 2G em Moçambique apresenta condições técnicas e econômicas favoráveis, configurando-se como alternativa promissora para diversificar a matriz energética e valorizar resíduos agroindustriais. Recomenda-se que estudos futuros aprofundem os aspectos ambientais, logísticos e regulatórios para consolidar essa avaliação.

Agradecimentos: Os autores agradecem a UFLA e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira pelo apoio.

Casca de *Eucalyptus spp.* como matéria-prima para a produção de Etanol 2G

Beatriz do Carmo Corrêa Lima¹, Iara Aparecida Santos e Souza², Fábio Akira Mori¹, João Moreira Neto²

¹Departamento de Ciência Florestais/DCF– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Química e Materiais/DQM– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

beatrizclima01@gmail.com, iarasouza7714@gmail.com, morif@ufla.br,
joao.neto@ufla.br

Palavras-chave: pré-tratamento, deslignificação, rendimento.

A casca de *Eucalyptus spp.* é um resíduo lignocelulósico de alto potencial para aplicação para a produção de Etanol de Segunda Geração (2G), entretanto, sua resistência a degradação, isso devido a íntima relação entre os compósitos químicos presentes na parede celular, limita a conversão enzimática e fermentativa. A partir disso, é necessário submeter a biomassa a pré-tratamentos para otimizar sua conversão. Entre os pré-tratamentos da biomassa, o pré-tratamento organossolve se destaca, ele permite a parcial ou completa delignificação da biomassa lignocelulósica, apresentando vantagens como um pré-tratamento seletivo, além da ótima recuperabilidade de solventes e outras frações valorizáveis da biomassa. Com isso, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de condições de pré-tratamento organossolve (temperatura e tempo) sobre a desestruturação da casca de *Eucalyptus spp.* e sua consequente eficiência na liberação de açúcares fermentescíveis por hidrólise enzimática, visando etanol de segunda geração. Foram feitos ensaios em reator batelada (razão sólido:líquido 1:10; mistura água/etanol 50% v/v), seguindo o planejamento fatorial 2² para as condições de tempo e temperatura. Após isso, foi feita caracterização química parcial e a avaliação do rendimento de biomassa a partir de cada ensaio. Os rendimentos das frações sólidas variaram entre 77,2% (150 °C – 30 min) e 55,7% (170 °C – 60 min), evidenciando maior severidade e solubilização de componentes estruturais em temperaturas mais altas. O teor de umidade após pré-tratamento apresentou valores entre 7,3% e 10,4%, indicando estabilidade para armazenamento e processamento subsequente. A análise de cinzas demonstrou teores entre 9,4% e 10,0%, revelando presença significativa de minerais que podem interferir na digestibilidade enzimática e no aproveitamento energético. Embora outros dados de caracterização química ainda não estejam desenvolvidos, observa-se que a redução de rendimento sólido está correlacionada à extração de lignina e hemiceluloses, favorecendo o enriquecimento relativo em holocelulose. Esses resultados confirmam que os parâmetros de tempo e temperatura do pré-tratamento organossolve afetam diretamente as características físico-químicas da biomassa, com implicações para sua aplicação em rotas de produção de bioetanol 2G.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, ao Programa de Ciência e Tecnologia da Madeira e a Universidade Federal de Lavras.

Desvendando os segredos das árvores: a gamificação como estratégia de ensino em identificação de madeiras

Paulo Junio Duarte¹, Thalles Loiola Dias¹, Bruna Silva da Mata¹, Thiago de Paula Protásio¹, Paulo Ricardo Gherardi Hein¹

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

pauloduarte.floresta@gmail.com, thalles.dias1@estudante.ufla.br,
brunadamatajf@hotmail.com, {thiagoprotasio, paulo.hein} @ufla.br

Palavras-chave: Anatomia da madeira; Metodologias ativas; Educação ambiental.

O ensino da identificação de madeiras ainda apresenta desafios relacionados ao engajamento e à fixação de conteúdos técnicos relacionados a anatomia da madeira. Diante disso, a gamificação surge como uma alternativa inovadora para tornar a aprendizagem mais interativa e significativa. O objetivo deste estudo foi desenvolver e aplicar um protótipo de jogo de cartas no estilo Super Trunfo®, com foco em espécies madeireiras, como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem na disciplina de identificação de madeiras. Foi desenvolvido um protótipo com 20 cartas, cada uma representando uma espécie madeireira com dados de identificação botânica: nome científico, bioma de ocorrência, status de conservação, imagem da árvore e curiosidades destas, além de quatro atributos tecnológicos: anatomia, química, física e mecânica da madeira. Os valores foram atribuídos de forma simulada, mas coerente com a lógica da qualidade da madeira. A dinâmica do jogo seguiu regras simplificadas do Super Trunfo e foi aplicada em sala de aula com 10 alunos de graduação em Engenharia Florestal. Após a prática, os participantes foram entrevistados para avaliar sua percepção sobre a atividade. A aplicação do jogo com 10 alunos da graduação mostrou alto engajamento e boa aceitação da proposta. Os estudantes destacaram como pontos fortes a facilidade de fixar características das espécies, o aprendizado interativo e a aproximação com um modelo lúdico já conhecido. As principais sugestões foram ampliar o número de cartas, melhorar a qualidade das imagens e incluir novos atributos. Conclui-se que o protótipo cumpriu o objetivo de engajar e apoiar o aprendizado, com potencial para aprimoramentos relacionados à expansão das cartas, melhoria visual e ajustes nas regras do jogo, consolidando-se como uma ferramenta pedagógica inovadora para o ensino da ciência e tecnologia da madeira.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas – FAPESPA pelo apoio financeiro Convênio para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - PD&I - nº 009/2023 e a Empresa Benevides Madeiras LTDA pelo apoio técnico e logístico.

Variação espacial da densidade em cavacos de madeira de *Eucalyptus sp.* por imagem hiperespectral

Aquilles Piva Oliveira¹, Paulo Ricardo Gherardi Hein²

¹Departamento de Ciência e Tecnologia da Madeira/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência e Tecnologia da Madeira/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

aquilles.oliveira@estudante.ufla.br, paulo.hein@ufla.br

Palavras-chave: Imagem hiperespectral, *Eucalyptus sp.*, Densidade da madeira.

A produção de celulose depende fortemente da qualidade e uniformidade dos cavacos de madeira utilizados como matéria-prima. Em sistemas de plantio comercial de *Eucalyptus sp.*, é comum observar grande variabilidade na densidade da madeira ao longo das toras, resultante de fatores como genética, idade, manejo silvicultural e condições ambientais. Durante o processamento, essa variabilidade é transferida para os cavacos, que, mesmo com dimensões padronizadas, mantêm diferenças significativas em suas propriedades físico-mecânicas. A tecnologia de imagem hiperespectral na região do infravermelho próximo (NIR) representa uma alternativa inovadora para suprir essa lacuna, permitindo a caracterização espectral dos cavacos diretamente na linha de produção. Combinada a técnicas de modelagem estatística e inteligência artificial, essa abordagem pode viabilizar a classificação automatizada do material com base em sua densidade e umidade, possibilitando ajustes dinâmicos no processo industrial e promovendo ganhos em eficiência, qualidade e sustentabilidade. O objetivo é avaliar a variação espacial da densidade e umidade em cavacos de madeira de *Eucalyptus sp.* por meio de tecnologia de imagem hiperespectral na região do infravermelho próximo (NIR), visando o desenvolvimento de uma abordagem em tempo real para a classificação do material, com potencial de aplicação no controle e otimização do processo de produção de polpa celulósica. O estudo será conduzido em cinco etapas principais: coleta e preparação das amostras; determinação da densidade de referência; aquisição de imagens hiperespectrais; modelagem estatística e preditiva e análise da viabilidade industrial. A partir dos resultados obtidos, será feita uma análise crítica da viabilidade de aplicação da tecnologia em ambiente industrial, considerando aspectos como tempo de processamento, precisão, custo e integração com sistemas de controle automatizados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG.

Hidrofobização da superfície de filmes de nanofibrilas de celulose a partir de resíduos de papel via pós-tratamento com brometo de cetiltrimetilamônio

Thiago Silva Ramos¹, Túlio Caetano Guimarães¹, Gustavo Henrique Denzin Tonoli¹

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{thiago.ramos4, tulio.guimaraes2}@estudante.ufla.br,
gustavotonoli@ufla.br

Palavras-chave: Modificação de superfície, funcionalização do CTAB, valorização de resíduos de papel, controle de molhabilidade, nanofibrilas celulósicas.

Filmes à base de celulose são materiais promissores para aplicações sustentáveis em embalagens, revestimentos e camadas de barreira. No entanto, sua hidrofilicidade intrínseca limita o desempenho em ambientes sensíveis à umidade. A valorização de resíduos de celulose industriais e urbanos, como resíduos de papel, representa uma alternativa ambientalmente responsável e economicamente atrativa para a produção de nanofibrilas de celulose (NFCs), contribuindo para estratégias da economia circular. Além disso, a modificação de superfície usando surfactantes catiônicos como o brometo de cetiltrimetilamônio (CTAB) oferece uma rota prática para adaptar as propriedades interfaciais da celulose, aumentando a compatibilidade e a resistência à água. Os resíduos de papel (Tubominas) foram triturados e as NFCs foram produzidas a partir de resíduos de papel tratados com NaOH por fibrilação mecânica usando um Masuko Super Masscolloider. O pós-tratamento foi realizado com CTAB nas concentrações de 1 e 2%. A molhabilidade superficial dos filmes de NFCs foi avaliada por goniometria de ângulo de contato com água. O filme controle apresentou um ângulo de contato de $78,39 \pm 1,58^\circ$, indicando hidrofilicidade moderada. O tratamento com 1% de CTAB aumentou o ângulo de contato para $97,19 \pm 3,60^\circ$, revelando um comportamento hidrofóbico significativo. Por outro lado, o tratamento com 2% de CTAB resultou em um ângulo menor ($88,95 \pm 2,93^\circ$), possivelmente devido à saturação da superfície e à estrutura anfifílica do CTAB. Parâmetros complementares, incluindo taxa de molhabilidade dinâmica e trabalho de adesão (W_a), foram calculados. 1% CTAB apresentou a menor taxa de molhabilidade ($0,013 \pm 0,002$ %/s) e W_a ($63,70 \pm 4,55$ mJ/m²), em comparação ao controle ($0,062 \pm 0,020$ %/s e $87,44 \pm 1,94$ mJ/m², respectivamente). O tratamento com 2% CTAB apresentou comportamento intermediário de $0,030 \pm 0,006$ %/s e $74,14 \pm 3,72$ mJ/m², respectivamente. Estes resultados demonstraram que a funcionalização de CTAB em baixa concentração é eficaz na hidrofobização de superfície de filmes de NFCs, abrindo caminho para sua aplicação em materiais avançados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização da rigidez e da recuperação elástica da madeira de *Eucalyptus* sp. sob carga pontual: uma abordagem experimental de baixo custo

Jeymmy Rayena Alves Oliveira¹, Mariane Silva¹, Jhon Harold Escudero¹, Jerry Brumaire¹, Paulo Ricardo Gherardi Hein¹

¹Departamento de Ciência Florestais /PPGCTM – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jeymmyoliveira018@gmail.com, marianesilvawork@gmail.com,
jhon.escudero@estudante.ufla.br, jerry.brumaire@estudante.ufla.br,
Paulo.hein@ufla

Palavras-chave: Módulo elástico, rigidez, deformação da madeira.

No Brasil, o uso da madeira em estruturas vem crescendo, e o eucalipto se consolida como espécie-chave; para verificar estados-limite de serviço e de segurança, é crucial conhecer sua resposta a cargas pontuais. Dada a anisotropia e a variabilidade do material, a medição do deslocamento vertical (flecha) e da deformação residual sob carregamento fornece parâmetros de rigidez e de capacidade de recuperação elástica. Este estudo teve como finalidade caracterizar o comportamento mecânico de uma peça de eucalipto submetida a carga concentrada no meio do vão, utilizando um método experimental de baixo custo. A ênfase foi colocada na rigidez, na magnitude da deformação e na proporção de recuperação após o descarregamento. Utilizou-se uma peça serrada (2,47 m × 0,06083 m × 0,06056 m), apoiada de modo a permitir a aplicação central de 14 incrementos de massa até totalizar 59,6 kg sobre a face tangencial. O deslocamento vertical foi monitorado com régua graduada, cuja leitura inicial foi de 2,05 mm. No limite da carga total disponível, a flecha máxima observada de 1,70 mm permite determinar um módulo de elasticidade à flexão (MOE) de 26,12 GPa. Após a retirada completa das massas, foi observada uma deformação residual de 0,07 mm, equivalente a 4,1% da máxima. Os resultados evidenciam a predominância de comportamento elástico, com baixa deformação residual e rigidez compatível com cenários de carregamento pontual que exigem controle de deslocamentos, sustentando o uso seguro e eficiente do eucalipto em aplicações estruturais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Espectroscopia NIR na discriminação de espécies e detecção de cardanol em pellets de biomassa

Luíza Mendonça Bonfim Tavares¹, Thalles Loiola Dias¹, Douglas Lamounier Faria¹, Thiago de Paula Protásio¹, Paulo Ricardo Gherardi Hein¹

¹ Departamento de Ciências Florestais/DCF – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira/PPGCTM - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{luiza.tavares3, thalles.dias1, douglas.faria3, thiagoprotasio, paulo.hein }@ufla.br

Palavras-chave: Classificação multivariada, biomassa florestal, bioaglutinante.

O uso da biomassa lignocelulósica como fonte de energia renovável é limitado pela alta umidade e baixa densidade energética. Esses problemas podem ser minimizados com a peletização. A adição de aglutinantes melhora a durabilidade, a densidade, a combustão e poder calorífico dos pellets, mas seu uso é regulado por normas internacionais (ENplus, ISO 17225-2) devido a possíveis emissões indesejadas de gases e ao controle do teor de cinzas. Nesse contexto, a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) surge como alternativa rápida, não destrutiva e aplicável em linha para monitorar aditivos. Este estudo avaliou o potencial do NIR para discriminar espécies de madeira na produção de pellets e detectar cardanol nas mesmas amostras. Resíduos de oito espécies foram peletizados com e sem cardanol (2% base seca) e analisados por espectroscopia NIR em equipamento de bancada. As análises estatísticas foram realizadas com Partial Least Squares + Linear Discriminant Analysis (PLS-LDA) e validação k-fold (k=5), utilizando espectros originais e pré-tratados com primeira derivada, Standard Normal Variate (SNV) e Multiplicative Scatter Correction (MSC). Os resultados indicam que PLS-LDA foi capaz de classificar perfeitamente as amostras em todos os pré-processamentos, atingindo 100% de acurácia. Embora a assinatura espectral do cardanol tenha sido captada, permitindo sua identificação, sua presença não comprometeu a discriminação do modelo, possibilitando a correta classificação das espécies (com e sem aditivo). Assim, a espectroscopia NIR associada ao PLS-LDA demonstra ser uma abordagem robusta para discriminar espécies e detectar cardanol em pellets de biomassa.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Nanopartículas de lignina para bloqueio UV: avaliação de rotas de síntese

Larissa Nara Nascimento de Miranda¹, Cecília Baldoíno Ferreira², Wanderléia Fernanda Silva², Maria Lucia Bianchi²

¹Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras (UFLA/ESAL)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil; ² Departamento de Química –
Universidade Federal de Lavras (UFLA)

(Larissa.miranda4@estudante.ufla.br, ceciliabaldoino@gmail.com,
wanderleia.silva3@estudante.ufla.br, bianchi@ufla.br)

Palavras-chave: Botton-up, top-down, espectrofotometria.

A lignina é o segundo polímero mais abundante da biomassa lignocelulósica, e constitui um dos principais coprodutos da indústria de polpa e papel. Por apresentar estrutura complexa, rica em anéis aromáticos e grupos fenólicos, esse biopolímero desperta crescente interesse em aplicações de alto valor agregado, como materiais funcionais, antioxidantes e agentes de bloqueio da radiação ultravioleta (UV). Nos últimos anos, a necessidade de substituir filtros UV sintéticos, que podem gerar impactos ambientais e toxicológicos, intensificou a busca por alternativas renováveis e sustentáveis. Nesse contexto, a lignina surge como candidata promissora, especialmente quando processada na forma de nanopartículas, pois oferecem maior área superficial, melhor estabilidade coloidal e desempenho aprimorado em relação ao material em escala micrométrica. Neste estudo, nanopartículas de lignina foram sintetizadas por duas rotas distintas: Bottom-up, baseada na autoagregação de macromoléculas em solução, e Top-down, baseada na quebra mecânica e/ou química de partículas maiores, em escala nanométrica. A eficiência dessas nanopartículas no bloqueio de radiação UV foi avaliada por espectrofotometria UV-Vis na faixa de 200 a 450 nm, abrangendo as regiões UVC, UVB e parte da UVA. As análises foram conduzidas com dispersões de nanopartículas em igual concentração (0,0082 mg/mL). Os resultados evidenciaram que as nanopartículas sintetizadas pelo método Bottom-up apresentaram absorbância mais elevada em toda a faixa avaliada, com perfil decrescente até o limite superior do espectro analisado. Já as nanopartículas obtidas por Top-down exibiram menor desempenho, com redução progressiva ao longo do espectro. Esses resultados evidenciam que o processo Bottom-up produz material mais eficiente no bloqueio da radiação UV em comparação ao método Top-down. A comparação entre as rotas de síntese também indicou, por meio de micrografias, que a metodologia Bottom-up forneceu partículas mais homogêneas (esféricas), enquanto a Top-down resultou em partículas com maior variabilidade de tamanho e forma, refletindo em pequenas diferenças no perfil de absorção. Tais achados reforçam o potencial da lignina como alternativa sustentável para aplicações em formulações fotoprotetoras e barreiras contra radiação UV.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Encapsulamento de partículas lignocelulósicas com material de mudança de fase: Alternativas para aplicações em matrizes cimentícias

Julio César Hernández Mondragón¹, Saulo Rocha Ferreira²

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Engenharia/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

julio.mondragon@estudante.ufla.br, saulo.ferreira@ufla.br

Palavras-chave: Bioagregados, encapsulamento, phase change material.

O setor da construção civil enfrenta o desafio de reduzir seu impacto ambiental por meio do desenvolvimento de materiais mais sustentáveis e eficientes. Nesse contexto, os bioagregados surgem como uma alternativa por serem recursos renováveis que, além de melhorar o desempenho térmico, podem ser utilizados como suporte para materiais de mudança de fase (PCM). A incorporação de PCM em bioagregados permite o armazenamento e a liberação de energia térmica, contribuindo para a eficiência energética das edificações. Entretanto, a efetividade desse processo depende em grande medida da técnica de encapsulamento empregada, que protege o PCM contra perdas por vazamento. Este estudo avaliou o desempenho de diferentes recobrimentos aplicados a partículas lignocelulósicas impregnadas com PCM, a fim de identificar qual apresenta maior capacidade de retenção e estabilidade para uso potencial em matrizes à base de cimento. Para isso, foram obtidas partículas de madeira de *Pinus spp.* na serraria da Universidade Federal de Lavras, as quais foram moídas, e o material resultante, peneirado, utilizando peneira com abertura de 5,6 mm, sendo o material retido o utilizado para estudo. Posteriormente, as partículas foram impregnadas com material de mudança de fase de origem vegetal em sistema de vácuo a -650 mmHg, permanecendo sob essa condição por 24 horas. Para o encapsulamento, foram empregados borracha de estireno-butadieno carboxilado (XSBR), resina epóxi e combinações com cargas minerais como areia, pó de grafite e pó de cobre. Após o encapsulamento, as partículas foram submetidas a estufa a 40 ± 2 °C por um período de 60 minutos. Os resultados obtidos ressaltam que os recobrimentos à base de XSBR apresentaram valores de vazamento com perdas médias de $3,55 \pm 0,16\%$, sendo os tratamentos com desempenho mais deficiente. Por outro lado, os recobrimentos com resina epóxi apresentaram desempenhos mais estáveis, como a resina epóxi pura, que obteve vazamento intermediário de $0,69 \pm 0,16\%$, enquanto as combinações com cargas minerais resultaram em desempenho superior tal como o sistema com resina epóxi + pó de grafite que alcançou o menor vazamento médio, com $0,47 \pm 0,06\%$ sendo quem ofereceu encapsulamento mais eficiente e promissor para aplicação em matrizes cimentícias.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação da estabilidade dimensional de resíduos de madeira incorporados com material de mudança de fase

Ana Cláudia Teixeira Bertolucci¹, Thayná Moreira Silva¹, Thiago de Paula Protásio¹ e Saulo Rocha Ferreira²

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

teixeira.anaclaudia25@gmail.com, thayná.silva9@estudante.ufla.br,
thiagoprotasio@ufla.br, saulo.ferreira@ufla.br

Palavras-chave: PCM, eficiência energética, resíduos florestais.

A crescente demanda energética têm impulsionado o desenvolvimento de materiais inteligentes capazes de armazenar e liberar energia térmica de forma eficiente. Entre as alternativas disponíveis, a utilização de materiais de mudança de fase (PCMs) incorporados em resíduos florestais tem se mostrado uma estratégia promissora para armazenamento de energia térmica, além de promover a valorização desses resíduos. Este estudo investigou o potencial da espécie *Parkia* spp. de reter o PCM em sua estrutura porosa após incorporação, bem como sua variação dimensional. Foram produzidos corpos de prova cúbicos com 1 cm de lado, as amostras foram pesadas, impregnadas com PCM Rubitherm RT 24 pelo método a vácuo e pesadas novamente. Em seguida, os corpos de prova foram levados para geladeira com temperatura de cerca de 5°C por uma hora e para estufa com temperatura de 45°C por mais uma hora. As dimensões para as três direções (radial, tangencial e longitudinal) foram aferidas com um medidor de espessura digital a cada 15 minutos. Os resultados indicaram que as amostras de *Parkia* spp. apresentaram, em média, a capacidade de absorção de PCM equivalente a 170,86% da sua massa inicial. A maior alteração dimensional registrada foi de 0,32% na direção longitudinal, evidenciando a eficiência na incorporação de PCM e a estabilidade dimensional da madeira impregnada. O estudo reforça o aproveitamento de resíduos florestais para o desenvolvimento de materiais sustentáveis e energeticamente eficientes alinhados com alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise bibliométrica da produção científica sobre dendrocronologia da espécie *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish

Mayara de Lima Ferreira¹, Kaick Coelho de Sousa¹, Lucas Guimarães Pereira¹, Kaio Ramon de Sousa Magalhães¹, Sérgio Abílio Azevedo¹, Ruan Rubens de Souza Santos¹; Thiago Martins Santos¹; Ana Carolina Maioli Campos Barbosa¹.

¹Departamento de Ciência Florestais (DCF) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-900 – Lavras, MG – Brasil

mayara.ferreira@estudante.ufla.br, kaick.sousa@estudante.ufla.br,
kaio.magalhaes1@estudante.ufla.br, sergio.azevedo@ufla.br,
lucas.pereira13@estudante.ufla.br, ruann.santos@estudante.ufla.br,
thiago.santos12@estudante.ufla.br, anabarbosa@ufla.br.

Palavras-chave: candeia, anéis de crescimento, dendroecologia.

A *Eremanthus erythropappus*, conhecida como candeia, é uma espécie arbórea nativa do Cerrado brasileiro, especialmente presente em Minas Gerais, e reconhecida por sua madeira resistente e pelo óleo essencial de alto valor econômico. Além de sua importância ecológica, a espécie possui potencial para estudos dendrocronológicos, que contribuem para pesquisas relacionadas ao clima, ecologia e manejo florestal sustentável. O objetivo foi realizar uma análise bibliométrica de estudos publicados no sobre a dendrocronologia da candeia. A metodologia consistiu em levantamento de publicações disponíveis nas bases de dados Web of Science e Scopus, utilizando os descritores “Dendrocronology” AND “Dendroecology” OR “Dendrochemistry” AND “*Eremanthus erythropappus*” AND “Tropical trees”. Foram considerados apenas os estudos de anéis de crescimento com datação, no período de 2014 a 2024. Inicialmente, foram obtidas 187 publicações, que, após tratamento no software RStudio (versão 3.0.1) e aplicação da extensão Bibliometrix, resultaram em 92 publicações relevantes. A análise indicou crescimento expressivo no número de artigos sobre dendrocronologia no Brasil nos últimos cinco anos, evidenciando a consolidação da área no país. No entanto, nenhum dos trabalhos revisados abordou especificamente a espécie *Eremanthus erythropappus*. O mapeamento das colaborações internacionais destacou parcerias entre Brasil e Alemanha, assim como entre Estados Unidos e França, que fortalecem a produção científica global sobre dendrocronologia. A nuvem de palavras revelou que os termos mais frequentes foram “tropical trees”, “dynamics”, “forest” e “tree-rings”, refletindo os principais eixos temáticos da literatura recente. Quanto à produção de autores, Beeckman se destacou como o mais prolífico, com sete artigos publicados nos últimos 20 anos. Esses resultados reforçam a importância da bibliometria para compreender a evolução dos estudos em dendrocronologia e direcionar novas investigações para espécies tropicais de relevância econômica, como a candeia.

Agradecimentos

CAPES, CNPq e FAPEMIG

Estimativa de umidade e densidade de toras de *Eucalyptus* sp. em campo a partir de espectrômetros no NIR portáteis

Caio Palmeira Goulart¹, Paulo Ricardo Gherardi Hein¹

¹Departamento de Ciência de Tecnologia da Madeira – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{caio.goulart2,paulo.hein}@ufla.br

Palavras-chave: NIR. Espectrômetro Portátil. Umidade e densidade da madeira

A umidade e a densidade básica são propriedades físicas centrais da madeira, pois afetam o rendimento, o consumo energético e a qualidade do produto ao longo do processamento. A umidade e a densidade são determinadas pelo método gravimétrico; embora os métodos sejam precisos, são morosos e destrutivos. A espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) desponta como alternativa para estimativas em tempo real desses atributos em pilhas de madeira no campo. O NIR explora bandas O–H sensíveis ao conteúdo hídrico e responde a variações estruturais que modulam espalhamento/absorção, incluindo a densidade básica, viabilizando classificações rápidas por propriedades físicas e químicas. O objetivo do estudo foi desenvolver metodologia prática utilizando a técnica NIR por meio de equipamentos portáteis para o monitorar a umidade e densidade da madeira em tempo real. Com auxílio de uma furadeira portátil e diferentes brocas, amostras de serragem serão recolhidas de toras de madeira de *Eucalyptus* sp empilhadas em campo. Amostras de serragem serão coletadas e armazenadas em tubos do tipo Falcon e utilizadas para coleta dos espectros e determinação da umidade pelo método gravimétrico. Além disso, discos de madeira serão retirados das toras nos locais onde o material foi retirado com a furadeira e seccionados em cunhas para determinação da umidade pelo método gravimétrico, comparação com a umidade da serragem e validação da regressão ajustada com base nas assinaturas espectrais. Sobre essas mesmas cunhas será determinada a densidade permitindo construir calibrações específicas ou multirresposta. Pretende-se acompanhar a secagem de toras no realizando novas coletas até o equilíbrio higroscópico, a fim de monitorar a perda de água das toras e variação espectral da madeira da cunha e da serragem produzida pelas brocas durante a secagem da madeira. A densidade servirá para interpretar mudanças espectrais independentes da variação hídrica. Espectros serão coletados na serragem coletada da condição saturada de até o equilíbrio utilizando dois equipamentos (MicroNIR e TrinamiX). As informações serão avaliadas por análise de componentes principais (PCA) e os valores de umidade e densidade obtidos da serragem serão associados aos espectros no NIR por regressão dos mínimos quadrados parciais (PLS-R), a fim de ajustar modelos preditivos de umidade e densidade em tempo real. Ao final da coleta espectral, o modelo estará calibrado e a viabilidade da metodologia e a eficácia do modelo será avaliada para que possa ser utilizada na otimização industrial em larga escala no segmento de secagem e no planejamento por classes de densidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Gustavo Augusto Senna do Nascimento¹¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

gustavo.nascimento6@ufla.br

A siderurgia é uma das maiores fontes industriais de emissões de CO₂, devido aos processos redutores baseados em carbono mineral. Alternativas sustentáveis, como os briquetes autorredutores, estão alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, especialmente ao ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura e ao ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima. O uso de briquetes autorredutores representa uma rota alternativa que se destaca pelo reaproveitamento de finos gerados no processo siderúrgico. Contudo, nota-se na literatura, escassez de informações acerca da proporção ideal entre carbono/oxigênio e do teor de aglutinante, por isso, este estudo aplica a metodologia de planejamento estatístico fatorial e de superfície de resposta para avaliar os efeitos da variação do teor de aglutinante e da quantidade de minério sobre a eficiência de redução e a resistência mecânica, identificando as interações entre as matérias-primas e as condições ótimas de mistura. Os briquetes serão elaborados a partir de finos de minério de ferro, carvão vegetal de resíduos de *Eucalyptus sp.* e amido de trigo como aglutinante. Serão realizadas análises imediata, elementar e poder calorífico superior para caracterização do carvão. A análise dos finos de minério será realizado por espectroscopia de emissão atômica por plasma (ICP – Inductively Coupled Plasma). Após homogeneização da mistura, os briquetes serão produzidos por extrusão e submetidos a testes de tamboramento e compressão para análise da resistência mecânica. Após ensaio de redução em forno mufla, será aplicada Difractometria de Raios X (DRX) para análise do grau de metalização. A interpretação dos resultados será conduzida por meio do planejamento fatorial 3², para a resistência mecânica e grau de redução, este planejamento otimizará a interpretação de como as características citadas são influenciados pela variação do teor de aglutinante e minério de ferro, além disso será aplicada uma análise de superfícies de resposta com as mesmas variáveis. Espera-se que o aumento do percentual de aglutinante melhore a resistência mecânica, mas diminua a eficiência de redução. A proporção ideal de agente redutor e finos de ferro serão determinantes para a produção de ferro metálico com eficiência, onde o aumento do redutor deve elevar a produção de ferro. No entanto, o excesso de redutor pode levar a um desempenho de redução menor que o ideal, já que o minério de ferro se tornaria o fator limitante. Por meio do planejamento estatístico será possível identificar os efeitos dos do aglutinante e finos de minério, suas interações e as condições ótimas. A abordagem estatística, que integrará variáveis de composição de forma sistemática, confere um diferencial científico à pesquisa.

Palavras-chave: Carvão vegetal, Finos de Minério, Aglutinantes, Briquetes, Autorredução, Superfície de resposta.

Agradecimentos: O autor agradece o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização química da casca de *Eucalyptus* sp. visando sua valorização para produção de biocombustíveis usando pré-tratamento hidrotérmico

Lucimeiri Alves Nascimento¹, Bettina Pádua Nogueira Betzel Lemke², Fabio Akira Mori³, João Moreira Neto⁴

¹Departamento de Ciências Florestais– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Ciências Florestais– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Ciências Florestais– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

⁴Departamento de Engenharia Química e de Materiais- Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

¹lucimeiri.nascimento@estudante.ufla.br, ²bettina.lemke3@estudante.ufla.br, ³morif@ufla.br, ⁴joao.neto@ufla.br

Abstract. The growing demand for renewable energy is encouraging the use of lignocellulosic residues, such as eucalyptus bark, for bioethanol production. Brazil, the largest producer of *Eucalyptus* spp., generates millions of tons of this residue annually, which remains undervalued. Chemically, the bark is rich in cellulose, hemicelluloses, lignin, extractives, and minerals, and has the potential to release fermentable sugars after pretreatment. This study investigated *Eucalyptus grandis* bark before and after hydrothermal pretreatment. The results showed a reduction in extractives, ash, and lignin, and an increase in holocellulose, indicating greater availability of polysaccharides. The conclusion is that pretreatment improves bark quality for bioethanol production.

Keywords: Bark, bioethanol, Chemical Characterization

Resumo. A crescente demanda por energias renováveis estimula o aproveitamento de resíduos lignocelulósicos, como a casca de eucalipto, para produção de bioetanol. O Brasil, maior produtor de *Eucalyptus* spp., gera milhões de toneladas anuais desse resíduo, ainda pouco valorizado. Quimicamente, a casca é rica em celulose, hemiceluloses, lignina, extrativos e minerais, apresentando potencial para liberação de açúcares fermentescíveis após pré-tratamentos. Neste estudo, investigou-se a casca de *Eucalyptus grandis* antes e após pré-tratamento hidrotérmico. Os resultados mostraram redução de extrativos, cinzas e lignina, e aumento da holocelulose, indicando maior disponibilidade de polissacarídeos. Conclui-se que o pré-tratamento melhora a qualidade da casca para produção de bioetanol.

Palavras-chave: Casca, bioetanol, Caracterização Química.

Introdução

A crescente demanda por fontes alternativas de energia tem impulsionado pesquisas voltadas para a utilização da biomassa lignocelulósica para produção de biocombustíveis, como o bioetanol. Nesse contexto, a biomassa proveniente do *Eucalyptus* spp. apresenta grande relevância, uma vez que, o Brasil é um dos maiores produtores e consumidores dessa espécie florestal. Consequentemente, as cascas estão disponíveis em grande quantidade, oriundas de plantios comerciais para indústria de madeira e celulose. No entanto, o aproveitamento destas cascas é mínimo, sendo classificada como um resíduo gerado pela indústria (Andrew *et al.*, 2020).

O Brasil possui cerca de 7,6 milhões de hectares de eucalipto plantados, representando 76% da área florestal cultivada. A colheita florestal gera grande volume de resíduos, sendo as cascas responsáveis por 10 a 20% da madeira colhida, o que corresponde a 5 a 10 milhões de toneladas anuais considerando a produção de 200 milhões de m³ em 2023 (IBÁ, 2023).

Do ponto de vista químico, a casca de eucalipto é composta principalmente por celulose, hemiceluloses e lignina, além de extrativos e minerais. Esses constituintes a tornam uma fonte promissora de açúcares fermentescíveis, que podem ser liberados por meio de pré-tratamentos adequados e posteriormente convertidos em etanol por microrganismos fermentativos.

Em estudo realizado por Lima *et al* (2018), as cascas de 11 espécies de *Eucalyptus* apresentaram estruturas semelhantes e caracterizadas por periderme fina com pouco felema e floema homogêneo. A composição química das cascas foi específica da espécie e diferiu quanto ao teor de extrativos, lignina, cinzas e composição de polissacarídeos. Os extrativos variaram de 5,5 a 18,6% e a lignina de 14,4 a 23,5%. A composição de carboidratos mostrou que a glicose era o açúcar predominante, representando 71,5% a 87,6% do total de açúcares neutros, enquanto a xilose estava presente em quantidades menores.

A valorização da casca além de contribuir para a produção de bioetanol, também promove a utilização sustentável dos subprodutos florestais, reduzindo impactos ambientais e agregando valor à cadeia produtiva do eucalipto.

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi a caracterização química da casca de *Eucalyptus grandis*, antes e após pré-tratamento, para avaliar seu potencial para produção de bioetanol.

Material e Métodos

Foram coletadas cascas de *Eucalyptus grandis*, no Diâmetro Altura do Peito (1,3 m de altura), em um plantio localizado no campus da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

As cascas foram secas, moídas em moinho do tipo martelo e classificada em peneira de 60 mesh. Posteriormente determinou-se seu teor de umidade, pelo método da estufa, seguindo a norma T264om-88 (TAPPI, 1996).

A casca moída, foi pré-tratada em reator com capacidade de 300 ml, modelo RUPMO. Foram adicionados no reator 20 g de casca moída com 200 ml de água destilada. A reação seguiu por 10 minutos a temperatura de 190°C.

O teor de extrativo, da casca *in natura* e pré-tratada, foi determinado pelo método de extração soxhlet, seguindo o padrão da TAPPI T204 om-88 (1988).

Para determinação do teor de lignina insolúvel, a casca *in natura* e pré-tratada foi submetida a hidrólise ácida, processo onde todos os carboidratos são hidrolisados numa solução de ácido sulfúrico a 72%. A determinação gravimétrica desta fração insolúvel fornece o teor de lignina na amostra, seguindo a T222 om-98 (TAPPI, 1999).

O teor de lignina solúvel foi obtida conforme a metodologia sugerida Goldschimid (1971), onde o filtrado da lignina Klason foi diluído em água deionizada em balão volumétrico de 250 mL e logo, obtida a leitura no espectrofotômetro nos comprimentos de onda 280 nm e 215 nm. A lignina total foi a soma da lignina insolúvel mais a lignina solúvel.

O teor de cinzas da casca *in natura* e pré-tratada foi obtido de acordo com a ASTM D1102-84 (2007). Foram pesadas aproximadamente 2 g de amostra e colocadas em cadinho de porcelana previamente tarado, em seguida as amostras foram inseridas em uma mufla a 550°C por aproximadamente 4 horas. Posteriormente, os cadinhos foram pesados para a determinação da massa residual. O teor de cinzas foi obtido por diferença de massa inicial e massa final do material.

Para determinar a holocelulose, alfacelulose e hemiceluloses empregou-se a metodologia da Embrapa (2010).

Para holocelulose, a casca seca (1 g) foi submetida a pré-tratamento em erlenmeyer de 125 mL contendo 55 mL de água destilada, 3 mL de NaClO₂ (30%) e 2 mL de ácido acético (20%), sendo mantida em banho-maria a 70 °C, com adições subsequentes de 2 mL de NaClO₂ 30% a cada 45 minutos, durante 4 horas. Após o tratamento, a mistura foi filtrada em cadinho de porosidade 2, e o resíduo (holocelulose) foi lavado com água gelada e três porções de 15 mL de metanol, seguido de secagem em estufa a 103 ± 2 °C.

Para determinar a alfacelulose, pesou-se cerca de 1 g de holocelulose seca, que foi colocada em almofariz à temperatura ambiente e tratada com 15 mL de NaOH 17,5%, permanecendo em contato por 2 minutos antes de ser triturada por 8 minutos. Em seguida, adicionou-se 40 mL de água deionizada, e a suspensão foi filtrada a vácuo e o material resultante foi seco em estufa a 105 ± 2 °C por 24 horas. Após a secagem, o cadinho foi pesado.

As hemiceluloses foram quantificadas pela diferença entre o teor de holocelulose e o teor de alfacelulose.

Resultados e Discussão

De maneira geral, houve redução dos parâmetros analisados, teor de extrativos, lignina total e cinzas, após o pré-tratamento, enquanto o teor de holocelulose aumentou (Tabela 1). Esses resultados sugerem que o pré-tratamento tornou a biomassa mais adequada

para aplicações que requerem alta proporção de carboidratos, como a produção de bioetanol.

Tabela1- Composição química da casca de *Eucalyptus grandis* in natura e pré-tratada.

Análises	Casca in natura (%)	Casca pré- tratada (%)
Extrativos	14,3 ± 0,6	7,53 ± 0,5
Lignina Total	30,34 ± 0,1	27,43 ± 0,7
Cinzas	9,1 ± 0,7	4,9 ± 0,2
Holocelulose	55,63 ± 0,8	65,4 ± 0,5

Os dados demonstram que o pré-tratamento da casca de *E. grandis* promoveu alterações significativas em sua composição química, o que influencia diretamente no seu potencial de produção de bioetanol. A redução do teor de extrativos e de cinzas é positiva, pois ambos podem dificultar as etapas subsequentes de hidrólise e fermentação. A lignina total apresentou pequena redução, o que é importante uma vez que, a lignina atua como barreira física e química à liberação dos açúcares fermentescíveis.

O aumento no teor de holocelulose, após o pré-tratamento, evidencia que a casca de *E. grandis* possui maior disponibilidade de polissacarídeos estruturais, como celulose e hemiceluloses, os quais constituem frações fundamentais para a obtenção de açúcares fermentescíveis e, conseqüentemente, para a produção de bioetanol.

O desenvolvimento de materiais lignocelulosicos para a produção de bioetanol ainda encontra vários obstáculos. Essas restrições incluem o baixo rendimento do bioetanol, altos custos de produção e a presença de inibidores que podem reduzir a fermentabilidade da celulose e da hemicelulose em bioetanol (Andika et al. 2023).

Considerações Finais

Os resultados evidenciam o impacto do pré-tratamento sobre a composição química da casca. O pré-tratamento promoveu a redução de extrativos, lignina e cinzas, enquanto aumentou a concentração relativa de holocelulose, que são os principais componentes

de interesse para a produção de bioetanol. Esses ajustes na composição química tornam a biomassa pré-tratada mais adequada para uso nas biorrefinarias.

Referências

- ANDREW, J. *et al.* Beneficiation of eucalyptus tree barks in the context of an integrated biorefinery – Optimisation of accelerated solvent extraction (ASE) of polyphenolic compounds using response surface methodology. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, v. 18, p. 100327, dez. 2020.
- ASTM International. *Standard Test Method for Ash in Wood* — ASTM D1102-84 (Reapproved 2007). West Conshohocken, PA: ASTM International, 2007
- GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWING, C. H. (Ed.). *Lignins: Occurrence, formation*. New York: Wiley Interscience, 1971. p. 241-266.
- IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. *Relatório Anual Ibá 2023*. São Paulo: Ibá, 2023. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf>
- LIMA, L.; MIRANDA, I.; KNAPIC, S.; QUILHÓ, T.; PEREIRA, H. Chemical and anatomical characterization, and antioxidant properties of barks from 11 *Eucalyptus* species. *European Journal of Wood and Wood Products*, v. 76, p. 783-792, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00107-017-1247-y>
- MORAIS, João Paulo Saraiva; ROSA, Morsyleide de Freitas; MARCONCINI, José Manoel. *Procedimentos para análise lignocelulósica*. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. 54 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 236).
- ANDIKA R, et al. Chemical components from the bark layers of *Eucalyptus pellita* F Muell. **IOP Conference Series Earth and Environmental Science**, v. 1199, n. 1, p. 012027–012027, 1 jul. 2023.
- SUDHAKAR, V. NAIK, S. S. (2022). Pretreatment, Hydrolysis and Fermentation of Lignocellulosic Biomass for Bioethanol. *Current World Environment*, 17(1), 113–121. <https://doi.org/10.12944/cwe.17.1.10>
- TAPPI. *T 204 om-88: Solvent extractives of wood and pulp*. Atlanta, GA: TAPPI Press, 1988
- TAPPI. *T 264 om-88: Preparation of wood for chemical analysis*. Atlanta, GA: TAPPI Press, 1996
- TAPPI. *T 222 om-98: Acid-insoluble lignin in wood and pulp*. Atlanta, GA: TAPPI Press, 1999.

**Valorização de finos de carvão vegetal para produção de pellets e briquetes:
potencial energético para usos industriais e domésticos**

**María Dolores Meza Sanabria¹, Wilfredo Tello Zevallos², Paulo Fernando
Trugilho¹, Douglas Lamounier Faria¹, Thiago de Paula Protasio¹**

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-20 –Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ecologia e Conservação/ICN–Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

maria.sanabria@estudante.ufla.br, wilfredo.tello@estudante.ufla.br,
trugilho@ufla.br , douglas.faria3@ufla.br, thiagoprotasio@ufla.br

Palavras-chave: biocombustíveis sólidos, carvão vegetal, bio-óleo, lignina, bioenergia.

A geração de finos de carvão vegetal representa um passivo ambiental e econômico relevante na cadeia produtiva desse insumo energético. Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar alternativas de valorização desses resíduos por meio da produção de briquetes e pellets utilizando diferentes aglutinantes e proporções, visando à obtenção de biocombustíveis sólidos de alto desempenho energético e mecânico. Para os briquetes, serão utilizados finos de carvão vegetal misturados com bio-óleo em cinco proporções (5%, 7,5%, 10%, 12,5% e 15% em base seca), sendo o material compactado em uma briquetadeira de extrusora marca NESHERMAQ, modelo Carvopress 200, e em uma briquetadeira de rolos marca LIPPEL Metal Mecânica, modelo LB-10. Para os pellets, serão produzidos lotes com adição de lignina (0%, 2%, 5%, 8% e 10%) e três níveis de umidade controlada (10%, 20% e 30%), em peletizadora da marca ENG MAQ, com matriz plana de 6 mm de diâmetro. Após a conformação, todos os biocombustíveis serão submetidos à secagem em estufa a temperatura controlada (60–80 °C) até a massa constante, garantindo teor final de umidade entre 8–12%. Esse procedimento assegurará a estabilidade física dos pellets e briquetes, evitando degradação térmica dos aglutinantes e permitindo condições adequadas para os ensaios mecânicos subsequentes. A caracterização da qualidade incluirá ensaios físicos e mecânicos (densidade aparente, índice de durabilidade, resistência à compressão e absorção de umidade), energéticos (poder calorífico e análise de combustão) e análises imediatas (teores de materiais voláteis, cinzas e carbono fixo). O delineamento experimental será conduzido em esquema fatorial, avaliando os efeitos das diferentes proporções de aglutinantes e dos níveis de umidade. Os dados serão submetidos à análise de variância (ANOVA) e, além disso, serão ajustados modelos de regressão para verificar tendências de resposta das propriedades em função das doses de aglutinantes e umidade. Espera-se que a utilização de bio-óleo nos briquetes e lignina nos pellets proporcione melhorias significativas na densidade, resistência mecânica e durabilidade, ampliando o potencial energético e a aplicabilidade dos produtos obtidos. O estudo contribuirá para o aproveitamento sustentável de resíduos da cadeia do carvão vegetal e para o desenvolvimento de biocombustíveis sólidos adequados tanto ao uso doméstico quanto ao industrial.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Sinal isotópico de $\delta^{13}\text{C}$ em *Cedrela fissilis* Vell. como indicador de condições ambientais em floresta tropical sazonalmente seca

Kaick Coelho de Sousa¹, Gabriel de Assis Pereira¹, Lucas Guimarães Pereira², Mayara de Ferreira Lima¹, Maria Eduarda Santana Ferreira¹, Ana Carolina Barbosa¹

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência Florestal/ESALQ/USP – Universidade de São Paulo (USP)

CEP 13418-900 – Piracicaba, SP – Brasil

Kaick.coelho888@gmail.com, gabriel_assispereira@hotmail.com,
lucas.pereira13@estudante.ufla.br, mayaraliima218@gmail.com,
maria.ferreirall@estudante.ufla.br, anabarbosa@ufla.br

Palavras-chave: Isótopo de carbono; Dendrocronologia tropical; Anéis de crescimento.

A dendrocronologia isotópica, que relaciona anéis de crescimento e isótopos estáveis, é importante para reconstruir condições ambientais. Em períodos de seca, o fechamento estomático reduz a entrada de CO_2 e aumenta a incorporação de ^{13}C , enquanto em épocas úmidas predomina o ^{12}C . Assim, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ na celulose refletem variações ambientais durante a formação dos anéis. Na região Norte de Minas Gerais, o clima semiárido e as chuvas irregulares intensificam a escassez hídrica, agravada pelas mudanças climáticas. Avaliar respostas fisiológicas às variações hídricas e térmicas ajuda a compreender esses efeitos e a orientar estratégias de conservação. Propõe-se, então, desenvolver uma cronologia de $\delta^{13}\text{C}$ a partir de séries de anéis de crescimento anuais de *Cedrela fissilis*, para investigar as relações entre as variações isotópicas e as variáveis climáticas, bem como as estratégias fisiológicas da espécie em um ambiente de Floresta Tropical Sazonalmente Seca. A partir da extração de α -celulose de cada anel de crescimento de seis árvores já datadas, será realizada análise isotópica por espectrometria de massa com razão isotópica (IRMS) acoplado a um analisador elementar (EA-IRMS). Posteriormente, serão coletados dados climáticos históricos da região (precipitação, temperatura, umidade relativa e déficit de pressão de vapor), que serão correlacionados aos valores de $\delta^{13}\text{C}$. Em seguida às análises de Correlação δC -Clima e Componentes Principais (PCA) para investigar padrões entre variáveis isotópicas, fisiológicas e climáticas, estes, utilizando a equação de Farquhar *et al.*, (1982). A cronologia isotópica permitirá revelar a dinâmica hídrica da espécie e apoiar estudos em ecofisiologia, clima e conservação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



CIÊNCIAS DA SAÚDE



Estudantes do Sexo Feminino apresentam Maiores Escores de Estresse Percebido

Darlene Isabel Ferreira¹, Felipe Freitas Leite do Prado Amorim¹, Alan Eduardo Seglin Mendes¹, Paula Midori Castelo², Débora Ribeiro Orlando¹, Eric Francelino Andrade¹

¹Faculdade de Ciências da Saúde/Departamento de Medicina – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Ciências Farmacêuticas - Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) Caixa Postal 30.780 CEP 09913-030– São Paulo, SP – Brasil

{darlene.ferreira, felipe.amorim2, alaneduardo}@estudante.ufla.br, paula.castelo@unifesp.br, {debora.orlando, eric.andrade}@ufla.br

Palavras-chave: Estresse, Estudantes Universitários, Percepção Subjetiva.

O estresse é uma resposta natural do organismo às situações que exigem adaptação, mas quando se torna intenso ou prolongado compromete a saúde física e mental. No contexto acadêmico, ele pode estar associado às múltiplas demandas enfrentadas pelos estudantes em suas vidas acadêmicas, sociais e pessoais. Além disso, a percepção de estresse pode variar conforme o sexo biológico, influenciado por fatores hormonais e culturais. Desta forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar e comparar os escores de estresse percebido em estudantes universitários. Participaram do estudo 757 estudantes. Destes, 511 mulheres com idade de 24.7 anos (± 7.0) e 246 homens com idade de 26,3 anos (± 9.3). Os participantes responderam um formulário on-line (*Google Forms*) que continha um questionário sociodemográfico e a Escala de Estresse Percebido (PSS-14). O PSS-14 é um instrumento previamente validado de autorrelato composto por 14 itens que avaliam a frequência com que os indivíduos vivenciaram, nas últimas semanas, situações percebidas como imprevisíveis, incontroláveis ou estressantes. As questões utilizam uma escala do Likert de 5 pontos, contemplando tanto itens formulados de maneira negativa quanto positiva, o que permite mensurar de forma abrangente a percepção subjetiva de estresse. Foi utilizado o método de coleta snowball, no qual cada participante divulgou o questionário a seus pares. Os dados sociodemográficos foram descritos por médias, e os escores da PSS-14 comparados pelo teste t de Student ($p < 0,05$). A maioria dos participantes era composta por estudantes de graduação, correspondendo a 96% do grupo feminino e 95% do masculino, enquanto o restante representou a pós-graduação. Verificou-se que as participantes do sexo feminino apresentaram maiores escores na PSS-14 ($\bar{x}$: 34; Md: 28–40) em comparação aos do sexo masculino ($\bar{x}$: 28; Md: 22–36), evidenciando uma diferença expressiva entre os grupos, com potencial impacto clínico e social na saúde mental dessas estudantes. Conclui-se que estudantes do sexo feminino apresentam maior percepção de estresse, o que reforça a necessidade de políticas públicas e estratégias institucionais direcionadas para a promoção do bem-estar e a redução de desigualdades no ambiente acadêmico.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise da representatividade celular e da coleta adequada de lâminas citopatológicas da cidade de Varginha – MG

Maíra Gabrielle de Abreu Ribeiro - Biomédica, Aluna Especial, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, UFLA. Contato: maira.ribeiro@estudante.ufla.br

Eric Francelino Andrade - Orientador, Departamento de Medicina, UFLA, Contato: eric.andrade@ufla.br

O câncer do colo do útero representa um dos principais problemas de saúde pública no Brasil, sendo a quarta causa de morte por neoplasia entre mulheres. O exame citopatológico (Papanicolau) é considerado o método mais eficaz e acessível para detecção precoce de lesões precursoras, porém sua efetividade depende diretamente da qualidade da coleta e da representatividade celular. Este estudo teve como objetivo avaliar a adequabilidade das lâminas citopatológicas coletadas em unidades de saúde da cidade de Varginha – MG, essencial para obtenção de diagnósticos fidedignos. A pesquisa consistiu na análise retrospectiva de laudos laboratoriais obtidos no sistema informatizado do programa SISCOLO do município, provenientes de 16 unidades de saúde. Foram analisados 1.571 exames quanto à representatividade celular, adequabilidade da amostra e fatores de obscurecimento. Os resultados evidenciaram que a junção escamo-colunar (JEC), essencial para diagnósticos confiáveis, esteve presente em apenas 51,9% das lâminas, sendo que o restante apresentava somente células escamosas isoladas, o que pode gerar um resultado falso-negativo em relação a metaplasia. Do total de lâminas analisadas, 4,3% (n=68) apresentaram fatores de obscurecimento, sendo que destas 5,8% foram insatisfatórias. Dentre os fatores de obscurecimento presentes pode-se citar obscurecimento hemorrágico (32,3%), purulento (20,5%), dessecado (29,4%) e espesso (11,7%). Verificou-se ainda que a representatividade da JEC foi mais frequente entre mulheres de 21 a 50 anos, reduzindo-se após a menopausa. Conclui-se que, embora a taxa de amostras insatisfatórias tenha sido baixa, a ausência da JEC em quase metade das coletas compromete a qualidade diagnóstica do exame, reforçando a necessidade de capacitação contínua dos profissionais de saúde e padronização dos procedimentos de coleta. Essas medidas são fundamentais para fortalecer os programas de rastreamento e reduzir a mortalidade por câncer do colo do útero.

Palavras-chave: Câncer do colo do útero, exame Papanicolaou, adequabilidade da amostra.

Consumo de alimentos ultraprocessados: relação com a saúde bucal de adolescentes (PeNSE 2019)

Larissa Vieira Toledo¹, Hemily Lopes Menezes Silvério¹, Nathália Luíza Ferreira²,
Daniela Reis Moreno¹, Stela Márcia Pereira Dourado³

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Nutrição – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Medicina - Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

larissa.toledo3@estudante.ufla.br, hemily.silverio2@estudante.ufla.br,
nathalia.luiza@ufla.br, daniela.moreno@estudante.ufla.br,
stelapereira@ufla.br

Palavras-chave: Adolescentes; Alimentos Industrializados; Saúde Bucal.

A adolescência representa um período crítico do desenvolvimento físico, cognitivo, social e emocional. Devido aos desafios adaptativos dessa fase e à crescente independência em relação aos pais, os adolescentes tornam-se mais suscetíveis a comportamentos de risco, como escolhas alimentares inadequadas, que podem impactar negativamente sua saúde bucal e gerar consequências para seu estado de saúde. Assim, o objetivo do estudo foi analisar a associação entre o consumo de alimentos ultraprocessados (AUP) e indicadores de saúde bucal em adolescentes brasileiros participantes da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar de 2019, em uma amostra de 124.898 estudantes. Foi realizada a análise descritiva das variáveis e calculadas as suas proporções. O teste Qui-Quadrado de Pearson, foi utilizado para avaliar as associações entre as variáveis independentes e os AUPs. As associações entre o consumo alimentar, a frequência de escovação dentária e os desfechos de saúde bucal foram avaliadas por meio de Regressão Logística Múltipla, estimando-se Odds Ratio e IC95%, com valor de $p < 0,05$. O *software* utilizado foi o SPSS na versão 22.0. Como resultado, o consumo regular de *fast food* e refrigerantes foi mais frequente entre os meninos. Jovens com consumo regular de *fast food* apresentaram 29% mais chances de relatar dor dentária nos últimos seis meses (OR=1,29; IC95%: 1,13–1,47), enquanto aqueles que consumiam refrigerantes regularmente tiveram 22% mais chances (OR=1,22; IC95%: 1,14–1,31). Entre os consumidores regulares de refrigerantes, também foi observada uma chance 15% maior de consulta odontológica no último ano (OR=1,15; IC95%: 1,07–1,24). A escovação frequente (≥ 2 vezes/dia) foi fator protetivo, reduzindo em 39% a chance de dor dentária (OR=0,61; IC95%: 0,53–0,71). Conclui-se que o consumo de AUP está associado a piores indicadores de saúde bucal em adolescentes, evidenciando a importância de estratégias preventivas e educativas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG.

Dependência em vídeos curtos está associada à piores escores de bem-estar psicológico em estudantes de Ciências da Saúde

Maíra Gabrielle de Abreu Ribeiro - Biomédica, Aluna Especial, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, UFLA. Contato: maira.ribeiro@estudante.ufla.br

Aline Cristina de Resende - Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, UFLA. Contato: aline.resende3@estudante.ufla.br

Bárbara Furlan Andrade - Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, UFLA. Contato: barbara.andrade5@estudante.ufla.br

Darlene Isabel Ferreira – Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, UFLA. Contato: darlene.ferreira@estudante.ufla.br

Débora Ribeiro Orlando - Orientador, Departamento de Medicina, UFLA, Contato: debora.orlando@ufla.br

Eric Francelino Andrade - Orientador, Departamento de Medicina, UFLA, Contato: eric.andrade@ufla.br

A popularização dos vídeos curtos revolucionou o consumo digital entre jovens, mas o uso excessivo dessas plataformas tem sido associado a prejuízos no bem-estar psicológico. Este estudo busca avaliar a relação entre a dependência de vídeos curtos e os níveis de bem-estar psicológico entre eles. Os participantes foram recrutados on-line por meio da plataforma Google Forms, que incluiu um questionário sociodemográfico, a Escala de Vício em Vídeos Curtos (SVAS) e o Questionário Geral de Saúde (GHQ-12). A amostra foi composta por 299 discentes, sendo 214 mulheres e 85 homens, com idade média de 26,41 anos. Os dados foram analisados no software GraphPad Prism utilizando o coeficiente de correlação de Spearman (ρ) para avaliar a associação entre os escores do SVAS e os domínios do GHQ-12 (Ansiedade/Disfunção Social, Depressão e Escore Total). Considerou-se nível de significância de $\alpha = 0,05$, com interpretação da força das correlações segundo a magnitude de ρ . A análise de correlação demonstrou forte associação entre as dimensões do GHQ-12, destacando-se a relação entre Depressão e Escore Total ($r = 0,95$) e entre Ansiedade/Disfunção Social e Escore Total ($r = 0,84$). Além disso, Ansiedade/Disfunção Social correlacionou-se positivamente com Depressão ($r = 0,64$). Em relação à dependência em vídeos curtos (SVAS), observaram-se correlações de magnitude moderada com Ansiedade/Disfunção Social ($r = 0,39$), Depressão ($r = 0,41$) e Escore Total ($r = 0,44$). Esses achados indicam que níveis mais elevados de sintomas ansiosos e depressivos estão fortemente relacionados ao comprometimento global da saúde mental, enquanto a dependência em vídeos curtos se associa de forma consistente, porém menos intensa, a essas dimensões.

Palavras-chaves: vício, vídeos curtos, bem-estar psicológico.

Agradecimentos: PIBIC UFLA.

Relação do consumo alimentar, distúrbios de sono e atividade física entre adolescentes: análise de inquéritos de base populacional de países em desenvolvimento**Hemily Lopes Menezes Silvério¹, Bruno Del Bianco Borges², Nathália Luíza Ferreira³**¹Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil²Departamento de Medicina - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil³Departamento de Nutrição – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

hemily.silverio2@estudante.ufla.br; bruno.borges@ufla.br; nathalia.luiza@ufla.br

Palavras-chave: Hábitos alimentares; Adolescentes; Comportamentos de saúde.

A adolescência é um período crítico para a consolidação de hábitos alimentares, padrões de sono e níveis de atividade física, fatores que podem impactar diretamente a saúde a curto e longo prazo. O consumo crescente de alimentos ultraprocessados (AUP), associado à redução da ingestão de alimentos *in natura* ou minimamente processados, tem sido apontado como um dos principais determinantes para o avanço da obesidade e demais doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) nessa população. Além disso, padrões de sono inadequados, dietas ricas em AUP e prática insuficiente de atividade física interagem de forma sinérgica e cíclica, favorecendo alterações metabólicas, desregulação hormonal e maior risco cardiovascular. O presente estudo teve como objetivo avaliar a associação entre o consumo de AUP, distúrbios de sono e níveis de atividade física em adolescentes de 45 países em desenvolvimento. Trata-se de estudo ecológico baseado em dados do Global School-based Student Health Survey (GSHS, 2015-2025) e da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE 2015). As análises descritivas e inferenciais (Qui-Quadrado de Pearson) foram conduzidas no software SPSS 22.0. Foi construído um saldo global de marcadores de saúde, calculado pela diferença entre a soma dos comportamentos saudáveis e não saudáveis em cada região da Organização Mundial de Saúde (OMS). Os resultados mostraram que 47,5% dos adolescentes consumiam refrigerantes todos os dias e 61,2% consumiam *fast food* pelo menos uma vez na semana, enquanto a prática de atividade física permaneceu em níveis reduzidos em todas as regiões. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas entre regiões da OMS para consumo de frutas ($p=0,035$), *fast food* ($p<0,001$), insônia ($p=0,002$), transporte ativo ($p=0,008$) e comportamento sedentário ($p=0,001$). As prevalências de insônia e comportamento sedentário foram mais elevadas nos países com IDH mais alto. No saldo global de marcadores de saúde, a África apresentou saldo positivo (+7,1 p.p.), enquanto o Mediterrâneo Oriental concentrou os piores resultados (-10,0 p.p.). Além disso, verificou-se que o maior consumo de legumes e verduras esteve relacionado a níveis mais elevados de atividade física ($\beta=1,34$; $p=0,034$) e a maior prevalência de distúrbios de sono por preocupações associou-se ao menor consumo desses alimentos ($\beta=-1,89$; $p=0,014$). Os resultados apontam para desafios comuns, porém modulados pelo contexto. Respostas efetivas requerem intervenções coordenadas no ambiente alimentar e no cuidado psicossocial de adolescentes.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG.

TRATAMENTO COM ÁCIDOS HÚMICOS MELHORA A GLICEMIA E CREATININA SÉRICA EM MODELO MURINO DE DEPLEÇÃO ESTROGÊNICA

Hellen Paulo Silva¹, Thays Cristina dos Santos¹, Maria Luiza Nonato Salvador², Camilly Almeida da Silva², Leonardo Barros Dobbss³, Eric Francelino Andrade¹,

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - Departamento de Medicina – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Nutrição - Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

hellen.silva7@estudante.ufla.br, thays.santos1@estudante.ufla.br,
maria.salvador@estudante.ufla.br, camilly.silva@estudante.ufla.br,
leonardo.dobbss@ufvjm.edu.br, eric.andrade@ufla.br

Palavras-chave: glicemia; creatinina; ácido húmico.

Área do trabalho: Ciências da Saúde – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.

A deficiência estrogênica decorrente da menopausa está associada a alterações metabólicas e comprometimento da função renal, podendo ser estudada em modelos experimentais de ovariectomia (OVX). Os ácidos húmicos (AH), compostos orgânicos de origem vegetal com reconhecidas propriedades antioxidantes e moduladoras de processos metabólicos, têm sido investigados como potenciais agentes terapêuticos. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tratamento com AH sobre os níveis séricos de glicose e creatinina em camundongos ovariectomizados. Foram utilizados 24 camundongos fêmeas da linhagem C57BL/6J, distribuídos nos grupos SHAM, SHAM+AH, OVX e OVX+AH. O AH foi administrado diariamente por gavagem oral, na dose de 0,3 mg/kg/dia, durante 28 dias. Ao final do experimento, os animais foram eutanasiados e o sangue foi coletado para avaliação das concentrações séricas de glicose e creatinina. Observou-se que os animais do grupo OVX apresentaram maiores valores de glicemia ($150,6 \pm 7,9$ mg/dL) em comparação ao grupo SHAM ($120,9 \pm 7,7$ mg/dL; $p < 0,0001$). De forma semelhante, as concentrações de creatinina foram maiores no grupo OVX ($3,3 \pm 0,4$ mg/dL) em relação ao grupo SHAM ($2,08 \pm 0,2$ mg/dL; $p < 0,0001$). O tratamento com AH reduziu esses parâmetros nos animais ovariectomizados, sendo que a glicose no grupo OVX+AH foi de $128,7 \pm 6,4$ mg/dL ($p < 0,05$ vs. OVX), enquanto a creatinina foi de $2,4 \pm 0,3$ mg/dL ($p < 0,05$ vs. OVX). Conclui-se que o AH apresenta potencial terapêutico como modulador do metabolismo da glicose e preservador da função renal em modelo experimental de depleção estrogênica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG (APQ-01100-24), CAPES e CNPq.

Efeitos de extratos de linhaça e amoreira sobre a morfologia da parede da aorta torácica de ratas ovariectomizadas

Ana Júlia Pose Martins¹, Hemily Lopes Menezes Silvério², Bruno Del Bianco Borges³

^{1,2} Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³ Departamento de Medicina - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ana.martins13@estudante.ufla.br; hemily.silverio2@estudante.ufla.br;
bruno.borges@ufla.br;

Palavras-chave: Deficiência estrogênica, aorta, compostos fenólicos

A deficiência de estrogênio, decorrente da falência ovariana natural ou induzida por ovariectomia (ovx), está associada a alterações metabólicas e vasculares, podendo comprometer a integridade da parede arterial. Produtos naturais ricos em compostos fenólicos e com alto poder antioxidante têm demonstrado eficácia em modelos com deficiência estrogênica, sendo investigados como alternativas para redução dos efeitos causados no organismo feminino sem ação estrogênica. O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações morfo-histológicas da artéria aorta torácica de ratas ovariectomizadas submetidas a diferentes suplementações. Ratas Wistar adultas foram divididas em cinco grupos: animais ovx tratadas por 60 dias com extrato de linhaça (*Linum usitatissimum* L.), extrato de amoreira (*Morus nigra* L.), estrogênio ou salina, e grupo sham (cirurgia simulada/salina). Após eutanásia, as aortas torácicas foram coletadas, fixadas em formol e submetidas a processamento histológico. Os cortes (5 µm) foram corados com Hematoxilina-Eosina (HE) ou Picrosírius. As imagens foram adquiridas em microscópio de luz (40x) e analisadas no software ImageJ. Foram analisadas a espessura da túnica média, túnica adventícia, quantificação das lamelas elásticas e densidade de células musculares lisas na túnica média. A densidade celular, das células musculares, foi calculada pela razão entre o número total de núcleos e a área analisada (células/µm²). Para Picrosírius, as imagens serão convertidas em 8-bit, submetidas à análise de “Threshold” e a porcentagem de fibras colágenas calculada como média por animal. Todas as análises foram realizadas em quatro imagens por animal, sendo posteriormente calculada a média. As análises estatísticas foram realizadas no SPSS (IBM SPSS Statistics, versão 22.0) e a distribuição dos dados foi não normal (Shapiro–Wilk) e os resultados foram expressos como mediana (P25–P75). Para a espessura da túnica média (µm), as medianas foram: Sham 98,6 (65,3–107,6); OVX 65,7 (61,4–106,6); Estradiol 72,1 (60,5–103,6); Linhaça 70,5 (64,6–108,9); Amoreira 89,1 (65,5–111,9). Para a túnica adventícia (µm), observaram-se: Sham 44,4 (38,7–55,6) e OVX 47,2 (29,9–57,5); número de lamelas elásticas e densidade de células musculares lisas apresentaram medianas próximas a 9,54 e 3,5x10⁻³, respectivamente, entre os grupos (Kruskal–Wallis, p>0,05). O teste de Kruskal–Wallis não indicou diferenças significativas entre os grupos para todas as análises (p>0,05). A quantificação de fibras colágenas por Picrosírius está padronizada e em andamento para inclusão na análise estatística. Apesar de resultados prévios do laboratório demonstrarem alterações na reatividade vascular entre os diferentes grupos, os dados indicam que tanto a falta de estrogênio quanto as diferentes suplementações não foram capazes de promoverem alterações morfo-histológicas significativas na aorta torácica. A análise das fibras colágenas ainda em andamento poderá complementar esses achados.

Agradecimentos: o autor agradece o apoio da CAPES.

Relação entre fisiologia oral e obesidade em adultos: Estudo preliminar transversal

Sarah Ferreira Mattos Alcântara¹, Michele Fátima Rezende², Tamyres de Lima Fernandes¹, Maria Carolina Fiche Pereira¹, Luciano José Pereira¹

¹Departamento de Medicina – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Nutrição – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

sarah.alcantara@estudante.ufla.br, michele.rezendel@estudante.ufla.br, tamyres.fernandes@estudante.ufla.br, maria.pereira22@estudante.ufla.br, lucianojosepereira@ufla.br

Palavras-chave: Fisiologia Oral, obesidade, mastigação.

A obesidade, doença multifatorial em crescente prevalência, está associada a vários fatores, tanto comportamentais quanto metabólicos. Estudos recentes têm mostrado uma associação entre a fisiologia oral e a predisposição para obesidade, com evidências de que as disfunções nesse sistema impactam diretamente o consumo alimentar. Este estudo teve como objetivo avaliar a relação entre fisiologia oral, características antropométricas e os fatores socioeconômicos. Trata-se de um estudo transversal, que incluiu adultos entre 19 e 59 anos, de ambos os sexos. Um total de 49 voluntários, com dentição natural, foi recrutado de forma aleatória para comparecer à Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais. Todos responderam a um questionário de anamnese e foram avaliados quanto ao Índice de Massa Corpórea (IMC) e exame clínico intraoral. Foram avaliadas a força máxima de mordida máxima (FMM), limiar de deglutição (LD) - número de ciclos mastigatórios até a urgência de deglutir e fluxos salivares estimulado (FE) e não estimulado (FNE), bem como escolaridade e renda. Observou-se que somente o sexo influenciou na força de mordida, em que os homens apresentaram FMM significativamente maior que as mulheres ($p < 0,05$). Houve também correlação positiva significativa entre as variáveis IMC e idade, mostrando que quanto maior a idade do indivíduo, maior também o seu IMC ($r = 0,324$; $p < 0,05$). Concluiu-se que as variáveis de fisiologia oral não foram associadas a variação do IMC na amostra estudada. Porém, o sexo masculino apresentou maior força de mordida e a idade foi fator associado a variação do IMC. Mais estudos em outras faixas etárias e com amostras mais representativas em delineamento longitudinal são ainda necessários para confirmar tais achados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.

Doença periodontal modula a microbiota intestinal e promove disfunção coronária em ratos naturalmente envelhecidos: melhora com β -glucana oral

Grazielle Caroline da Silva¹, Victor Satler Pylro², Luciano José Pereira¹

1 Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde/ FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil.

2 Departamento de Biologia/ DBI – UFLA

grazielle.silva1@ufla.br, victor.pylro@ufla.br, lucianojosepereira@ufla.br

Palavras-chave: disfunção endotelial, microbiota, inflamação

Introdução: A doença periodontal (DP) é um fator de risco para doenças cardiovasculares (DCV) e o envelhecimento potencializa esse risco pela redução da resposta imunológica. Apesar disso, os mecanismos dessa associação permanecem pouco esclarecidos, com destaque para o papel da microbiota intestinal. **Objetivo:** avaliar se o envelhecimento e a DP modulam a composição da microbiota intestinal e a função vascular, além de verificar o papel do β -glucano nessas alterações. **Métodos:** Foram utilizados ratos jovens (12 semanas) e de meia-idade (57 semanas) ($n = 8/\text{grupo}$), distribuídos em seis grupos (Sham, DP, Sham + β -glucano, DP + β -glucano). A DP foi induzida por ligadura nas duas últimas semanas do tratamento oral de quatro semanas com β -glucano (50 mg/kg/dia). A composição da microbiota foi avaliada por sequenciamento do rDNA 16S, a função vascular da artéria coronária por miógrafo e a quantificação de óxido nítrico (NO) pelo método de DAN. **Resultados:** A idade avançada e a DP reduziram a diversidade microbiana, aumentando a abundância de gêneros patogênicos (*Clostridium*, *Desulfovibrio*, *Treponema*, *Prevotella*) de 3% em jovens Sham para 20,5% em meia-idade com DP. O β -glucano reduziu essa proporção para 13,3% (meia-idade DP + β -glucano) e 4,8% (meia-idade Sham + β -glucano). Os gêneros benéficos (*Bifidobacterium*, *Blautia*, *Lactobacillus*) caíram de 45,1% (jovens Sham) para 28,1% (meia-idade DP), mas se recuperaram parcialmente com o tratamento (31,6% em DP tratados; 46,1% em Sham tratados). O envelhecimento e a DP foram associados à redução do relaxamento nas coronárias (ratos jovens $99,6\% \pm 4,0$, ratos meia-idade $61,8 \pm 3,39\%$ e ratos meia-idade com DP $46,5 \pm 4,5\%$). A disfunção endotelial foi marcada por diminuição da produção de NO (jovens $88 \pm 1,21 \mu\text{mol/L}$; meia-idade $64 \pm 0,89 \mu\text{mol/L}$ meia-idade DP $42,1 \pm 0,35 \mu\text{mol/L}$). O β -glucano preveniu a disfunção endotelial e a produção de NO $78,4 \pm 2,14\%$ e $72 \pm 1,64 \mu\text{mol/L}$ (meia-idade DP + β -glucano) e $99,2 \pm 1,81\%$ e $81 \pm 1,11 \mu\text{mol/L}$ (meia-idade Sham + β -glucano). Houve forte correlação negativa entre abundância patogênica e relaxamento vascular ($r = -0,7964$; $p < 0,0001$) e correlação positiva moderada com gêneros benéficos ($r = 0,5092$; $p = 0,0003$). **Conclusão:** O desequilíbrio da microbiota intestinal contribui para a disfunção vascular associada ao envelhecimento e à DP, e o β -glucano apresenta-se como estratégia promissora na prevenção de DCV relacionadas à saúde oral e intestinal.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG e CNPq

Série temporal de casos registrados de tuberculose no Brasil em população privada de liberdade e a pandemia da COVID-19, entre 2014 à 2024.

**Caroline Silva Ribeiro¹, Marcus Vinicius Ribeiro², Ana Paula Tavares Pereira³
Thelma Sáfadi⁴, Christiane Maria Barcellos Magalhães Rocha⁴, Stela Márcia
Pereira Dourado⁴**

¹Faculdade de Ciência da Saúde/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Lavras MG Brasil, ²Núcleo Aplicado em Saúde Única, PPVGCV, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Lavras MG Brasil.

[_caroline.ribeiro3}@estudante.ufla.br](mailto:{caroline.ribeiro3}@estudante.ufla.br), [_imarcusribeiro}@sou.unilavras.edu.br](mailto:{imarcusribeiro}@sou.unilavras.edu.br), [_aptavares}@gmail.com](mailto:{aptavares}@gmail.com), [_safadi, rochac, stelapereira}@ufla.br](mailto:{safadi, rochac, stelapereira}@ufla.br)

Palavras-chave: Epidemiologia, doenças bacterianas, encarcerados, SINAN, ARMAX

A tuberculose (TB) é uma doença infecciosa que se configura como um agravo persistente à saúde coletiva. No contexto brasileiro, os indicadores revelam disparidades significativas entre a população em geral e grupos em situação de vulnerabilidade. Dentre esses, destaca-se a população privada de liberdade, cuja taxa de incidência é substancialmente mais elevada. Essa condição está relacionada a fatores estruturais e contextuais, como precariedade das instalações, condições sanitárias inadequadas, superlotação, deficiência na ventilação dos ambientes e retardo no diagnóstico, os quais facilitam a disseminação, comprometem a eficácia das ações de controle e dificultam a interrupção da cadeia de transmissão. O presente estudo tem como objetivo analisar a evolução temporal dos casos de tuberculose registrados na população privada de liberdade no Brasil no período de 2014 a 2024, considerando a influência de fatores como a coinfeção por HIV, o tabagismo e a pandemia de COVID-19. Trata-se de um estudo de série temporal, utilizando banco de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). A análise foi realizada por meio de modelos ARMAX, permitindo incorporar dependências temporal e variáveis externas. Identificou-se tendência de crescimento de 12,7 casos/mês ao longo do período. Em abril e maio de 2020, registrou-se uma queda expressiva de 1.609 casos, observando-se a presença de uma dependência de 3 meses, enquanto em março de 2023, houve aumento de 1.252 casos. No modelo com

variáveis externas, HIV e tabagismo apresentaram coeficientes positivos e estatisticamente significativos, indicando associação com o aumento de casos de TB. Os resultados evidenciam que a tuberculose no sistema prisional brasileiro apresenta padrão crescente na última década avaliada, com influência significativa de fatores epidemiológicos e comportamentais como o HIV e o tabagismo. Já a queda observada em 2020 e a retomada da ascensão em 2023, podem estar relacionadas à pandemia da COVID 19. Entende-se que intervenções específicas, vigilância contínua e políticas públicas integradas são essenciais para o enfrentamento da tuberculose, nesse contexto vulnerável, especialmente diante de cenários de emergência em saúde como o da pandemia de COVID-19.

Avaliação do bem-estar e percepção da imagem corporal em mulheres praticantes de diferentes modalidades de exercício físico

Fabício Henrique Jacó da Silva¹, Maria Eduarda da Silveira Carvalho², Giovana Miranda Guedes¹, Julia de Oliveira Bessegatto¹, Andressa Carolina Tomassoni Nascimento¹, Bruna Silveira Maria de Souza¹, Ana Beatriz da Silva Reis³

Orientadora: Dr^a. Camila Souza de Oliveira Guimarães¹

¹Departamento de Medicina/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Nutrição/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Medicina/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)-

BIC Júnior

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

fabricao.silva4@estudante.ufla.br, maria.carvalho26@estudante.ufla.br,
giovana.guedes@estudante.ufla.br, julia.bessegatto@outlook.com,
andressa.nascimento@estudante.ufla.br, aninha9beatrizinha@gmail.com,
camilaquimaraes@ufla.br

Palavras-chave: Exercício Físico, Saúde da mulher; Qualidade de Vida; Autoimagem.

A prática de exercícios físicos está associada a inúmeros benefícios para a saúde física e mental, promovendo o bem estar e a qualidade de vida dos praticantes. Especialmente entre mulheres, estabelece também forte relação com questões de autoimagem corporal. O objetivo desta pesquisa é avaliar a relação entre a prática de exercício físico, bem-estar e autopercepção corporal entre mulheres, considerando os efeitos de diferentes tipos de modalidades de exercício físico. Trata-se de um estudo observacional transversal, por meio da aplicação de questionário semiestruturado, com investigação de dados sociodemográficos e hábitos de vida de mulheres fisicamente ativas, bem como o tipo e a frequência de modalidade praticada, correlacionando parâmetros de autopercepção corporal e nível de bem-estar. Espera-se que os resultados da pesquisa contribuam para ampliar o debate acadêmico sobre a saúde da mulher, incentivando abordagens interdisciplinares que considerem aspectos biopsicossociais e culturais envolvidos na relação entre a prática de atividade física, identidade corporal e saúde. Nesse sentido, entender como mulheres fisicamente ativas percebem seus corpos e como essa percepção influencia seu bem-estar emocional é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de promoção da saúde mais eficazes, inclusivas e sensíveis às questões de gênero.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.



CIÊNCIAS VETERINÁRIAS



Trans*-cinamaldeído como alternativa natural para o controle reprodutivo de fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus microplus

Aline Chaves Reis^{1,2}, Isaac König³, Rafael Neodini Remedio²

¹Departamento de Medicina Veterinária/DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Medicina/DME – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Química – Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) Caixa Postal 78060-900 – Cuiabá, MT – Brasil

aline.reis@ufla.br, isaac.konig@ufmt.br, rafael.remedio@ufla.br

Palavras-chave: Acaricida natural, controle alternativo, fenilpropanoide.

O carrapato *Rhipicephalus microplus* é um dos principais ectoparasitos de bovinos, causando perdas produtivas e econômicas expressivas e contribuindo para a disseminação de hemoparasitos. A resistência a acaricidas sintéticos compromete a eficácia do controle químico, tornando moléculas naturais, como o trans-cinamaldeído (TC) (C₉H₈O), presente em óleos essenciais de canela e outras plantas, alternativas promissoras. Este estudo avaliou os efeitos do TC no desempenho reprodutivo de fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* pelo Teste de Imersão em Adultos. Fêmeas foram expostas a concentrações de TC (1; 2,5; 5; 7,5 e 10 µL/mL) em DMSO 5%. O controle negativo foi DMSO 5% em água, e o positivo consistiu no acaricida comercial Gado Limpo® (diclorvós + clorfenvinfós). Após 5 minutos de imersão, os carrapatos foram pesados e incubados em BOD (27 ± 2 °C; 80 ± 10% UR). Após 21 dias, fêmeas e massas de ovos foram pesadas, sendo os ovos posteriormente incubados por mais 21 dias para avaliação de índice de produção de ovos, taxa de eclosão e períodos de pré-oviposição, além da porcentagem de controle. Os dados foram analisados por ANOVA one-way, seguida de Tukey (p < 0,05). O tratamento com TC a 10 µL/mL reduziu o peso da massa de ovos para 83,2 mg, valor significativamente inferior ao controle negativo (111,1 mg) e indicando efeito intermediário em relação ao controle positivo (13,1 mg). A taxa de eclosão apresentou queda significativa em 10 µL/mL (22,3%) quando comparada ao controle negativo (89,7%), embora ainda acima do valor observado no controle positivo (2,2%). O período de pré-oviposição aumentou em 10 µL/mL (3,4 dias), diferindo do controle negativo (2,2 dias). A porcentagem de controle (%C), calculada segundo Drummond et al. (1973), atingiu 80,61% em 10 µL/mL, enquanto o acaricida comercial apresentou 99,70%. Considera-se que valores acima de 90% indicam alta eficácia acaricida. Assim, embora o TC não tenha alcançado o padrão de eficácia do produto comercial, demonstrou atividade reprodutiva inibitória relevante, especialmente nas maiores concentrações testadas. Esses achados indicam que o TC é um candidato promissor para o manejo integrado e sustentável de *R. microplus*, merecendo estudos complementares para otimização de sua eficácia.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Microscopia Raman para identificação de compostos bioativos de *Momordica charantia* com potencial imunoterapêutico

Hoxana Xavier Lopes Kattah¹, Diogo Sena Couto², Breno Henrique Alves¹, José Fábio Ferreira de Souza³, Eduardo Alves³, Ana Paula Peconick¹

¹Departamento de Medicina Veterinária/FZMV-Universidade Federal de Lavras (UFLA) -Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil.

²Departamento de Biologia/ICN-Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil.

³Departamento de Fitopatologia/ESAL-Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil.

{hoxana.kattah1,diogo.couto,breno.alves2}@estudante.ufla.br,josefabioczs@gmail.com,{ealves,anappeconick}@ufla.br

Palavras-chave: imunoterapias, atividade anticancerígena, espectroscopia.

O Melão de São Caetano, nome científico *Momordica charantia*, é amplamente reconhecido por suas potenciais ações farmacológicas anticancerígenas atribuídas aos seus compostos bioativos. A Microscopia Raman (MR) foi empregada para analisar a presença e integridade dos compostos bioativos em frutos e folhas de *M. charantia*. O material vegetal (folhas e frutos) foram coletados na Universidade Federal de Lavras e abrangeu amostras frescas e secas, permitindo avaliar o efeito dos diferentes tratamentos de conservação sobre a estabilidade química desses compostos. Posteriormente as amostras foram submetidas à análise espectroscópica Raman. Os espectros foram obtidos em sistema Raman confocal modelo Alpha300 Witec, com laser de 785 nm e lentes objetivas de 10× e 50×. A análise buscou identificar similaridades em picos e curvas características correspondentes a compostos fenólicos, proteínas e outras biomoléculas associadas à atividade imunológica e anticancerígena. Os principais picos observados na MR foram identificados no intervalo de aproximadamente 1000 a 1527 cm⁻¹. Em aproximadamente 1150 cm⁻¹, 1222 cm⁻¹ e 1325 cm⁻¹ indicam a assinatura espectral da quercetina e embora alguns dos picos característicos desse composto não tenham sido claramente evidenciados nos resultados, podem ter sido atenuados pela interferência de outros componentes da matriz vegetal. Em 1510 cm⁻¹ foram observados sinais correspondentes a flavonas, de acordo com Uyeki et al. Picos associados a carotenoides surgiram em 1000 cm⁻¹ e 1527 cm⁻¹, enquanto celulose e outros componentes estruturais da parede celular foram detectados em 1095 cm⁻¹, e fenóis, taninos e lipídios em 1380 cm⁻¹ e 2900 cm⁻¹, conforme Dhanani et al. e Sanchez et al. Estes metabólitos secundários estão relacionados a atividades biológicas relevantes, incluindo ação antioxidante, anti-inflamatória e anticancerígena, caracterizando-os como compostos bioativos. A MR demonstrou-se eficaz na verificação da estabilidade desses compostos, indicando seu potencial uso em formulações farmacêuticas. Os resultados reforçam o potencial dos compostos de Melão de São Caetano como base para o desenvolvimento de imunoterapias.

Agradecimentos: UFLA, FAPEMIG, CAPES, CNPq

Abordagem terapêutica a campo em novilha com anemia grave por hemoparasitose: relato de caso

Larissa Almeida Oliveira¹, Ana Paula Peconick²

¹Departamento de Medicina Veterinária/DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, UFLA - Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Medicina Veterinária/DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Professora Associada - UFLA - Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil
larissa.oliveira20@estudante.ufla.br, anappeconick@ufla.br

Palavras-chave: Bovinos, Tristeza parasitária, Transfusão sanguínea.

As hemoparasitoses bovinas, como a tristeza parasitária, estão entre as principais causas de perdas produtivas e econômicas na pecuária. O manejo clínico rápido e assertivo é determinante para o prognóstico, sobretudo diante de quadros graves. Este trabalho descreve um caso de anaplasmosse em uma novilha holandesa de 20 meses, atendida após quatro dias de apatia, febre e hiporexia. Antes de solicitar o atendimento, o proprietário havia administrado por via intramuscular (IM) oxitetraciclina (20 mg/Kg, dose única), diminazeno (3,5 mg/Kg, IM, dose única), dipirona (25 mg/Kg, IM, dose única), ferro (400 mg, IM, dose única) e vitamina B12 (1 mg, IM, dose única) sem resposta clínica, evidenciando possível resistência da enfermidade ao tratamento inicialmente utilizado. No exame físico, observou-se apatia, mucosas pálidas-amareladas, taquicardia com arritmia (92 batimentos por minuto), taquipneia (64 movimentos respiratórios por minuto), discreta crepitação pulmonar e sinais de desidratação. Os resultados laboratoriais evidenciaram hematócrito de 10%, anemia macrocítica normocrômica, pontilhado basofílico em eritrócitos, leucocitose por neutrofilia, neutrófilos hipossegmentados, linfócitos atípicos (basofilia citoplasmática e endentação nuclear), anisocitose plaquetária, aumento do índice icterico e presença de inclusões eritrocitárias sugestivas de *Anaplasma marginale* tanto no sangue total quanto no esfregaço de ponta de orelha. Considerando a gravidade do quadro, optou-se por realizar transfusão sanguínea total, precedida de teste de compatibilidade campeiro. Administrou-se três litros de sangue de uma doadora saudável, com monitoramento constante de sinais de reação transfusional na receptora. O animal apresentou melhora imediata no estado de alerta. Instituiu-se protocolo terapêutico com imidocarb (3 mg/Kg, subcutâneo, dose única), vitamina B12 (2 mg, IM, q48 horas, cinco aplicações), flunixin meglumine (2,2 mg/Kg, IM, SID, 3 dias) e enrofloxacin (5 mg/Kg, IM, SID, 5 dias). O caso evidencia não apenas a ocorrência de resistência terapêutica frente à oxitetraciclina, mas também a viabilidade do tratamento de enfermidades graves a campo, desde que conduzido por médico-veterinário capacitado. A transfusão sanguínea, associada ao tratamento específico, mostrou-se essencial para a recuperação clínica e para a sobrevivência da novilha.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

AVALIAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Mentha pulegium* NA MORTALIDADE DE *Rhipicephalus microplus*

Luana Ferreira Marques Cordeiro², Rayane Cristina de Mello Benhame¹, Aline Chaves Reis Spuri¹, Marina Resgala Neves², Rafael Neodini Remedio¹

¹Departamento de Medicina/FCS, Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Medicina Veterinária/FZMV, UFLA

Caixa Postal 3037- 37200- 000 – Lavras, MG – Brasil

{luana.cordeiro, rayane.benhame, marina.neves2}@estudante.ufla.br,
{aline.reis, rafael.remedio}@ufla.br

Palavras-chave: controle; óleos essenciais; poejo.

O carrapato *Rhipicephalus microplus* ou carrapato-do-boi, é um ectoparasita importante para a economia agropecuária, causando danos diretos aos hospedeiros devido ao seu hábito de se alimentar de sangue, o que o torna um vetor de diferentes patógenos. Atualmente, o principal método de controle envolve o uso de acaricidas sintéticos, que causam intoxicação e contaminação ambiental. Além de selecionar cepas de carrapatos resistentes, esses desafios têm levado à busca por produtos alternativos, como os produtos derivados de plantas. O poejo (*Mentha pulegium*), muito utilizado para fins medicinais, tem demonstrado potencial acaricida. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a mortalidade de fêmeas de *R. microplus* ingurgitadas expostas ao óleo essencial (OE) de *M. pulegium*. O OE foi obtido a partir das partes aéreas de *M. pulegium*, por meio de hidrodestilação em aparelho do tipo Clevenger. Os carrapatos *R. microplus* foram coletados em diferentes propriedades leiteiras no município de Viçosa, e foram selecionados apenas os indivíduos que apresentaram integridade estrutural e locomoção. Em seguida, os carrapatos foram imersos durante cinco minutos no óleo essencial de poejo nas concentrações de 2,5, 5, 10, 15 e 20 µL/mL (T1-T5) em solução aquosa de dimetilsulfóxido (DMSO) a 10%. Foram estabelecidos dois controles negativos, em que os animais foram expostos à água destilada (C1) e à solução aquosa de DMSO a 10% (C2), bem como um grupo controle positivo (C+), em que os animais foram imersos em solução comercial de deltametrina. O experimento foi realizado em triplicata, em grupos contendo cinco animais cada (n = 15 carrapatos/grupo). Ao final do terceiro dia de observação, foi registrado o número de carrapatos mortos. Foram registradas 4 mortes no grupo tratado com a concentração de 2,5 µL/mL e 9 mortes no grupo tratado com 5 µL/mL. Nas concentrações de 10 µL/mL e 15 µL/mL, todos os carrapatos estavam mortos. Já na concentração de 20 µL/mL, foram observadas 14 mortes. Nos controles negativos, não houve mortes, e no controle positivo apenas dois carrapatos morreram. As mortes foram detectadas a partir do estímulo de gás carbônico e pinça. Os resultados deste estudo, demonstram 100% mortalidade de carrapatos resistentes à deltametrina na concentração de 10 µL/mL, reforçando o significativo potencial do óleo essencial de *M. pulegium* como uma alternativa eficaz no controle do carrapato *R. microplus*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Farmacocinética, índices de predição de eficácia e simulações de Monte Carlo da enrofloxacin para o tratamento da colibacilose em frangos

Larissa Alessandra Felix¹, Beatriz Monte Egito¹, Lillian Pereira Gouvêia¹, Lucas Wamser Fonseca Gonzaga¹, Sibely Aiva Flores¹, Marcos Ferrante¹

¹ Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{felix_larissaa@outlook.com, beatriz.egito@hotmail.com,
gouveialillian@gmail.com, lucaswamserfg@gmail.com,
sibelyaflores@gmail.com, marcos.ferrante@ufla.br}

Palavras-chave: Antibioticoterapia, Avicultura, Modelagem PK/PD.

A modelagem farmacocinética/farmacodinâmica (PK/PD) é uma estratégia que permite a otimização da terapia antimicrobiana, considerando características farmacocinéticas da espécie alvo e aspectos microbiológicos relevantes das bactérias. Assim, objetivou-se estabelecer um modelo PK de enrofloxacin em frangos de corte utilizando um modelo não linear de efeitos mistos, e avaliar a eficácia de diferentes esquemas de dosagem oral com base na distribuição das concentrações inibitórias mínimas (CIM) de *E. coli* para dois alvos PK/PD ($fAUC_{24}/MIC \geq 125$ e $fAUC_{24}/MIC = 28.32$). O modelo PK foi construído utilizando o software Monolix 2024R1 com base nos dados do estudo PK de Kruse (2008). O modelo PK serviu de base para simulações de Monte Carlo (dose oral única de 10, 20, 30 e 50 mg/kg) e análise da probabilidade de atingir o alvo (PTA). A PTA de cada protocolo foi avaliada conforme a distribuição das CIMs, considerando dois alvos PK/PD para garantir uma avaliação abrangente da eficácia do tratamento. O modelo PK que melhor se ajustou foi oral/extravascular, sem delay, bicompartimental com absorção de primeira ordem e eliminação linear. Dado o valor de corte epidemiológico calculado de 0.125 µg/ml, uma dose de 10 mg/kg é adequada para o alvo $fAUC_{24}/MIC \geq 28.32$, mas insuficiente para o alvo $fAUC_{24}/MIC \geq 125$, que requer uma dose mais elevada de 20 mg/kg. A modelagem PK/PD demonstrou potencial para otimização da dose com base na distribuição das CIMs, apoiando os esforços de uso racional de antimicrobianos. No entanto, estudos complementares são necessários para avaliar a capacidade preditiva desses índices e estabelecer os alvos PK/PD ideais para eficácia *in vivo*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES (88887805525/2023-00), FAPEMIG (APQ-04229-23).

Aplicação do esquema MLST 21 e MLVA 16 para análise molecular de duas *Brucella abortus* isoladas no Brasil

Jéssica Luana Felix Moreira¹, Amanda Carvalho Rosado Ferreira¹, Maria Eduarda de Souza Teixeira Campos¹, Dirceia Aparecida da Costa Custódio¹, Elaine Maria Seles Dorneles¹, Carine Rodrigues Pereira¹

¹Departamento de Medicina Veterinária, Faculdade de Zootecnia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Lavras. Campus Universitário S/N, caixa postal 3037, 37200-900, Lavras, MG, Brasil.

{jessica.moreiral@estudante.ufla.br,
amanda.ferreira4@estudante.ufla.br, maria.campos6@estudante.ufla.br,
dirceiacosta2017@gmail.com, elaine.dorneles@ufla.br,
carinepereira@ufla.br}

Palavras-chave: brucelose bovina; tipagem molecular; filogenia.

A brucelose bovina, causada por *Brucella abortus*, é uma zoonose de grande importância sanitária e econômica. A tipagem molecular precisa é essencial para estudos epidemiológicos, monitoramento de surtos e controle de doenças. Este estudo teve como objetivo caracterizar o genoma de duas cepas de *B. abortus* utilizando a técnica de Multilocus sequence typing (MLST21) e relacionar os resultados com a análise prévia de VNTR de múltiplos loci (MLVA16), incluindo outras cepas brasileiras já caracterizadas por esta técnica. Uma cepa (Bab147) de Minas Gerais, isolada de linfonodo em 2007, e uma cepa (Bab189) do Pará, isolada de ligamento cervical em 2008, tiveram seu DNA extraído usando o kit de extração da Roche®, após serem inativadas em laboratório de biossegurança nível 3. O sequenciamento completo do genoma foi realizado usando a plataforma Minion Nanopore (Oxford, UK). A qualidade das leituras foi avaliada com o software FastQC e os genomas foram montados com o Canu. Os scaffolds tiveram sua completude e contaminação avaliadas pelos programas Quast. Os alelos do MLST21 foram identificados usando o banco de dados PubMLST (<https://pubmlst.org/>). Uma análise comparativa foi realizada usando 53 genomas de linhagens previamente isoladas em vários estados brasileiros. A árvore filogenética foi realizada na plataforma Bionumerics versão 7.6. Ambas as linhagens apresentaram novos alelos exclusivos nos loci *int_hyp*, *prpE*, *csdB*, *csdB*, *mviM*, *fumC*, *ddlA* e *mutL*, com similaridade entre eles nos loci *csdB* e *mviM*. Esses novos alelos serão submetidos e depositados na plataforma PubMLST. Em relação ao MLVA16, eles também demonstraram um perfil único, tanto entre si quanto em relação às outras linhagens. A cepa Bab147 apresentou maior proximidade em MLVA16 em relação à cepa LBAB055, isolada do Rio Grande do Sul. As cepas analisadas são provenientes de diferentes estados brasileiros, o que evidencia a diversidade genética e geográfica dos isolados avaliados. A proximidade genética entre cepas originárias de diferentes regiões pode refletir padrões de circulação e transmissão que transcendem as fronteiras estaduais. Embora haja certa similaridade, os resultados indicam que os isolados representam variantes geneticamente distintas, destacando a importância da análise de caracterização epidemiológica molecular para o entendimento da diversidade genética de *Brucella abortus*, sempre relacionando informações como local e ano de isolamento, a fim de elucidar a variabilidade genética da espécie no Brasil.

Agradecimentos: CAPES, CNPq, FAPEMIG e UFLA.

Detecção molecular de *Salmonella* spp. em morcegos do Cerrado mineiro

Amanda Carvalho Rosado Ferreira¹, Beatriz Bonani Zuccolotto¹, Helena Oliveira Nobre de Sousa Andrade¹, Beatriz Alvarenga Alves¹, Leticia de Fátima Cândido¹, Thallyta Maria Vieira¹, Elaine Maria Seles Dorneles¹

¹Departamento de Medicina Veterinária/ FZMV – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{biazuccolotto@gmail.com, amandaferreira@ufla.br, helenaandrade99@gmail.com}

Palavras-chave: Quirópteros; Zoonose; Saúde única.

O interesse científico pelos morcegos tem aumentado devido ao seu papel como hospedeiros de microrganismos relevantes à saúde única. Embora a maioria dos estudos enfoque vírus, bactérias patogênicas como *Salmonella* spp. ainda são pouco investigadas. Este agente é relevante em saúde pública, associado a surtos alimentares e prejuízos produtivos, e sua detecção em morcegos contribui para compreender rotas de transmissão e subsidiar estratégias de vigilância integrada. Diante do exposto, este estudo teve como objetivo detectar a presença de DNA de *Salmonella* spp., utilizando a técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR), em amostras de morcegos das áreas abrangidas pelo projeto PELD (Projeto Ecológico de Longa Duração) Veredas. Foram realizadas duas campanhas de coleta em cada área de estudo (Vereda de Peruaçu, Vereda de Pedras e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Porto de Cajueiro (sede), com quatro noites consecutivas por área, totalizando oito noites por estação, durante a estação chuvosa (abril) e seca (outubro) de 2023. Nessa ocasião, foram coletadas amostras de sangue, fígado e baço dos animais. O DNA das amostras foi extraído utilizando o "High Pure PCR Template Preparation Kit" (Roche Molecular Systems, Suíça). O gene *ompC* foi rastreado para identificação do gênero *Salmonella* com tamanho 159 pb e com as sequências F 5' ACCGCTAACGCTCGCCTGTAT 3' e R 5' AGAGGTGGACGGGTTGCTGCCGTT 3'. Os produtos da PCR foram visualizados por eletroforese em gel de agarose a 1,5%, corado com brometo de etídio (0,5 mg/mL), utilizando o tampão de corrida Tris-borato-EDTA (TBE). As imagens do gel, foram registradas em um dispositivo transiluminador. Ao todo, foram capturados 172 morcegos, sendo 12 gêneros e 3 famílias, sendo a maioria macho [64,5% (111/172)] e adultos [97,1% (167/172)]. Em relação as amostras, foi possível coletar o sangue de 87 animais, o baço de 146 e o fígado de 80, totalizando 313 amostras analisadas. O DNA de *Salmonella* spp. foi identificado em seis morcegos de quatro espécies distintas, provenientes de duas áreas amostradas, sendo cinco registros em sangue (*Platyrrhinus lineatus*, *Artibeus lituratus* e *Glossophaga soricina*) e um em baço (*Gardnerycteris crenulatum*). Esses achados evidenciam a circulação do patógeno em diferentes espécies e localidades, indicando seu potencial papel na manutenção ambiental da bactéria. Ademais, sugerem que morcegos podem atuar como elo na interface entre fauna silvestre, animais domésticos e humanos, ressaltando a relevância de estratégias de vigilância integrada no contexto da saúde única.

Agradecimentos: os autores agradecem ao apoio financeiro da agência CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise histológica do tegumento de *Rhipicephalus microplus* expostos aos extratos de *Metarhizium* spp. e à deltametrina

Daiana de Fátima Sousa Pereira¹, Aline Chaves Reis Spuri², Filipe Elias de Freitas Soares³, Rafael Neodini Remedio²

¹Departamento de Medicina Veterinária / FZMV – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Medicina / FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Química / ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

daiana.pereira4@estudante.ufla.br, {alaine.reis, filippe.soares, rafael.remedio}@ufla.br.

Palavras-chave: Histopatologia, enzimas, toxinas.

O uso indiscriminado de acaricidas sintéticos no controle de *Rhipicephalus microplus* favorece o surgimento de cepas de carrapatos resistentes, tornando necessário o desenvolvimento de novas estratégias de controle. Os extratos de *Metarhizium anisopliae* (MA) e *Metarhizium robertsii* (MR) contêm toxinas e enzimas líticas e podem ser uma alternativa promissora. Este trabalho avaliou os efeitos dos extratos ativos e desnaturados de ambas as espécies, aplicados de forma isolada ou combinada à deltametrina, sobre a morfologia do tegumento de *R. microplus*. Cem fêmeas ingurgitadas (n = 10/grupo) foram imersas em 7 mL das respectivas soluções: água destilada (C); extrato ativo (TMA1) e desnaturado de MA (TMA2); extrato ativo (TMR1) e desnaturado de MR (TMR2); extrato ativo (TMA3) e desnaturado de MA mais deltametrina (0,5 mL/L) (TMA4); extrato ativo (TMR3) e desnaturado de MR mais deltametrina (0,5 mL/L) (TMR4); e deltametrina (0,5 mL/L) (D). Inicialmente, foi realizada a imersão dos grupos controle, em água destilada, e TMA1-TMA4 e TMR1-TMR4 nos extratos, durante quinze minutos. Após uma hora, os grupos TMA3, TMA4, TMR3, TMR4 e D foram imersos no acaricida sintético por cinco minutos. Os carrapatos foram mantidos em incubadora BOD (27,5 °C ± 1) durante sete dias para avaliação de mortalidade. Ao final do período de observação, cinco carrapatos vivos de cada grupo foram dissecados para a coleta do tegumento. As lâminas histológicas foram confeccionadas conforme técnicas de rotina. As principais alterações morfológicas observadas foram: cutícula com morfologia alterada, desaparecimento das subdivisões cuticulares, ausência parcial da subcutícula, estratificação e desorganização epitelial e núcleos picnóticos. Os resultados indicaram que os tratamentos TMA1-TMA4 e TMR2 causaram alterações significativas no órgão. Sugere-se, portanto, uma potencial contribuição dos extratos de *Metarhizium* spp. no controle de *R. microplus*.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Avaliação molecular de *Yersinia enterocolitica* em morcegos do Cerrado mineiro

Beatriz Bonani Zuccolotto¹, Helena Oliveira Nobre de Sousa Andrade¹, Beatriz Alvarenga Alves¹, Leticia de Fátima Cândido¹, Thallyta Maria Vieira¹, Amanda Carvalho Rosado Ferreira¹, Elaine Maria Seles Dorneles¹

¹Departamento de Medicina Veterinária/ FZMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{biazuccolotto@gmail.com, amandaferreira@ufla.br, helenaandrade99@gmail.com}

Palavras-chave: Quirópteros; Yersiniose; Saúde Pública.

A ocorrência de doenças infecciosas emergentes de relevância à saúde humana fez com que o interesse por morcegos, potenciais reservatórios, aumentasse. A maioria das pesquisas têm se concentrado em agentes virais, negligenciando a prevalência de bactérias patogênicas e seus impactos, como *Yersinia enterocolitica* que pode causar desde sintomas leves e inespecíficos, a gastrites e enterites graves. Diante disso, este estudo teve como objetivo detectar a presença de DNA de *Y. enterocolitica*, utilizando a técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR), em amostras de morcegos das áreas abrangidas pelo projeto PELD (Projeto Ecológico de Longa Duração) Veredas: Vereda de Peruaçu, Vereda de Pedras e Porto de Cajueiro. Realizaram-se em duas coletas (estação chuvosa — abril, e seca — outubro de 2023). Foram coletadas amostras de sangue, fígado e baço dos animais. O DNA das amostras foi extraído utilizando o "High Pure PCR Template Preparation Kit" (Roche Molecular Systems, Suíça). O gene *ail* foi rastreado para identificação da espécie *Y. enterocolitica* com tamanho 351 pb e com as sequências F 5' TTAATGTGTACGCTGGGAGTG 3' e R 5' GGAGTATTCATATGAAGCGTC 3'. Ao todo, foram capturados 172 morcegos, pertencentes a 12 gêneros e 3 famílias (Molossidae, Phyllostomidae e Vespertilionidae), sendo a maioria macho [64,5% (111/172)] e adultos [97,1% (167/172)]. Em relação as amostras, foi possível coletar o sangue de 87 animais, o baço de 146 e o fígado de 80, totalizando 313 amostras analisadas. Nas amostras de sangue analisadas, foram identificados dois animais positivos, ambos provenientes do Porto Cajueiro, pertencentes às espécies *Glossophaga soricine* e *Platyrrhinus lineatus*. Já nas amostras de baço, três indivíduos de *Platyrrhinus lineatus* apresentaram resultado positivo: dois machos e uma fêmea, sendo que dois foram encontrados na Vereda Peruaçu e um na Vereda das Pedras. Também foram detectados três exemplares positivos de *Glossophaga soricine*, um macho e duas fêmeas; dois deles vieram da Vereda das Pedras e um do Porto Cajueiro. Vale destacar que, dos morcegos positivos, dois deles apresentaram positividade tanto no sangue quanto no baço: uma fêmea de *Glossophaga soricine* e um macho de *Platyrrhinus lineatus*. Esses resultados confirmam a presença de DNA de *Yersinia enterocolitica* nas amostras analisadas ressaltando o papel desses animais como potenciais reservatórios da yersiniose.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização epidemiológica, macroscópica e histológica de casos de salmonelose em bovinos em Minas Gerais (2014-2024)

Maristela Aparecida Oliveira Dias¹, Carine Rodrigues Pereira¹, Flademir Wouters¹,
Djeison Lutier Raymundo¹, Mary Suzan Varaschin¹, Angélica T Barth Wouters¹

¹ Departamento de Medicina Veterinária – Faculdade de Zootecnia e Medicina Veterinária (FZMV) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG - Brasil

{maristelaoliveiravet@gmail.com , carinepereira@ufla.br , flademir@ufla.br,
djeison.raymundo@ufla.br, msvaraschin@ufla.br, angelica.wouters@ufla.br}

Palavras-chave: bezerros lactentes; seps; *Salmonella* sp.

A salmonelose é uma doença aguda que acomete bovinos de diversas idades, nas formas entérica ou septicêmica. Este trabalho objetiva caracterizar os casos de salmonelose diagnosticados em bovinos no período de 2014 a 2024 no Setor de Patologia Veterinária da UFLA (SPV-UFLA), quanto a achados epidemiológicos, macroscópicos e histológicos. Realizou-se estudo retrospectivo dos casos de necrópsia de bovinos oriundos das regiões Campo das Vertentes, Oeste, Sul e Sudoeste de Minas Gerais de 2014 a 2024 no SPV-UFLA. No período foram realizadas 865 necrópsias de bovinos, dos quais 53 (6,1%) foram diagnosticados com salmonelose. Com base nos achados macro e microscópicos 47 casos foram classificados como salmonelose septicêmica e 6 tiveram alterações exclusivamente entéricas. Os bovinos acometidos foram oriundos de 28 municípios distintos, refletindo ampla distribuição geográfica da doença. Bovinos destinados à produção leiteira (69,8%) foram mais afetados, com destaque para a raça Holandesa (49%). Quanto ao sexo, observou-se predominância de fêmeas (84,9%), o que foi atribuído à manutenção das fêmeas no plantel. Em relação à idade, a maioria dos casos ocorreu em bezerros lactentes (43,4%) e desmamados de 4 a 12 meses (30,2%). Os casos ocorreram todos os meses do ano, com picos em janeiro, março, novembro e dezembro, o que pode estar relacionado a condições ambientais favoráveis à multiplicação bacteriana, como umidade e temperatura elevadas, bem como prejuízo na imunocompetência atrelada a estresse térmico. Em todos os casos foi relatada medicação, geralmente direcionada a pneumonia ou tristeza parasitária bovina, indicando falhas em diagnóstico e escolha da medicação. Os principais achados de necrópsia foram mucosas pálidas (30,2%) ou amareladas (24,5%), alterações hepáticas (66%) como hepatomegalia e coloração amarelada; espessamento da parede da vesícula biliar e bile espessa (47,2%); esplenomegalia e protrusão do parênquima esplênico ao corte (56,6%); avermelhamento pulmonar com exsudação de líquido ao corte (56,6%), e alterações intestinais, como evidência de placas de Peyer (52,8%). A histopatologia revelou infiltrado linfoplasmocítico em vesícula biliar; necrose fibrinoide e infiltrado linfo-histiocítico em fígado e baço; trombose, deposição de fibrina e hiperemia pulmonares; necrose fibrinoide e hiperemia em linfonodos; e necrose intestinal com infiltrado linfo-histiocitário. Em 36% dos casos observaram-se coleções bacterianas intralesionais, principalmente em intestino, fígado e baço. Os dados ressaltam a importância da salmonelose como doença entérica e septicêmica em bovinos e reforçam a necessidade de diagnóstico, vigilância epidemiológica e medidas de biossegurança para prevenção e controle da enfermidade.

Os autores agradecem o incentivo fornecido pela CAPES pela concessão de bolsas.

FARMACOCINÉTICA E FARMACODINÂMICA DA PROGESTERONA EXÓGENA E SEUS EFEITOS NO TRATO REPRODUTOR DE ÉGUAS ACÍCLICAS – RESULTADOS PARCIAIS

**Karine Rabelo de Oliveira¹, Marcos Ferrante¹, Bárbara Azevedo Pereira Torres¹,
Miller Pereira Palhão¹**

¹Departamento de Medicina Veterinária/DMV – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

karine.oliveira2@estudante.ufla.br; marcos.ferrante@ufla.br; barbara.torres@ufla.br;
miller.palhao@ufla.br

Palavras-chave: Concentração hormonal, Hormônio exógeno, Útero.

A Transferência de Embriões (TE) é uma biotecnologia que depende da sincronização entre doadora e receptoras para seu sucesso. Para viabilizar o uso de éguas acíclicas como receptoras, utilizam-se protocolos hormonais com estrógeno(E2) e progesterona (P4). Os objetivos foram desenvolver um modelo farmacocinético/farmacodinâmico (PK/PD) da P4 exógena, avaliar a influência de características individuais e condições climáticas sobre as concentrações séricas de P4, além de avaliar seus efeitos na vascularização e biometria uterina.

O experimento foi conduzido no Centro de Reprodução Equina da UFLA, entre agosto e dezembro de 2024, com dez éguas. Todas as éguas passaram por três tratamentos: após aplicação prévia com E2, receberam 1000 mg de P4 via implante vaginal (G0), ou 900 mg de P4 injetável (G1), ou 1500 mg de P4 injetável (G2). Foram realizadas coletas seriadas de sangue, analisadas pelo método UPLC-MS/MS; e exames ultrassonográficos em modo B e Doppler, com mensurações biométricas e vasculares uterina. Os dados foram analisados pelo programa SAS, considerando o nível de significância de 5%.

Os resultados parciais mostram que a concentração diária é influenciada tanto pelo tratamento quanto pelo dia ($p<0,05$). A concentração média ao longo dos dias foi maior nos grupos G0 e G2 do que em G1 ($p<0,05$). A vascularização uterina média geral apresentou queda no dia 4 ($p<0,004$) e no dia 7 ($p<0,02$); dentro dos grupos houve redução ao longo dos dias em G1 e G2 ($p<0,05$ e $p<0,03$). Observou-se relação inversa entre P4 e espessura miometrial ($p=0,03$) e associação quadrática com o diâmetro endometrial ($p=0,007$). O peso corporal influenciou as concentrações apenas do G0($p<0,05$), animais mais pesados apresentavam menores níveis séricos. Assim, conclui-se que o perfil farmacocinético e os efeitos uterinos da P4 variam de acordo com a dose e via de administração, além de serem influenciados pelo peso corporal.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, EMBRAPA e FAPEMIG.

Uso de probióticos durante a incubação de ovos: caracterização da microbiota da casca e efeitos preliminares sobre eclodibilidade

Mariana A. M.de Carvalho¹, Beatriz F. Carvalho², Dirceu S. Melo², Rosane F. Schwan², Márcio G. Zangeronimo¹

¹Departamento de Ciências Veterinárias – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{mariana.carvalho13@estudante.ufla.br, beatrizfc1985@gmail.com,
dirceu.melo@ufla.br, rschwan@ufla.br, zangeronimo@ufla.br}

Palavras-chave: desenvolvimento embrionário, probióticos, frangos de corte.

A sanitização da casca de ovos, prática comum em incubatórios comerciais, contribui para a redução de patógenos, mas também modifica a comunidade microbiana natural, incluindo microrganismos potencialmente benéficos. A aplicação de soluções microbiológicas por pulverização durante a incubação constitui um ajuste adicional, voltado à modulação da microbiota, com o objetivo de otimizar o desempenho e favorecer a saúde inicial das aves. Este estudo teve como objetivos caracterizar a microbiota cultivável de ovos provenientes de sistemas caipira e comercial e avaliar os efeitos da aplicação não invasiva de microrganismos durante a incubação sobre os parâmetros de eclosão. Para isso, amostras de ovos foram coletadas para isolamento microbiológico e identificação por MALDI-TOF MS. No segundo experimento, 980 ovos férteis foram distribuídos em 4 grupos experimentais: controle (PBS estéril), levedura (10^9 UFC/ovo), bactéria láctica (10^9 UFC/ovo) e associação de levedura + bactéria láctica (10^9 UFC/ovo de cada), com pulverizações nos dias 0, 3, 7, 10, 14 e 18 de incubação. A caracterização da microbiota cultivável evidenciou diversidade entre os sistemas avaliados. Em ovos caipiras, destacaram-se espécies dos gêneros *Staphylococcus* (como *S. xylosus* e *S. lentus*) e *Corynebacterium* e *Aerococcus*, enquanto em ovos de incubação comercial foram observadas espécies como *Oceanobacillus profundus*, *Macrococcus caseolyticus* e *Moraxella osloensis*. Embora a maioria das cepas isoladas não apresente atividade hemolítica, algumas espécies, como *Bacillus cereus* e *B. altitudinis*, foram identificadas. Após a incubação, a microbiota mostrou-se dinâmica, variando conforme os tratamentos aplicados: ovos controle apresentaram predominância de *Acinetobacter* e *Chryseobacterium*, enquanto a inoculação com a bactéria láctica favoreceu a recuperação da própria espécie inoculada, já a inoculação com a levedura foi associada à presença concomitante de leveduras e bactérias como *Rhizobium radiobacter*. Esses achados confirmam o caráter dinâmico da microbiota da casca e indicam que a inoculação pode influenciar sua composição, embora sem efeito significativo sobre eclodibilidade ou peso à eclosão.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e FAPEMIG pelo suporte nessa pesquisa.

Utilização de antimicrobianos em propriedades produtoras de leite em Minas Gerais

Ana Carolina Chalfun de Sant'Ana ¹, Carine Rodrigues Pereira ¹, Elaine Maria Seles Dorneles ¹

¹Departamento de Medicina Veterinária/DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ana.ana2@estudante.ufla.br, carinepereira@ufla.br, elaine.dorneles@ufla.br

Palavras-chave: resistência antimicrobiana, bovinocultura de leite, mastite bovina

Muito se discute sobre a intensificação da produção animal para atender à crescente demanda mundial por alimentos, o que tem levado ao uso frequente de antimicrobianos com fins terapêuticos, profiláticos e como promotores de crescimento. Essa prática aumenta a pressão seletiva sobre bactérias, favorecendo a disseminação de microrganismos resistentes e representando ameaça à saúde única e à sustentabilidade da cadeia leiteira. Minas Gerais, maior produtor de leite do país, tem papel crucial nesse contexto, demandando dados regionais para subsidiar estratégias de controle. O objetivo deste estudo foi quantificar e avaliar os riscos do uso de antimicrobianos em fazendas leiteiras mineiras, reunindo informações que apoiem práticas racionais e o enfrentamento da resistência bacteriana. Foram recolhidos frascos e anotações de tratamentos em 176 fazendas de 75 municípios, com diferentes níveis produtivos e fornecedoras de uma cooperativa regional. Aplicou-se um questionário para caracterização das propriedades, e os produtores receberam materiais para registro de tratamentos e coleta de embalagens vazias. Após três meses, as informações foram organizadas em um banco de dados. Os resultados apresentados são preliminares, referentes ao primeiro trimestre (julho a outubro de 2024) de um projeto de um ano. Das 171 propriedades com dados completos, 28,1% produzem entre 201–500 L/dia, 74,8% dedicam-se exclusivamente ao leite e 56,7% possuem animais mestiços. A ordenha mecânica sem bezerro ao pé é adotada por 82,5% das propriedades e 91,2% realizam pré e pós-dipping. A colostragem natural supervisionada ocorre em 64,9%, a cura de umbigo em 98,2%, e 77,2% alimentam bezerros com leite de descarte. O uso de antimicrobianos sem prescrição veterinária foi relatado em 70,2% das propriedades. Entre os 105 registros de tratamento, as classes mais utilizadas foram cefalosporinas de 3ª geração (18%), tetraciclina (14%) e penicilina associada a aminoglicosídeo (13%). A maioria dos tratamentos foi realizada em vacas em lactação, principalmente para mastite e outras afecções mamárias (43%). Entre os 138 produtores que entregaram frascos, as classes mais frequentes foram cefalosporinas de 3ª geração (15%), penicilina + aminoglicosídeo (14%) e tetraciclina (11%). Propriedades com produção até 200 L/dia apresentaram gasto proporcional até nove vezes maior com antimicrobianos por litro de leite do que aquelas acima de 3.000 L/dia. Os dados parciais indicam padrões preocupantes, como o uso frequente de antimicrobianos críticos, especialmente cefalosporinas de 3ª geração, muitas vezes sem prescrição veterinária. O maior custo entre pequenos produtores evidencia a necessidade de maior assistência técnica. A continuidade do estudo é essencial para embasar estratégias de uso racional e ações que beneficiem produtores, indústria, consumidores e a saúde única.

Agradecimentos: CAPES, FAPEMIG e CNPq.

Ação acaricida *in vitro* da papaína em solventes orgânicos

**Dásia Silveira Soares¹, Debora Castro Toledo de Souza², Adriane Toledo da Silva²,
Filippe Elias de Freitas Soares², Rafael Neodini Remedio³**

¹Departamento de Medicina Veterinária/FZMV, Universidade Federal de Lavras,
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Química /ICN, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 – 37200 -900 - Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Medicina /FCS, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037- 37200- 900 – Lavras, MG – Brazil
(dasia.soares2; debora.souza7;adriane.silva5) @estudante.ufla.br
(filippe.soares; rafael.remedio) @ufla.br

Palavras chave: carrapato-do-boi; cisteíno protease; controle alternativo

A bovinocultura sofre perdas econômicas significativas devido à infestação pelo carrapato *Rhipicephalus microplus*, vetor de diversos patógenos. No entanto, o controle indiscriminado a partir de acaricidas químicos tem gerado graves problemas como a seleção de linhagens resistentes e o acúmulo de resíduos no meio ambiente, levando à busca por métodos de controle alternativos e sustentáveis. A papaína é uma cisteíno protease vegetal conhecida por seu potencial anti-helmíntico. Pesquisas no campo biotecnológico envolvendo a formulação combinada entre enzimas e solventes químicos buscam uma alternativa para o desenvolvimento de novos produtos. Diante disso, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito acaricida do uso combinado da papaína a 4% com diferentes solventes: glicerol, óleo mineral e óleo de soja. Para isso, fêmeas de carrapatos *R. microplus* ingurgitadas (n = 35) foram imersas por 10 minutos em cada tratamento. Os animais foram divididos em 5 grupos experimentais: um grupo controle exposto à água destilada, e quatro grupos de tratamento (T1-T4), tratados com papaína a 4% diluída em água destilada, papaína a 4% diluída em glicerol, papaína a 4% diluída em óleo mineral e papaína a 4% diluída em óleo de soja. Após a imersão, as fêmeas foram colocadas em placas de Petri e mantidas em estufa BOD (39±1°C) por 7 dias e ao final deste período a taxa de mortalidade foi verificada. Os resultados indicam que as formulações de papaína com óleo mineral e óleo de soja (T3 e T4) foram as mais eficazes, resultando em 100% de mortalidade dos carrapatos. Estes indivíduos apresentaram sinais de desidratação, como tegumento enegrecido e enrijecido. Em contraste, os grupos T1 (papaína 4%:água) e T2 (papaína 4%:glicerol) apresentaram baixa ou nenhuma mortalidade, sugerindo que a eficácia da papaína é significativamente potencializada pela formulação com óleos. Conclui-se que a ação acaricida das combinações utilizando a papaína 4% com óleos (mineral e de soja) foram promissoras sob as condições *in vitro* avaliadas. A alta eficácia atestada sugere uma nova estratégia para o controle de carrapatos, abrindo caminhos para futuros testes a campo e, para o desenvolvimento de uma solução sustentável para a bovinocultura.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise proteômica de sêmen criopreservado de *Prochilodus lineatus*: expressão de proteínas pela Melatonina

Guilherme Antonio de Gouvêa Lopes¹, Bernardo Camara do Nascimento¹, Pedro Antonio de Oliveira, Maria Regina de Oliveira Queiroz, Naiara Cristina Motta¹, Luis David Solis Murgas¹

¹Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{guilherme.lobes8@estudante.ufla.br, lsmurgas@ufla.br}
{bernardo.nascimento, pedro.oliveira28,
maria.queiroz1@estudante.ufla.br}, naiara.motta.ufv@gmail.com

Palavras-chave: criopreservação, antioxidante, energético.

A criopreservação espermática é muito utilizada na produção animal, mas ainda não é aplicada comercialmente na piscicultura de *Prochilodus lineatus*, popularmente conhecida como curimba. É uma ferramenta essencial para a aquicultura e a conservação, mas frequentemente induz estresse oxidativo, danos estruturais e alterações metabólicas nos espermatozoides, a suplementação de antioxidantes exógenos em meios crioprotetores tem se mostrado uma estratégia promissora para reduzir o estresse oxidativo causado pelo excesso de espécies reativas de oxigênio (ROS) durante a criopreservação. Contudo, as respostas moleculares e dados proteômicos da melatonina no sêmen durante a criopreservação na espécie são inexistentes. O objetivo deste estudo foi investigar as alterações no perfil proteico do sêmen de *P. lineatus* após a criopreservação com a melatonina. O plasma seminal foi obtido por centrifugação do sêmen, seguido de precipitação proteica, incubação a -20 °C e centrifugação. Os pellets foram lavados, secos e organizados, e após nova precipitação, centrifugação e ressuspensão em solução tampão, foram quantificadas e submetidas à análise proteômica e identificadas 8 proteínas exclusivas. Entre elas, a leucine-rich repeat-containing protein 23, envolvida em interações proteína-proteína e sinalização celular, pode proteger a integridade, essencial para a fertilização. A Endophilin-B1-like isoform X1 regula a dinâmica mitocondrial e a apoptose, e a melatonina pode modular sua expressão, reduzindo a morte celular pós-descongelamento. A Hypoxia up-regulated protein 1, que responde à hipóxia e ao estresse oxidativo, pode ser induzida pela melatonina para proteger contra danos causados por ROS. A Nucleobindin-2a, responsável pela regulação do cálcio intracelular e da secreção hormonal, pode melhorar a homeostase de Ca²⁺, fundamental para a motilidade espermática. Já a fructose-bisphosphate aldolase C-A, enzima da glicólise, fornece ATP necessário para a motilidade espermática, otimizando o metabolismo energético durante o processo de congelamento. A presença exclusiva dessas proteínas no grupo congelado com melatonina indica que a melatonina atua em múltiplas vias protetoras, reduzindo o estresse oxidativo, mantendo a integridade celular e melhorando a eficiência energética.

Agradecimentos

Agradecimento ao apoio financeiro das agências CNPq (Projeto MAI-DAI 68/2022) e a FAPEMIG (projeto APQ-01070-18), além da estação de piscicultura da CEMIG.

Análise proteômica de sêmen criopreservado de *Prochilodus lineatus*: proteínas exclusivas no congelamento padrão

Bernardo Camara do Nascimento¹, Guilherme Antonio de Gouvêa Lopes¹, Maria Regina de Oliveira Queiroz¹, Pedro Antonio de Oliveira¹, Naiara Cristina Motta¹, Luis David Solis Murgas¹

¹Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{bernardo.nascimento@estudante.ufla.br, lsmurgas@ufla.br}
{guilherme.lopes8, maria.queiroz1,
Pedro.oliveira28@estudante.ufla.br}, naiara.motta.ufv@gmail.com

Palavras-chave: criopreservação, preservação DNA, ROS

A criopreservação espermática é muito utilizada na produção animal, mas ainda não é aplicada comercialmente na piscicultura de *Prochilodus lineatus*, popularmente conhecida como curimba; apesar disso, a criopreservação provoca efeitos deletérios nos espermatozoides. O processo de descongelamento expõe os espermatozoides a formação de cristais de gelo, desequilíbrio osmótico, estresse oxidativo e desnaturação proteica, comprometendo a integridade da membrana plasmática, a atividade mitocondrial e a estabilidade do DNA. Isso reduz a motilidade, a capacidade fertilizante e a sobrevivência larval pós-descongelamento. Contudo, as respostas moleculares do sêmen à criopreservação ainda são pouco conhecidas e dados proteômicos da espécie são inexistentes. O objetivo deste estudo foi investigar as alterações no perfil proteico do sêmen de *P. lineatus* após a criopreservação. O plasma seminal foi obtido por centrifugação do sêmen, seguido de precipitação proteica, incubação a -20 °C e centrifugação. Os pellets foram lavados, secos e organizados, e após nova precipitação, centrifugação e ressuspensão em solução tampão, foram quantificadas e submetidas à análise proteômica e identificadas 38 proteínas exclusivas. Entre elas, destaca-se a UGGT1, que repara glicoproteínas mal dobradas no retículo endoplasmático, e as proteínas Cullin-5 e UBE3A, envolvidas na ubiquitinação e remoção de proteínas danificadas. A ITPA protege o DNA da incorporação de nucleotídeos incorretos. A manutenção da motilidade depende da homeostase iônica mediada por PMCA3b e SERCA2, e da Gelsolin A, que regula a polimerização da actina do flagelo, sendo que danos a essas proteínas podem reduzir a fertilidade. O metabolismo energético também é impactado: a NADP contribui para a defesa antioxidante por meio da produção de NADPH, enquanto a Phosphoglucomutase-2 fornece energia necessária para a motilidade espermática. Quanto à integridade genômica, as subunidades do complexo FACT participam da remodelação da cromatina e do reparo do DNA, enquanto proteínas do complexo do poro nuclear facilitam o transporte nucleocitoplasmático e a reorganização da cromatina. Esses achados indicam que a criopreservação induz respostas adaptativas no reparo molecular e na preservação do DNA, mas que alterações em reguladores de cálcio e do citoesqueleto explicam a queda de motilidade.

Agradecimentos

Agradecimento ao apoio financeiro das agências CNPq (Projeto MAI-DAI 68/2022) e a FAPEMIG (projeto APQ-01070-18), além da estação de piscicultura da CEMIG.

Avaliação dos efeitos subletais do β -pineno em fêmeas semi-ingurgitadas de carrapatos *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae)

Jenifer Caroline Silva Ribeiro¹, Ana Caroline Silveira Arantes², Dásia Silveira Soares¹, Maria das Graças Cardoso³, Rafael Neodini Remedio⁴

¹Departamento de Ciências Veterinárias/FZMV - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras, MG - Brazil

²Departamento de Ecologia e Conservação/ICN - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras, MG - Brazil

³Departamento de Química/ICN - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras, MG - Brazil

⁴Departamento de Medicina/FCS - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras, MG - Brazil

{jenifer.ribeiro1, ana.arantes2, dasia.soares2} @estudante.ufla.br, {mcardoso, rafael.remedio} @ufla.br

Palavras-chave: Ectoparasita; histologia; biocarrapaticida; monoterpeno.

O carrapato *Rhipicephalus microplus* é um dos principais ectoparasitas de bovinos, atuando como vetor de patógenos que comprometem a produtividade e saúde animal. Seu controle baseia-se principalmente no uso de acaricidas sintéticos. Entretanto, o uso periódico desses produtos químicos tem favorecido a seleção de indivíduos resistentes. Nesse contexto, destaca-se a busca por alternativas baseadas em compostos de origem vegetal, que além de apresentarem menor toxicidade, são ecologicamente mais sustentáveis. O monoterpeno bicíclico β -pineno possui atividades biológicas como: fungicida, inseticida, antibacteriana e entre outras. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de concentrações subletais do β -pineno na morfologia do ovário de fêmeas semi-ingurgitadas de carrapatos *R. microplus*. Para isso, 40 fêmeas foram distribuídas em 1 grupo controle (Tween 80 a 2%) e 3 grupos de tratamentos, nas concentrações de 5,0; 10,0 e 20,0 μ L/mL. Os carrapatos foram imersos por 5 minutos nas soluções e observados por 7 dias. Após este período, os carrapatos foram dissecados para a coleta dos ovários e processamento histológico. As principais alterações encontradas foram: vacuolização e desorganização citoplasmática; formato irregular dos oócitos, nucléolo vacuolizado; fusão de grânulos; lâmina basal irregular; e córion irregular, espesso e fragmentado. Os resultados demonstraram que as menores concentrações testadas provocaram alterações tóxicas mais pronunciadas, indicando o potencial do β -pineno como alternativa ao controle de *R. microplus*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação da ação do trans-anetol e do trans-cinamaldeído na mortalidade de *Rhipicephalus microplus*

Marina Resgala Neves¹, Rayane Benhame², Aline Chaves Reis Spuri², Rafael Neodini Remedio²

¹Departamento de Medicina Veterinária/FZMV – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

²Departamento de Medicina/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{marina.neves2, rayane.benhame}@estudante.ufla.br,
{aline.reis, rafael.remedio}@ufla.br

Palavras-chave: Controle, carrapato, acaricida.

Os carrapatos da espécie *Rhipicephalus microplus* (carrapato-do-boi) representam uma das principais ameaças à bovinocultura, comprometendo a produtividade, a saúde e o bem-estar animal, além de gerar grandes perdas econômicas. Os acaricidas sintéticos representam a principal estratégia de controle, mas sua elevada toxicidade e o risco de seleção de linhagens resistentes têm levado à busca por alternativas mais seguras e sustentáveis, como os extratos vegetais e óleos essenciais. Entre seus constituintes, o trans-anetol (TA) e o trans-cinamaldeído (TC) apresentam ação antifúngica, inseticida e acaricida. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a mortalidade de fêmeas de *R. microplus* ingurgitadas expostas a diferentes concentrações de TA e TC, adquiridos comercialmente da Sigma-Aldrich (EUA). As concentrações utilizadas foram baseadas em testes piloto e aplicadas em quatro grupos de tratamento: T1 (TA = 13,5 µl/ml), T2 (TA = 27 µl/ml), T3 (TC = 3,25 µl/ml) e T4 (TC = 6,5 µl/ml). Foram estabelecidos três grupos controle: dois negativos, expostos à água, ao solvente (DMSO 5%), e um positivo, tratado com o acaricida comercial Gado Limpo®. Os animais foram imersos em 10 mL de cada solução por cinco minutos (n= 15 fêmeas/grupo) e, posteriormente, acondicionados em placas de Petri e mantidos em estufa BOD (27±1 °C). A mortalidade foi monitorada por sete dias. Não houve mortalidade nos controles DMSO e água, enquanto o controle positivo resultou em 100% de mortalidade. Entre os grupos tratados, observou-se 40% de mortalidade em T1, 20% em T2, 0% em T3 e 13,3% em T4. Por se tratar de valores de porcentagem, os dados não foram comparados estatisticamente. Os resultados sugerem que são necessários estudos complementares para confirmar a eficácia do trans-anetol e do trans-cinamaldeído como potenciais alternativas no controle de *R. microplus*, bem como avaliar possíveis efeitos sinérgicos entre os compostos ou em associação com outras substâncias.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação da toxicidade aguda e efeitos teratogênicos do extrato hidroetanólico de *Stachytarpheta sellowiana* em embriões de zebrafish

Kiara Cândido Duarte da Silva¹, William Franco Carneiro¹, Bárbara do Carmo Rodrigues Virote¹, Estéfany Ribeiro Leão², Luis David Solis Murgas¹

¹Departamento de Ciências Veterinárias/FZMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37203-202– Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37203-202– Lavras, MG – Brazil

{kiara.silva2@estudante.ufla.br, william.carneiro@ufla.br,
barbara.virote1@ufla.br, estefany.leao1@estudante.ufla.br,
lsmurgas@ufla.br}

Palavras-chave: Embriotoxicidade, Gervão-roxo, *Danio rerio*.

A espécie *Stachytarpheta sellowiana* Schauer (gervão-roxo) é uma planta nativa do Cerrado brasileiro, tradicionalmente utilizada na medicina popular para o tratamento de distúrbios gastrointestinais, inflamações e infecções. Apesar de seu potencial etnofarmacológico, essa espécie permanece pouco estudada e encontra-se em risco de extinção, o que torna relevante a avaliação de suas propriedades químicas e biológicas. Este estudo teve como objetivo avaliar o perfil toxicológico do extrato hidroetanólico de *S. sellowiana* em embriões de zebrafish (*Danio rerio*). O ensaio de embriotoxicidade foi conduzido por 96 horas, avaliando mortalidade, malformações e parâmetros morfométricos em embriões expostos às concentrações de 0; 6,25; 12,5; 25; 50 e 100 µg/ml. O extrato apresentou toxicidade aguda com concentração letal mediana (LC_{50-96h}) de 26,64 µg/ml e efeitos teratogênicos dependentes da dose, com concentração efetiva mediana (EC₅₀) de 16,37 µg/ml. A modelagem dose-resposta permitiu estimar valores de *benchmark dose* (BMD₁₀ = 11,39 µg/ml; BMD₂₀ = 12,87 µg/ml), complementando a determinação da concentração de efeito não observado (*No Observed Effect Concentration*, NOEC = 6,25 µg/ml) e da menor concentração de efeito observado (*Lowest Observed Effect Concentration*, LOEC = 12,5 µg/ml). A análise morfométrica demonstrou efeitos subletais, como redução significativa no comprimento cefálico e na área ocular, associados a microcefalia e microftalmia nas concentrações de 12,5 e 25 µg/ml, além de edemas evidenciados pelo aumento das áreas do pericárdio e saco vitelínico. Conclui-se que o extrato de *S. sellowiana* apresenta toxicidade relevante, induzindo malformações e alterações morfológicas em zebrafish, fornecendo parâmetros essenciais para definição de limites seguros de exposição e subsidiando estratégias de conservação da espécie.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq e FAPEMIG (BPD-00621-22).

Efeito do β -pineno no desempenho reprodutivo de fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus microplus*

Larissa Barbosa de Oliveira Rosa¹; Ana Caroline Silveira Arantes²; Jennifer³; Rafael Neodini Remedio⁴;

¹Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

⁴Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
E-mail: Larissa.oliveira21@estudante.ufla.br, ana.arantes@ufla.br, remedio@ufla.br

Palavras-chave: Produtos naturais; Carrapato-do-boi; Acaricida.

O carrapato-do-boi (*Rhipicephalus microplus*) é um dos principais ectoparasitas de bovinos, responsável por significativas perdas econômicas e sanitárias. A resistência crescente aos acaricidas sintéticos estimula a busca por compostos naturais com potencial de controle. Este estudo avaliou os efeitos do β -pineno, em diferentes concentrações, sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*.

O objetivo foi verificar a influência de concentrações subletais do β -pineno nos parâmetros reprodutivos das fêmeas. Para isso, os carrapatos foram submetidos ao Teste de Imersão de Adultos, sendo expostos a cinco concentrações do composto (2,0–11,0 $\mu\text{L/mL}$) e acompanhados quanto à oviposição, eclosão, fecundidade e reprodução estimada. Os resultados demonstraram que, ao contrário do α -pineno, o β -pineno não apresentou efeito dose-dependente. A menor concentração (2,0 $\mu\text{L/mL}$) promoveu os efeitos mais expressivos, com redução de 12,36% na oviposição, 76,47% na eclosão e eficácia de 78,51% em relação ao grupo controle. Observou-se também que fêmeas tratadas nessa concentração produziram ovos secos, não aderidos entre si e sem eclosão, evidenciando alterações reprodutivas. Conclui-se que o β -pineno interfere significativamente no desempenho reprodutivo de *R. microplus*, principalmente em baixas concentrações, configurando-se como promissor composto natural no controle deste parasito.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Babesiose cerebral em bovinos submetidos a protocolo de indução de lactação

Letícia Eduarda de Castro Sousa¹, Gabriela Correa Leoncio¹, Daniel Wouters¹,
Angelica Terezinha Barth Wouters¹, Flademir Wouters¹

¹Setor de Patologia Veterinária/ DMV- FZMV-UFLA Cx. Postal 3037 CEP 37203-202

– Lavras, MG – Brasil

leticia.sousa7@estudante.ufla.br, danielwouters99@gmail.com
gabriela.leoncio@estudante.ufla.br angelica.wouters@ufla.br,
flademir@ufla.br

Palavras-chave: *Babesia bovis*, imunossupressão, bovinocultura leiteira

Protocolos de indução de lactação em bovinos leiteiros são utilizados como alternativa para fêmeas com falhas reprodutivas e consistem em aplicações de hormônios junto a corticosteroides, para estimular a secreção láctea. Os glicocorticoides, quando ministrados em altas doses ou por períodos prolongados, promovem imunossupressão, tornando os animais suscetíveis a infecções oportunistas ou a proliferação de agentes já presentes no organismo. Objetivou-se relatar dois casos de babesiose cerebral em fêmeas bovinas submetidas a protocolo de indução de lactação, em propriedades de cidades distintas. Duas novilhas, de dois anos e dois anos e meio de idade, raça Holandesa, foram submetidas a protocolo de indução de lactação. Receberam protocolo de aplicações de glicocorticoide por três dias consecutivos e 18 dias de aplicação de benzoato de estradiol. Em uma das propriedades houve relato de morte de outros quatro bovinos em um período de 15 dias, na qual havia informação de dose de corticoide cerca de quatro vezes maior que a recomendada. Em todos os casos houve evolução clínica aguda e manifestação de apatia, tremores, incoordenação motora e urina “cor de coca-cola”. As necrópsias foram realizadas nas propriedades por equipe do Setor de Patologia Veterinária. Foram observados esplenomegalia acentuada, com protrusão do parênquima ao corte, fígado alaranjado com bordos arredondados, vesícula biliar distendida e com bile espessa, rins difusamente vermelho-escuros e córtex cerebral róseo-avermelhado. Foi realizado o squash de córtex cerebral, que foi corado em panótico rápido. Foram também coletados fragmentos de órgãos, fixados em formol a 10%, processados para histologia e corados em hematoxilina e eosina (HE). O squash revelou estruturas intraeritrocitárias com características de *Babesia bovis*, confirmando o diagnóstico de babesiose cerebral. A avaliação histológica evidenciou necrose centrolobular discreta a moderada no fígado, necrose tubular difusa acentuada nos rins, associadas a hipóxia, além de congestão difusa acentuada no baço e congestão em encéfalo. O presente relato alerta para o risco de babesiose em bovinos submetidos a protocolo de indução de lactação. A hipótese é de imunossupressão induzida pelo uso de corticoides, favorecendo a hemoparasitose, mesmo em bovinos em condições de estabilidade enzoótica, uma vez que em ambas as propriedades os casos aconteceram em animais a pasto, com exposição contínua a infestação por carrapatos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e MEC, pela concessão de bolsa.

Neoplasias mamárias diagnosticadas em coelhas (*Oryctolagus cuniculus*)

Isabella Guimarães Gonçalves¹, Maria Eduarda de Souza Teixeira Campos¹,
Samantha Mesquita Favoretto¹, Camila Costa Abreu², Karen Yumi Ribeiro
Nakagaki³, Angelica Terezinha Barth Wouters¹

¹FZMV – Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG – Brasil

²Laboratório de Patologia Veterinária do Vale – Taubaté, SP – Brasil

³Laboratório Celulavet – Belo Horizonte, MG – Brasil

isabella.goncalves3@estudante.ufla.br, maria.campos6@estudante.ufla.br, samantha.favoretto@ufla.br,
patovetvale@gmail.com, contato@celulavet.com.br, angelica.wouters@ufla.br

Palavras-chave: Carcinoma mamário, Tumor sólido de mama, Pets não convencionais.

Os coelhos (*Oryctolagus cuniculus domesticus*) são cada vez mais populares como pets e sua expectativa de vida é crescente. As neoplasias mamárias destacam-se entre as doenças mais frequentes, principalmente em animais mais idosos, e podem surgir aos 3-4 anos de idade em várias raças, incluindo coelhos de laboratório. Predominam os carcinomas, com os subtipos tubular, papilar, sólido, ductal, cribriforme e anaplásico. Como em cães, há influência hormonal no desenvolvimento, assim as neoplasias são mais frequentes nas fêmeas e a castração precoce tem efeito protetivo. O objetivo deste trabalho é descrever os tipos histológicos das neoplasias mamárias identificadas em amostras de biópsia e necrópsia de coelhos. Este trabalho é parte do projeto de pesquisa de mestrado “Caracterização anatomopatológica de neoplasias e critérios prognósticos em pequenos mamíferos pet”. Foi realizado levantamento dos casos de biópsia e necrópsia de coelhos no Setor de Patologia Veterinária da UFLA, no Laboratório de Patologia Veterinária do Vale em Taubaté/SP e no Centro de Diagnóstico Celulavet em Belo Horizonte/MG no período 2013-2025, selecionando-se aqueles com diagnóstico de neoplasia mamária. Dados sobre sexo, idade e achados macroscópicos foram tabulados e analisadas as lâminas histológicas em Hematoxilina e Eosina. No período estudado foram recebidas 184 amostras de coelhos para exame, das quais 69 eram neoplásicas e sete delas neoplasias mamárias, todas diagnosticadas em fêmeas não castradas, com predomínio em coelhas idosas (> 5 anos). Todos os casos eram neoplasias epiteliais malignas, com diagnóstico de adenocarcinoma (2), tumor sólido de mama (2), sendo um deles metastático; carcinoma *in situ* (1), carcinoma papilar (1) e carcinoma cribriforme de mama (1). O diagnóstico baseou-se na arquitetura tecidual e nas características celulares predominantes. Em todos os casos foi observada atividade mitótica moderada a elevada. Os dados reforçam a importância da castração precoce como prevenção, do acompanhamento veterinário e do diagnóstico histopatológico precoce, que favorecem o tratamento adequado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referências

CASSALI, Geovanni Dantas; NAKAGAKI, Karen Yumi Ribeiro (org.). **Patologia mamária canina e felina: do diagnóstico ao tratamento**. 2. ed. São Paulo: MedVet, 2023.

Formação dos profissionais brasileiros, médicos veterinários e zootecnistas, sobre atendimentos de casos de Hiperparatireoidismo Nutricional Secundário em equídeos

Nathália Moreira Paranhos¹, Raquel Silva de Moura², Christiane Maria Barcellos Magalhães da Rocha¹

¹Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

nathalia.paranhos1@estudante.ufla.br, raquelmoura@ufla.br, rochac@ufla.br

Palavras-chave: Cara inchada, diagnóstico, interdisciplinaridade.

Os médicos-veterinários e zootecnistas atuam na equideocultura, sendo que os primeiros também exercem funções clínicas. Objetivou-se comparar o conhecimento e a atuação desses profissionais na equideocultura acerca do Hiperparatireoidismo Nutricional Secundário (HNS), conhecido como “doença da cara inchada”. Aplicou-se um questionário online (24/04/2019 a 17/05/2021; CEP 11071319.5.0000.5148) com 32 perguntas sobre formação, atuação profissional e características do HNS. Calculou-se um Índice de Avaliação do Conhecimento (IAC), com análise descritiva e de associação por qui-quadrado e odds ratio ($p < 0,05$). Dos 63 respondentes, 67% eram médicos-veterinários e 63% atuavam na Região Sudeste, onde há maior oferta educacional. Veterinários apresentaram nove vezes mais chance de terem se formado em instituições privadas, refletindo a maior oferta de cursos privados, enquanto 91% dos zootecnistas graduaram-se em instituições públicas. Houve diferença significativa no IAC entre veterinários (Mediana=73) e zootecnistas (Mediana=59). Em 92% dos casos, zootecnistas não acionaram os veterinários, profissionais responsáveis pelo diagnóstico e tratamento. Observou-se que a atuação dos zootecnistas está mais relacionada à prevenção do HNS, , distúrbio metabólico nutricional, e que há baixa percepção sobre sua ocorrência em outras espécies. Conclui-se que o conhecimento e a atuação sobre o HNS diferem entre as categorias profissionais, sendo mais aprofundados entre veterinários. Esses resultados evidenciam a necessidade de fortalecer os currículos de graduação e promover capacitações interdisciplinares e multiprofissionais voltadas à prevenção e manejo dessa enfermidade na espécie equina.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.

Correlação entre técnicas RIA e ECL na quantificação de progesterona em plasma bovino.

Mariana Teran Silva¹, Karine Rabelo de Oliveira¹, Carlos Antônio de Carvalho Fernandes², Miller Pereira Palhão¹

¹Departamento de Medicina Veterinária/DMV – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Biotran Assessoria em Reprodução Animal LTDA– CEP 37132-346 – Alfenas, MG –
Brasil

mariana.silva40@estudante.ufla.br, miller.palhão@ufla.br.

Palavras-chave: Progesterona, Radioimunoensaio, Eletroquimioluminescência.

O Radioimunoensaio (RIA) é um método amplamente utilizado para quantificar a concentração de progesterona (P4) no plasma ou soro de fêmeas bovinas. Metodologias sem uso da radioatividade, são empregadas com essa mesma finalidade. Entre elas, os Imunoensaios de Eletroquimioluminescência (ECL), que permitem a detecção simultânea de múltiplos hormônios, reduzindo tempo de análise e custo de amostragem. Objetivou-se, correlacionar as concentrações de progesterona plasmáticas analisadas por essas duas técnicas. Utilizou-se trinta fêmeas bovinas (n=30), previamente ovariectomizadas, distribuídas em três grupos: G1 (Controle) - implante vaginal sem P4; G2 – implante vaginal com 1,0 g de P4; G3 – implante vaginal com 1,3 g de P4. Amostras de sangue foram coletadas imediatamente antes da inserção dos implantes e posteriormente às 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 204 e 216 horas após tratamento. O plasma sanguíneo foi armazenado a -20 °C para análise. As amostras foram processadas por ambas as metodologias: RIA (kit Immunotech®, leitura em contador Gama Wizard 4.2 PerkinElmer) e ECL (Kit Elecsys Roche®, leitura simples no equipamento Hitachi Cobas E411). E os resultados, organizados em quartis com base nos valores obtidos pela RIA. A correlação entre os resultados dos métodos foi realizada utilizando o procedimento Proc corr do SAS (SAS® Studio), agrupando os dados por quartil e ponderando para grupo. Utilizando o aplicativo Cocor (comparing correlations) observou-se que os métodos demonstraram consistência ($p < 0,25$) para análises de concentrações de P4 nos quartis 1 (1,5 a 7,7 ng/ml pelo RIA, $r^2=0,71$) e 2 (0,3 a 1,49 ng/ml pelo RIA, $r^2=0,78$). E, inconsistências ($p < 0,08$) nas concentrações de P4 inferiores a 0,3ng/ml (quartil 3: $r^2=0,45$ e quartil 4: $r^2=0,02$), mensuradas pelo RIA. Na análise por grupos, ponderando pelo tempo decorrido da inserção dos implantes, observaram-se correlações mais robustas (teste Cocor, $p < 0,001$) entre RIA e ECL, à medida que aumentou a concentração de progesterona no implante (em G1 $r^2=0,05$; G2: $r^2=0,88$; G3: $r^2=0,95$). Como resultado, os métodos se correlacionam bem para análise de progesterona em níveis a partir de 0,3 ng/ml, obtidos pelo RIA. Análises de amostras com concentrações conhecidas de progesterona agregam informações relevantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq e FAPEMIG.

Avaliação Biomecânica da Técnica de Osteotomia em Cunha Aberta Caudal da Tíbia para Nivelamento do Platô Tibial em Cães – Estudo Piloto

Claudia Natsuki Honda¹, Larissa Teixeira Pacheco², Luan Miguel Andrade Silva¹, Fábio Lúcio Santos³, Leonardo Augusto Lopes Muzzi¹

¹Departamento de Medicina Veterinária/DMV – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Vet&Pet – Clínica Veterinária - 36305-026 – São João Del Rei, MG – Brazil

³Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa

Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

claudia.hondal@ufla.estudante.br, larissapacheco50@gmail.com,
luan.silva5@estudante.ufla.br, fabio.santos@ufla.br, lalmuzzi@ufla.br

Palavras-chave: osteoartrite, articulação do joelho, ligamento cruzado cranial.

As técnicas de osteotomias da tíbia apresentam os melhores resultados no tratamento cirúrgico da doença do ligamento cruzado cranial em cães. Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados de um estudo piloto para estabelecimento do ensaio biomecânico e comportamento dos implantes em ossos da tíbia/fíbula de cães submetidos à técnica de osteotomia em cunha aberta caudal da tíbia. Foram selecionados 2 cadáveres de cães pesando 20kg e 23kg, que vieram a óbito por causas não relacionadas a esta pesquisa e sem alterações osteomusculares. Após remoção dos membros pélvicos, os tecidos moles foram removidos dos ossos da tíbia/fíbula. Os ossos foram submetidos à osteotomia da tíbia/fíbula, com serra oscilatória com lâmina de corte reta, na altura do terço distal da tuberosidade tibial, se estendendo da cortical cranial até a cortical caudal, com abertura da cunha caudal da tíbia para nivelamento do platô tibial, objetivando o ângulo final do platô tibial de aproximadamente 5°. No par de ossos tibiais do mesmo indivíduo, uma tíbia foi fixada somente com placa bloqueada em T, com 3 parafusos proximais e 3 distais (grupo 1), enquanto a tíbia contralateral foi fixada com a mesma placa bloqueada acrescida de um grampo ortopédico bicortical (grupo 2). Foram realizadas radiografias pré e pós-osteotomia nas projeções laterolateral e craniocaudal. No estudo biomecânico, para fixação das amostras ósseas na máquina de ensaio mecânico, foi elaborado um dispositivo com chapa de ferro como base soldada a um suporte, mantendo o ângulo de 135°, mimetizando assim a angulação anatômica de apoio da articulação do joelho. O estudo piloto apresentou resultados satisfatórios quanto à montagem do aparato de ensaio biomecânico e quanto à análise dos implantes. Observou-se que o grupo 1 apresentou resultado de resistência mecânica e deformação do implante em 443 N, enquanto o grupo 2 teve resistência mecânica de 552 N, sem deformação do implante, até fratura da peça óssea.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Sinfisiodesse púbica juvenil para tratamento de displasia coxofemoral em cão - relato de caso

Claudia Natsuki Honda¹, Daniel Munhoz Garcia Peres Neto², Glauco Fernandes de Oliveira Nunes¹, Luan Miguel Andrade Silva¹, Leonardo Augusto Lopes Muzzi¹

¹Departamento de Medicina Veterinária/DMV – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Daniel Munhoz Neto – Ortopedia e Neurologia Veterinária – 37200-000 – Araraquara, SP – Brazil

claudia.hondal@ufla.estudante.br, dmunhozneto@yahoo.com.br,
glauco.nunes@estudante.ufla.br, .luan.silva5@estudante.ufla.br,
lalmuzzi@ufla.br

Palavras-chave: osteoartrite, displasia de quadril, cauterização sínfise púbica.

A displasia coxofemoral (DCF) é uma doença ortopédica não traumática que acomete principalmente cães de raças grandes. O tratamento é definido conforme a gravidade das alterações, idade do animal e afecções associadas, como a osteoartrite. A sinfisiodesse púbica juvenil (SPJ) é uma técnica cirúrgica indicada para filhotes com até 20 semanas de idade, em que promove a rotação ventrolateral do acetábulo sobre a cabeça do fêmur, e em longo prazo, melhora a congruência e a estabilidade da articulação coxofemoral. O objetivo deste estudo é relatar o procedimento de SPJ realizado em um cão jovem, de 17 semanas de idade, da raça Pastor Alemão, diagnosticado com DCF. As articulações coxofemorais foram avaliadas por meio de estudo radiográfico e demonstraram, na mensuração do ângulo de Norberg (AN), resultado de 95,4° do lado esquerdo e 102,3° do lado direito; e na mensuração do índice de distração (ID) com PennHIP, resultado de 0,72 do lado esquerdo e 0,43 do lado direito, associado ainda com alterações degenerativas da articulação. O ângulo acetabular e o ângulo da borda dorsal do acetábulo apresentaram valores de 13,4° do lado esquerdo e 12,1° do lado direito. No exame ortopédico foi observado andar bamboeante e sensibilidade aumentada na região lombar e articulações coxofemorais, e subluxação no teste de Ortolani. O cão foi submetido ao procedimento de SPJ, com abordagem cirúrgica ventral ao púbis, cauterização da sínfise púbica por eletrocautério e ostectomia da porção cranial com pinça goiva. No pós-operatório imediato, foi recomendado tratamento medicamentoso e restrição de atividades físicas. Na terapêutica pós-operatória, foram administrados, meloxicam, dipirona, tramadol e antibioticoterapia com amoxicilina. O acompanhamento pós-cirúrgico, devido à idade do paciente, com diagnóstico precoce de DCF e aplicação correta do tratamento cirúrgico, conclui-se que o paciente tenha uma expectativa positiva de cobertura acetabular a médio e longo prazo, minimizando a progressão da osteoartrite decorrente da DCF e favorecendo a recuperação da estabilidade e da função articular.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação biomecânica das técnicas de TPLO e CBLO para ruptura do ligamento cruzado cranial – estudo ex-vivo em cães

Glauco Vinício Chaves¹, Luan Miguel Andrade Silva², Cláudia Natsuki Honda², Fábio Lúcio Santos³, Leonardo Augusto Lopes Muzzi²

¹Departamento de Ciências Agrárias - Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG)
Caixa Postal 05 CEP 38900-000 - Bambuí, MG - Brasil

²Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Departamento de Engenharia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

glauco.chaves1@estudante.ufla.br, luan.silva5@estudante.ufla.br,
claudia.honda@estudante.ufla.br, fabio.santos@ufla.br,
lalmuzzi@ufla.br

Palavras-chave: Ensaio Biomecânico, articulação do joelho, ligamento cruzado.

A doença do ligamento cruzado cranial (LCCr) é uma das injúrias mais comuns do joelho canino, sendo que a intervenção cirúrgica visa a estabilização da translação cranial da tíbia. A osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO) e a osteotomia de nivelamento baseado no centro de rotação da angulação (CBLO), devem ser avaliadas biomecanicamente usando modelos ex-vivo de articulações de joelhos. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar, por meio de ensaios biomecânicos, a estabilidade e resistência articular obtida em joelhos caninos ex-vivo com secção do LCCr e estabilizados pelas técnicas de TPLO e CBLO. Foram incluídos 24 membros pélvicos provenientes de 12 cães de raças, idades e sexo diversos, com peso corporal acima de 21 kg. Após desarticulação coxofemoral e tarsotibial e posterior avaliação radiográfica, os membros foram montados à máquina de ensaio universal, em plataformas móveis, ligados ao fêmur e à tíbia com articulação do joelho angulada em 135° e aplicada força vertical de 50% do peso corporal. O LCCr foi então rompido por miniartrotomia craniomedial com nova aplicação de força. As articulações do joelho foram estabilizadas pela técnica de TPLO, ou pela técnica de CBLO e remontados à máquina de ensaio universal. Por fim, na mesma angulação articular de 135°, com tanto o fêmur como a tíbia em plataformas fixas, o membro foi submetido ao ensaio de compressão axial destrutivo com aplicação de carga crescente, sendo observado o deslocamento vertical e a carga máxima suportada pelos corpos de prova e características de falha do sistema. Os resultados obtidos não apontaram diferença significativa entre a TPLO e CBLO em relação à translação cranial ($p = 0,3547$), nem à movimentação vertical ($p = 0,9697$) e força máxima, ao ensaio destrutivo ($p = 0,2833$). Porém, comparando os dados destas três variáveis, as técnicas apontaram diferença significativa com o joelho rompido ($p < 0,05$), porém também diferente do joelho intacto ($p < 0,05$). Conclui-se que não houve diferença relacionada à estabilidade e resistência em relação às técnicas de TPLO e CBLO, porém apesar da estabilidade e resistência melhorarem significativamente em relação ao joelho rompido, não houve um retorno aos parâmetros do joelho intacto.

Avaliação da qualidade do leite para produção do Queijo Minas Artesanal do Serro: integração entre universidade, assistência e produtores

Mariane de Araújo Tiengo¹, Bruno Borges Silva¹, Alice Gonçalves dos Reis¹, Pedro Felipe Rodrigues e Oliveira¹, Elaine Maria Seles Dorneles¹, Glaucia Frasnelli Mian¹

¹Faculdade de Zootecnia e Medicina Veterinária/FZMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{mariane.tiengo1,bruno.silva35,alice.reis4,pedro.oliveira27}@estudante
.ufla.br {elaine.dorneles,glauciamian}@ufla.br

Palavras-chaves: Segurança do alimento, análise microbiológica, mastite bovina.

A região do Serro se destaca pela produção do Queijo Minas Artesanal (QMA), reconhecido como patrimônio cultural de Minas Gerais. A qualidade desse queijo está diretamente associada à qualidade do leite utilizado em sua fabricação. Diante da relevância de saúde pública, econômica, cultural do QMA, foi desenvolvida, nos anos de 2024 e 2025, uma ação extensionista em parceria entre a Universidade Federal de Lavras (UFLA), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG). O trabalho teve como objetivo analisar a qualidade físico-química e higiênico-sanitários dos parâmetros microbiológicos do leite cru destinado à produção do QMA e, posteriormente, a partir dos resultados, elaborar planos estratégicos voltados à capacitação dos colaboradores das fazendas, com foco em boas práticas de ordenha, saúde animal e manejo sanitário. Foram coletadas 44 amostras em 2024 e 51 amostras de produtores em 2025. As análises físico-químicas (ISO 21187:2021; ISO 13366-2:2006; ISO 9622:2013) e microbiológicas (APHA, 2015; ISO 7251:2005;) foram realizadas seguindo metodologias padronizadas e reconhecidas internacionalmente. Os resultados de 2024 indicaram que 11,4% das amostras apresentaram teores de sólidos totais abaixo do padrão mínimo de 11,4g/100g. A contagem de células somáticas (CCS) ultrapassou o limite máximo de 500.000 CS/mL em 59,1% das amostras, e a contagem padrão em placas (CPP) superou o limite legal 300.000 UFC/mL em 9,1%. Quanto à microbiologia, 36,1% das amostras apresentaram resultados fora do padrão estabelecido (≤ 100 UFC/mL), com presença de *S. aureus* em 34,1% e *E. coli* em 4,5%, sem registro de *Listeria* spp. Em 2025, 65,5% das amostras apresentaram CCS acima do limite e 12,7% tiveram CPP superior ao permitido. Novamente não houve detecção de *Listeria* spp., porém *S. aureus* foi identificado em 40,0% das amostras e coliformes em 32,7%. Com base nos resultados, verificou-se que o principal ponto de melhoria está relacionado à elevada CCS, indicativa de mastite, e à contaminação de origem higiênico-sanitária. Esses fatores comprometem a qualidade e a durabilidade do queijo, além de representarem risco à saúde do consumidor.

Análise de microrganismos causadores de mastite em leite cru destinado à produção do Queijo Minas Artesanal na região do Serro (MG)

Mariane de Araújo Tiengo¹, Bruno Borges Silva¹, Alice Gonçalves dos Reis¹, Pedro Felipe Rodrigues e Oliveira¹, Elaine Maria Seles Dorneles¹, Glaucia Frasnelli Mian¹

¹Faculdade de Zootecnia e Medicina Veterinária/FZMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{mariane.tiengo1,bruno.silva35,alice.reis4,pedro.oliveira27}@estudante
.ufla.br {elaine.dorneles,glauciamian}@ufla.br

Palavras-chaves: Cultura microbiológica, segurança do alimento, agente.

A região do Serro é tradicionalmente reconhecida pela produção do Queijo Minas Artesanal (QMA), um produto típico que se destaca pelo seu sabor único, textura cremosa e aroma característico. Os microrganismos presentes no leite desempenham um papel fundamental na produção do queijo, impactando diretamente sua composição, o que reflete no sabor, na textura e no rendimento do QMA. Além disso, influenciam a qualidade higiênico-sanitária do leite e podem afetar a segurança do alimento. Diante desse cenário, foi realizada uma ação extensionista em parceria com a Universidade Federal de Lavras (UFLA) e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG). O objetivo da ação foi identificar os agentes causadores de mastite presentes no leite cru utilizado na produção do QMA e propor estratégias de manejos baseadas nos resultados da cultura microbiológica. Para isso, foram coletadas amostras de leite de 30 fazendas da região do Serro, sendo que, em cada fazenda, foram obtidas 15 amostras de leite individual. As amostras foram submetidas à análise microbiológica seguindo protocolo adaptado do Laboratory Handbook on Bovine Mastitis (2017). Com base na cultura microbiológica, o agente com maior prevalência foi *Staphylococcus aureus* (35,79%), seguido de *Staphylococcus não-aureus* (18,49%). Além disso, *Streptococcus agalactiae* (5,96%), *Streptococcus uberis* (5,17%) e *Streptococcus dysgalactiae* (2,39%) juntas representam 13% dos casos observados. Outros microrganismos, como *Corynebacterium spp.* (1,59%), bacilos Gram-positivos (2,39%), *Pseudomonas spp.* (0,40%), *Enterobacter spp.* (0,20%), *Pasteurella spp.* (0,20%) e *Escherichia coli* (0,20%), embora menos prevalentes, não devem ser desconsiderados. A elevada prevalência de *Staphylococcus aureus* (35,79%) e outros patógenos identificados orienta estratégias específicas de controle da mastite na região do Serro. Os resultados subsidiam protocolos diferenciados de manejo, com foco na intensificação da higiene de ordenha para patógenos contagiosos e melhoria ambiental para patógenos ambientais, contribuindo para a qualidade do leite destinado à produção de QMA.

Agradecimentos: UFLA, FAPEMIG, CAPES, CNPq

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE *Arthrospira platensis* SOBRE A QUALIDADE DO SÊMEN CRIOPRESERVADO DE *Brycon orbignyanus*

Pedro A. de Oliveira¹, Náthaly A. Armando Honório¹, Guilherme A. de Gouvêa Lopes¹, Gabriella V. Pereira¹, Naiara C. Motta¹, Luis D. Solis Murgas¹

¹Departamento de Medicina Veterinária/DMV - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37203-202 - Lavras, MG - Brasil

{pedro.oliveira28,nathaly.honorio2,guilherme.lobes8,gabriella.pereira5}@estudante.ufla.br, {naiara.motta.ufv}@gmail.com, {lsmurgas}@ufla.br

Palavras-chave: criopreservação, piracanjuba, estresse oxidativo.

A avaliação da atividade enzimática e peroxidação lipídica relacionada ao estresse oxidativo são métodos de avaliação da qualidade espermática importantes após a criopreservação do sêmen, uma vez que a geração de espécies reativas ao oxigênio é um dos principais problemas presentes durante a utilização da técnica de congelamento de espermatozoides. O objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade de enzimas antioxidantes e também a peroxidação lipídica em amostras submetidas ao método de criopreservação utilizando uma solução crioprotetora base suplementada com diferentes concentrações de *Arthrospira platensis*. Foram utilizados 3 machos da espécie *Brycon orbignyanus* com produção seminal aproximada de 10ml, advindos da estação de piscicultura da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), Itutinga, Minas Gerais, Brasil. A coleta do sêmen foi realizada durante a estação reprodutiva de 2024/2025, no mês de janeiro de 2025, onde o sêmen foi envasado em palhetas de 0,5ml e posteriormente alojado em botijão de nitrogênio líquido durante 4 meses. Além do grupo controle com solução crioprotetora base (Metilglicol 10% e BTS® 5%), foram testados 3 tratamentos onde a solução base era suplementada com 8mg, 10mg e 12mg de *A. platensis*. Após 4 meses, o sêmen foi descongelado utilizando banho-maria sob protocolo de descongelamento de exposição a 60°C por 8 segundos e posteriormente foram realizadas as análises. Em relação a análise do estresse oxidativo, foram avaliadas as atividades das enzimas superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT), além da avaliação sobre o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e as amostras foram analisadas em duplicatas utilizando um leitor de microplacas. Os dados foram testados para normalidade utilizando Shapiro wilk e realizada ANOVA, seguido de pós-teste de Tukey (significância $p < 0.05$). O trabalho evidenciou que não houve diferença estatística para a atividade da SOD e para o teste de TBARS nos diferentes tratamentos. Em relação à CAT, houve diferença estatística para o tratamento de 12mg que mostrou uma menor atividade da enzima em comparação com o grupo de 8mg, porém, também não houve diferença estatística entre os grupos testados e o grupo controle. Logo, a *A. platensis* aparenta influência sobre a atividade da CAT, porém, mais estudos devem ser realizados a fim de esclarecer os possíveis efeitos da *A. platensis* sobre a qualidade espermática e o estresse oxidativo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG e também o apoio da CEMIG

Série temporal de casos de malária na região do Matopiba associada ao avanço da fronteira agrícola, 2003-2023

Maria Natália Costa e Silva¹, Ana Paula Tavares Pereira¹, Hoxana Xavier Lopes Kattah¹, Stela Márcia Pereira Dourado², Christiane Maria Barcellos Magalhães da Rocha¹

¹ Departamento de Medicina Veterinária/DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – Lavras, MG - Brasil

² Departamento de Medicina/DME – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – Lavras, MG - Brasil

{maria.silva122, rochac}@ufla.br, ana.pereira38@ufla.br,
hoxana.kattah1@ufla.br, stelapereira@ufla.br

Palavras-chave: Epidemiologia, malária, ARIMA.

Determinada pela expansão da fronteira agrícola, Matopiba é uma região composta pelos estados Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. A maioria dos casos de malária ocorre na região Amazônica, Maranhão/Tocantins. Porém, nos casos na região Extra-amazônica, Piauí/Bahia, observa-se maior letalidade que na área endêmica. Com o objetivo de avaliar a correlação temporal da frequência absoluta de casos de malária do Matopiba de 2003 a 2023, foi realizada análise de séries temporais por estados. Foram obtidos dados secundários dos casos confirmados de homens de 15-60 anos de idade, considerando o contexto de trabalhadores do campo. Utilizou-se o *software* Gretl para análise das séries temporais. Para os estados Maranhão e Tocantins foram coletados dados anuais divididos em dois sistemas registrados pelo Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica (SIVEP-Malária): 1.DATASUS- 2003-2011 e 2.Painel do Ministério da Saúde-2012-2023. No Maranhão foi observada divergência nos dados disponibilizados pelas diferentes plataformas oficiais, portanto a análise foi realizada separadamente. No primeiro momento, 2003-2011, identificou-se uma tendência crescente de 1,52 no número de casos e o melhor modelo foi o ARIMA (6,0,0). No segundo momento, 2012-2023, houve uma correlação significativa com o tempo e uma tendência de redução de 32,21 no número de casos com o modelo ARIMA (2,3,0,2). No Tocantins não houve incompatibilidade na coleta de dados, realizando-se uma única série temporal, 2003-2023, que não apresentou tendência significativa. A média foi de 3 casos/ano e 2017 apresentou maior número de casos (18). Nos estados Piauí e Bahia foram utilizados dados mensais de 2003-2023 registrados pelo Sistema de Notificação de Agravos de Notificação SINAN/DATASUS. No Piauí não houve sazonalidade e identificou-se 4 pontos de intervenção em junho/julho 2004, julho 2005, julho 2010 e abril 2011, apresentando-se acréscimo de 14, 9, 10 e 5 casos em relação à média, respectivamente. O modelo ajustado foi o ARIMA (1,3,11,0,0) e não apresentou tendência significativa. Na Bahia também não houve sazonalidade significativa, mas foi identificada uma fraca tendência de redução de 0,009 casos ao mês no modelo ARIMA (1,1,0). Encontrou-se 4 pontos de intervenção em julho 2003, maio 2010, janeiro/fevereiro 2018 e junho/julho 2021 com acréscimo de 21, 8, 15 e 2 casos, respectivamente. Será realizada análise espacial para testar a correlação dos casos de malária com o desmatamento na região. **Agradecimentos:** Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Interferência radiográfica causada por sobreposição de implante de sensor de monitor de glicose em cão – relato de caso

**Sérgio Novais de Melo¹, Ana Beatriz dos Santos Silva¹, Walter Araújo Ferreira¹,
Antônio Carlos Cunha Lacreta Jr.¹**

¹ Departamento de Ciências Veterinárias DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{ sergio.melo4, ana.silva178, walter.ferreira2}@estudante.ufla.br
lacreta@ufla.br

Palavras-chave: Glicosímetro; Radiografia torácica; Monitor de glicose; Sensor; Veterinária

A presença de dispositivos eletrônicos implantáveis em animais de companhia tem se tornado mais comum na rotina clínica veterinária, especialmente com o avanço dos sistemas de monitoramento contínuo de glicose. O presente trabalho relata uma situação radiográfica envolvendo sobreposição do implante de um sensor subcutâneo de glicose à região torácica de um cão adulto, resultando em artefato de imagem. O exame radiográfico foi realizado em projeções laterolateral direita e ventrodorsal para avaliação pulmonar e cardíaca. Observou-se a presença de uma estrutura metálica circular de margens regulares e alta radiopacidade, localizada na parede torácica lateral direita, sobrepondo parcialmente o campo pulmonar. O artefato provocou obscurecimento local das margens cardíacas e de vasos pulmonares adjacentes, dificultando a interpretação do parênquima pulmonar nessa área. O reconhecimento dessa estrutura como um sensor de monitor de glicose foi possível por meio do histórico clínico e inspeção física do paciente. A identificação correta de artefatos radiográficos é fundamental para evitar interpretações errôneas, diagnósticos incorretos e procedimentos desnecessários. Conclui-se que o conhecimento prévio sobre dispositivos médicos implantáveis e sua aparência radiográfica é essencial para a prática diagnóstica segura e precisa, reforçando a importância da comunicação entre clínico e radiologista veterinário.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Efeito da prostaglandina F2 α na regressão do corpo lúteo em cabras da raça Saanen durante a contraestação reprodutiva

Eder Pereira Campos Drumond Rodrigues¹, Victória de Oliveira Belo², Miller Pereira Palhão¹, Nadja Gomes Alves²

¹Departamento de Medicina Veterinária/DMV – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Zootecnia/DZO – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{eder.rodriques2, victoria.belo}@estudante.ufla.br, {miller.palhao, nadja}@ufla.br

Palavras-chave: Pequenos ruminantes, reprodução, volume ovariano.

As cabras da raça Saanen podem apresentar baixa atividade ovariana durante a contraestação reprodutiva. Objetivou-se avaliar os efeitos da via de administração de cloprostenol sódico, análogo sintético da prostaglandina F2 α , sobre a regressão volumétrica e a vascularização de corpos lúteos (CL), bem como o volume ovariano (VO), em cabras Saanen durante a contraestação. Foram utilizadas 10 fêmeas hígdas com CL, distribuídas em dois grupos: intramuscular (IM; n = 5), tratadas com 0,150 mg, e submucosa vulvar (SMV; n = 5), tratadas com 0,075 mg. A regressão volumétrica e a vascularização do CL, bem como o VO foram monitorados por ultrassonografia Doppler entre os dias D0 e D5. O diâmetro luteal (d) foi obtido pela média de duas mensurações perpendiculares em sua maior dimensão, sendo posteriormente aplicado à fórmula esférica: $V = 4/3 \times \pi \times (d/2)^3$. Para avaliação da vascularização, selecionou-se o frame com melhor definição do perfil vascular, contabilizando-se pixels coloridos sobre o total de pixels do CL. O VO foi calculado pela fórmula: $VO = 0,523 \times \text{comprimento} \times \text{altura} \times \text{largura}$. Os dados foram analisados por ANOVA em delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo e balanceamento quando necessário. Três fêmeas manifestaram estro entre 51 e 98 horas após a aplicação, apresentando taxa média de regressão volumétrica de 0,13 cm³/dia (4 CL), enquanto as demais (9 CL) não apresentaram regressão significativa ($p < 0,01$). A regressão luteal foi superior no grupo SMV (0,08 cm³/dia) em comparação ao grupo IM (0,02 cm³/dia) ($p < 0,05$). Quanto à vascularização não foram observadas diferenças entre as fêmeas em estro e as que não manifestaram estro, com redução de 1,56%/dia e aumento de 0,02%/dia, respectivamente ($p = 0,08$), nem entre as vias de aplicação (IM: -1,03%/dia; SMV: +0,19%/dia; $p = 0,14$). Em relação ao VO, não houve diferenças entre os tratamentos (VO IM = 1,81 cm³; VO SMV = 1,94 cm³; $p = 0,13$), entre os tempos avaliados (VO entre 1,76 e 1,94 cm³; $p = 0,79$) ou na interação tratamento $\times$ tempo ($p = 0,99$). Portanto, o efeito da via de administração de cloprostenol sódico pode promover a regressão volumétrica de CL em cabras na contraestação reprodutiva. Contudo, são necessárias investigações adicionais para elucidar melhor esses efeitos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização epidemiológica e anatômica dos linfomas em pequenos animais: estudo retrospectivo de dez anos em Minas Gerais, Brasil.

Martha Talita Ferreira Mendes¹, Millena Aparecida Amaral Prado¹, Thainá Neri Rodrigues da Silva¹, Kaory Miyashiro Pegoraro¹ Rafaella Amarante Rocha Alvarenga¹ Djeison Lutier Raymundo¹

¹ Departamento de Medicina Veterinária/FZMV - Universidade Federal de Lavras

(UFLA) - Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{martha.mendes2, millena.prado1, thaina.silva, rafaella.alvarenga}@estudante.ufla.br,
djeison.raymundo2@ufla.br,

Palavras-chave: FeLV, Linfossarcoma, Leishmaniose, Vírus da Leucemia Felina.

O linfoma é uma das neoplasias hematopoiéticas mais comuns em cães e a principal em gatos, apresentando etiologia multifatorial. Foi realizado um estudo retrospectivo dos casos de linfomas diagnosticados no Setor de Patologia Veterinária do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras (SPV-UFLA) de 2014 a 2024, com foco na caracterização epidemiológica e anatômica. Foram analisados laudos de necropsia, coletando-se informações sobre raça, sexo, status reprodutivo, idade e resultados de FeLV (gatos) e leishmaniose (cães), quando disponíveis. Os casos foram classificados em cinco categorias anatômicas: mediastinal, abdominal (subcategorias: alimentar, renal, outros e combinação), nodal, atípico e misto. Identificaram-se 148 casos de linfoma, correspondendo a 11,6% (73/631) dos diagnósticos em gatos e 2,5% (75/2978) em cães. A maioria dos gatos era sem raça definida (SRD) (95,9%; 70/73) e machos (58,9%; 43/73), sem diferença significativa quanto ao status reprodutivo. Entre os cães, predominou SRD (49,3%; 37/75), seguida por Labrador Retriever (10,7%; 8/75), com predomínio de fêmeas (57,3%; 43/75), das quais 69,8% (30/43) eram não castradas. A idade média foi de 9 anos para cães e 5 anos para gatos. Em ambas as espécies, a forma anatômica predominante foi a mista (gatos: 71,2%; 52/73; cães: 70,7%; 53/75), seguida pela abdominal (gatos: 16,4%; 12/73; cães: 14,7%; 11/75). Nesta última, destacou-se a subcategoria combinação (83,3%; 10/12) nos gatos e a subcategoria outros (54,5%; 6/11) nos cães. FeLV foi positivo em 86,5% (32/37) dos gatos testados e leishmaniose em 14,7% (11/75) dos cães. Portanto, o linfoma apresentou maior frequência relativa em gatos adultos jovens, machos e SRD, com forte associação ao FeLV. Nos cães, ocorreu com menor frequência, afetando principalmente fêmeas adultas maduras, não castradas e SRD, com destaque para a raça Labrador Retriever, sem associação expressiva com leishmaniose. Em ambas as espécies, a classificação mista foi predominante, caracterizando padrão multissistêmico de disseminação. Os resultados obtidos ampliam o conhecimento epidemiológico-patológico do linfoma na região, fornecendo subsídios para diagnóstico e vigilância.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Padrões hierárquicos da prevalência de cisticercose bovina em frigoríficos sob inspeção estadual de Minas Gerais

Ana Paula Tavares Pereira¹, Gislaine da Silva Andrade Lemos¹, Christiane Maria Barcellos Magalhães da Rocha¹

¹Departamento de Ciências Veterinárias/FZMV – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{ana.pereira38, autor4}@estudante.ufla.br, rochac@ufla.br

Palavras-chave: Análise de agrupamento, heatmap, zoonose.

A cisticercose bovina, causada pela forma larval da *Taenia saginata*, é uma zoonose de relevância sanitária e econômica, responsável por prejuízos significativos à cadeia produtiva de carne bovina. A identificação de cistos viáveis ou calcificados nos tecidos implica condenações de carcaças e perdas financeiras expressivas. O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição da cisticercose em bovinos abatidos em frigoríficos de Minas Gerais, considerando a ocorrência de cistos vivos, calcificados e o total (vivos + calcificados) em diferentes órgãos nos anos de 2015 a 2019. Foram analisados dados de 38 frigoríficos registrados no Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), abrangendo diferentes regiões do estado. As análises foram realizadas no software Spyder, em linguagem Python, utilizando as bibliotecas Pandas, NumPy, Seaborn e Matplotlib. A prevalência de cistos por órgão foi calculada em relação ao número total de bovinos abatidos no período de estudo. Foram realizados *clustermaps*, que combinam mapas de calor com dendrogramas gerados por agrupamento hierárquico, permitindo identificar frigoríficos e órgãos com perfis semelhantes de prevalência. Os resultados indicaram baixa prevalência geral de cistos vivos, concentrada em poucos frigoríficos, principalmente em carcaça, cabeça e coração. Os cistos calcificados apresentaram maior prevalência em cabeça e coração, com distribuição mais ampla, sugerindo infecções antigas e reinfecções recorrentes. O mapa combinado (vivos + calcificados) revelou três grupos principais de frigoríficos: um com baixa prevalência, outro intermediário e um grupo com prevalência elevada em múltiplos órgãos. Esses padrões evidenciam heterogeneidade regional e indicam diferenças nas condições de criação dos animais, manejo sanitário e eficiência da inspeção entre estabelecimentos. Conclui-se que a análise visual combinada por mapas de calor e dendrogramas demonstrou ser uma ferramenta eficaz para identificar frigoríficos com comportamento semelhante e órgãos críticos, auxiliando no direcionamento de estratégias de vigilância e controle da cisticercose bovina no estado de Minas Gerais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Condicionamento de maritacas (*psittacara leucophthalmus*) ao exame radiográfico sem contenção química

Walter Araújo Ferreira ¹, Sérgio de Melo Novaes¹, Samantha Mesquita Favoretto ¹, Antônio Carlos Cunha Lacrete Junior ¹

¹ Departamento de Ciências Veterinárias DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{walter.ferreira2,sergio.melo4}@estudante.ufla.br {samantha.favoretto,lacrete}@ufla.br,

Palavras-chave: comportamento, bem-estar animal, silvestres, aves

As aves são consideradas animais com grande habilidade cognitiva, de associação e aprendizagem, sendo comum aprenderem comportamentos condicionados como a reprodução de sons e de movimentos aos quais são frequentemente expostas. Com o tempo, esses estímulos se consolidam, reforçando o aprendizado e tornando os comportamentos condicionados. Dentro do manejo e clínica desses animais o exame radiográfico se torna extensão significativa do exame físico, sendo indicado para os atendimentos em geral. Diante disso esse trabalho tem como objetivo relatar o condicionamento de três filhotes de *psittacara leucophthalmus*, ao posicionamento adequado para radiografias nas projeções ventrodorsal e lateral direita. Os três animais eram deixados de jejum por no máximo 4 horas antes do posicionamento na mesa de raio x. A cada três dias, eram posicionados por uma só pessoa, afim de conferir melhor associação. Primeiro os animais eram colocados de forma separada em um local silencioso e manuseado com cuidado sem estímulo sonoro. Após um tempo eram tampados seus olhos com o auxílio de um tecido e posicionados em uma placa de velcros, onde eram imobilizados de forma física. Caso o animal se agitasse, era reiniciado todo processo até ele permanecesse posicionado por no mínimo 15 segundos. Era utilizado reforço positivo com sementes ao apresentarem o comportamento desejado, e permitido que retornassem para seus ambientes específicos. Esta prática ocorreu por 7 semanas, ao fim um dos filhotes demonstrou tranquilidade e colaboração perceptível ao condicionamento, os demais ainda exibiam resistência parcial. O resultado evidencia o potencial de aprendizagem da espécie e sugere que o condicionamento pode reduzir o estresse e a necessidade de contenção química em exames radiográficos, embora protocolos mais longos e adaptados individualmente possam ser necessários para resultados consistentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação ultrassonográfica de estase folicular em tigre-d'água (*Trachemys dorbigni*): relato de caso

Walter Araújo Ferreira ¹, Sérgio de Melo Novaes¹, Samantha Mesquita Favoretto ¹, Antônio Carlos Cunha Lacreata Junior ¹

¹ Departamento de Ciências Veterinárias DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{walter.ferreira2, sergio.melo4}@estudante.ufla.br {samantha.favoretto, lacreta}@ufla.br,

Palavras-chave: reprodução, quelônio, silvestres, répteis

Animais silvestres como os répteis tem ganhado espaço como animais de companhia. Os quelônios, por exemplo tem se destacado por ser um animal considerado rústico e de fácil manejo. Nesse sentido há a necessidade de ferramentas diagnósticas para auxiliar médicos veterinários no atendimento desses animais. Dentre as alterações mais frequentes nesses animais, estão os distúrbios nutricionais e reprodutivos, sendo a estase folicular a afecção mais comum em fêmeas de répteis. A condição se caracteriza pela retenção de folículos ovarianos não ovulados. Sua identificação clínica é desafiadora, sendo na maioria dos casos necessário o auxílio da ultrassonografia para se ter uma avaliação detalhada dos órgãos reprodutivos de forma não invasiva. Este trabalho descreve um caso de estase folicular em uma fêmea jovem de tigre-d'água (*Trachemys dorbigni*), pesando 1,365 kg. O animal apresentava sinais clínicos inespecíficos como apatia, anorexia, letargia e retração no casco. Como exame complementar foi realizado o exame ultrassonográfico, utilizando probe microconvexa na frequência de 3Mhz a 13 Mhz, com acesso na fossa inferior, entre os membros pélvicos. Foram identificados ovários aumentados, e estruturas de diferentes tamanhos e níveis de ecogenicidade de forma oval, compatíveis com folículos em diferentes estágios de desenvolvimento. Entre os folículos dois deles apresentavam início de mineralização periférica, enquanto outros mantinham conteúdo anecogênico homogêneo. Não havia evidência de líquido livre em cavidade celomática. Esses achados foram compatíveis com quadro de estase folicular incipiente. A ausência de mineralização e de líquido livre diferenciou a condição de um quadro de distocia. Em relação as possíveis condutas terapêuticas, é recomendado intervenções farmacológicas para auxílio nutricional, fluidoterapia, e o uso de análogos de prostaglandina e oxitocina, além de correção de fatores ambientais, como temperatura e substrato inadequados. O procedimento cirúrgico por ovariectomia ou salpingo-ovariectomia pode ser instituído caso o animal esteja não responsivo ao tratamento, visando prevenir complicações sistêmicas e reprodutivas. Conclui-se que o exame ultrassonográfico foi determinante para o diagnóstico, demonstrando sua relevância na avaliação reprodutiva de quelônios e na detecção precoce de alterações ovarianas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E EXTENSÃO



Impacto da exploração mineral na comunidade local: um estudo de caso no distrito de Inhassunge, Moçambique.

Louvarado Mendes Tomás¹, Mark Pereira dos Anjos²

¹ Mestrando PPG Desenvolvimento Sustentável e Extensão - Departamento da Administração e Economia /DAE–Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

² Professor PPG Desenvolvimento Sustentável e Extensão - Departamento da Administração e Economia/DAE– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

{autor1, [autor2](mailto:autor2@ufla.br)}@ufla.br

Palavras-chave: Exploração mineral; Impactos socioambientais; Justiça ambiental.

A exploração mineral em Moçambique, particularmente no distrito de Inhassunge, tem se expandido de forma expressiva, refletindo tanto a valorização econômica dos recursos naturais quanto os desafios de conciliar desenvolvimento e sustentabilidade. Este estudo analisa criticamente os impactos sociais, ambientais e econômicos da atividade mineradora sobre comunidades locais, destacando questões como deslocamento populacional, perda de referências culturais, poluição dos ecossistemas e alterações nas dinâmicas produtivas. O estudo buscará compreender como a comunidade se percebe dentro dos processos de **Governança ambiental**, investigando formas de inclusão e exclusão nas decisões e na formulação de políticas públicas.

A metodologia adotará a abordagem qualitativa, integrando revisão bibliográfica, observações de campo e entrevistas semiestruturadas, além da aplicação de uma matriz de interação para identificar a intensidade e a abrangência dos impactos nos meios físico, biótico e socioeconômico. Espera-se que a pesquisa contribua para a reflexão crítica sobre situações de injustiça ambiental e proponha alternativas de desenvolvimento sustentável participativo, de modo a equilibrar os interesses econômicos com a proteção do meio ambiente e a justiça social, assegurando que os benefícios da mineração sejam distribuídos de forma justa entre os diferentes atores locais.

Agradecimentos: Os autores agradecem a UFLA; PPGDE, pela oportunidade.

Da Pesca à Maricultura: O Caso dos Caiçaras de Caraguatatuba

Ana Luiza Moreira Botan¹, Rafael Eduardo Chiodi²

¹Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável e Extensão –
Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Administração e Economia/FCSA – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ana.botan4@estudante.ufla.br, rafaelchiodi@ufla.br

Palavras-chave: Caiçaras; maricultura; sustentabilidade

Os caiçaras, povos tradicionais habitantes do litoral que se estende do Rio de Janeiro ao Paraná, possuem extenso conhecimento sobre a biodiversidade local, além de possuírem uma relação cultural com o ambiente. Dependem, em sua maioria, da agricultura e da pesca para sua renda e subsistência. Frente às mudanças climáticas, os impactos antrópicos na biodiversidade marinha e o aumento da pesca industrial, comunidades caiçaras estão criando estratégias alternativas de geração de trabalho e renda. A maricultura, produção de seres aquáticos, aparece então como uma alternativa para a produção de alimentos, promovendo segurança alimentar e geração de renda. Assim, este trabalho teve como objetivo identificar e analisar a transição de uma economia baseada na pesca para uma economia baseada na maricultura, que contou com o apoio da Associação dos Pescadores e Maricultores da Praia da Cocanha (MAPEC). Para tanto, foi realizado um levantamento exploratório sobre a Associação. A MAPEC foi criada em 2000 com o objetivo de organizar as atividades desenvolvidas pelos pescadores e maricultores, principalmente no que se trata da regularização da prática da maricultura. Atualmente, conta com 17 maricultores associados e duas fazendas de produção. Identificou-se que a prática da maricultura na região se deu especialmente pelo declínio do estoque pesqueiro, entretanto, notou-se que os mais jovens, ou seja, netos e filhos dos pescadores artesanais são os mais adeptos desta atividade. Além disso, em 2020, também como forma de suprir as necessidades advindas do declínio da pesca, foi iniciado o Turismo de Base Comunitária (TBC), que até os dias atuais contribui com a geração de renda e com a valorização da cultura local.

Restauração de ecossistemas na era da crise ambiental: reflexões paradigmáticas e enfrentamento das desigualdades nos territórios

Juliana Costa Chaves¹, Tatiana Pires Botelho²

¹Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Sustentável e Extensão – PPGDE –
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Sustentável e Extensão – PPGDE -
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

julicchaves@gmail.com, tat_pires@yahoo.com.br

Palavras-chave: Restauração de ecossistemas; Colonialidade; Práxis social.

Este ensaio reflete sobre a restauração de ecossistemas como uma práxis social transformadora, articulando a crise climática, o desenvolvimento moderno e as desigualdades estruturais que marcam os territórios. O Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) evidencia o impacto das atividades humanas no aquecimento global e as consequências sobre a biodiversidade, os recursos hídricos e a segurança alimentar. Os efeitos das mudanças climáticas acentuam ainda mais as desigualdades socioambientais e regionais no país, historicamente marcado por relações de colonialidade (ESCOBAR, 2014; MIGNOLO 2017). A restauração de ecossistemas, nesse contexto, pode ser compreendida como um processo técnico de recomposição ambiental, mas também como uma ação ética, cultural e política que pode restabelecer vínculos entre humanos e natureza. Inspirada em Freire (2005), a restauração é concebida como práxis social — uma ação consciente e transformadora — capaz de promover a conservação ambiental e, simultaneamente, a reapropriação social e simbólica dos territórios. Neste sentido, repensar a restauração sob uma epistemologia decolonial implica desafiar os paradigmas de desenvolvimento e sustentabilidade dominantes, reconhecendo as práticas locais e os saberes invisibilizados como caminhos para a reconstrução dos vínculos entre sociedade e natureza.

Referências

ESCOBAR, Arturo (2014) **La invención del desarrollo**. Popayán: Universidad del Cauca. <Capítulos 1 (Introdução), 2 e 3>.

FREIRE, Paulo. (2005) **Pedagogia do Oprimido**, Rio de Janeiro, Paz e Terra.

MIGNOLO, Walter (2017). **Colonialidade: o lado mais escuro da modernidade**. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 32(4).

JORNADA SUSTENTÁVEL

Louvarado Mendes Tomás¹; Gabriel Coimbra Rafael²; Luísa Fernanda Avila Urueña³; Sabrina Reis de Carvalho⁴; Marcelo Rodrigues de Almeida⁵; Ana Luíza Moreira Botan⁶; Juliana Rosa de Souza⁷ e Viviane Santos Pereira⁸.

[1]^{3,4,5,6,7} Mestrando PPG Desenvolvimento Sustentável e Extensão - Departamento da Administração e Economia /DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

[2] Doutorando PPG Engenharia Florestal - Departamento de Ciências Florestais/DCF - Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

8 Docente do PPG Desenvolvimento Sustentável e Extensão - Departamento da Administração e Economia/DAE– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

{autor1;gabriel.rafael@estudante.ufla.br;3;4;5;6;7;vivianepereira@ufla.br; }@ufla.br

Palavras-chave: *Desenvolvimento Sustentável; Educação Ambiental; Insetos; Biodiversidade; Extensão Universitária.*

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito de uma disciplina do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável e Extensão (PPGDE/UFLA), tendo como com o objetivo de proporcionar um espaço de intercâmbio de saberes entre estudantes do ensino médio e a comunidade acadêmica da UFLA chamado de “Jornada sustentável”. O evento teve duração de 4 horas e envolveu recepção e integração inicial dos estudantes, visita guiada a cidade dos Insetos (em parceria com o DEN), dinâmicas em grupo com perguntas norteadoras, produção de cartazes e socialização dos resultados em plenária, com mediações pedagógicas conduzidas pelos mestrandos do PPGDE, que estimularam a reflexão e o diálogo sobre o papel dos insetos na manutenção dos serviços ecossistêmicos, valorização da biodiversidade e aproximação dos jovens as questões socioambientais. Acredita-se que esta atividade promoveu a sensibilização acerca da importância ecológica dos insetos nos agroecossistemas e fortalecimento das relações entre ciência, território e agricultura familiar. Foi possível observar engajamento dos estudantes, que demonstraram curiosidade,

superaram medos iniciais e ampliaram suas percepções sobre funções ecológicas dos insetos, como polinização, decomposição e controle biológico. As produções coletivas destacaram propostas de preservação, educação ambiental e práticas sustentáveis. O evento possibilitou aos mestrandos perceber a importância da extensão como um exercício comunicativo e dialógico, por meio do qual é possível compartilhar conhecimento entre a universidade e a sociedade.

Agradecimentos: Os autores agradecem à **UFLA** pelo apoio institucional para a realização deste trabalho.

O MEIO AMBIENTE COMO SUJEITO DE DIREITO: UMA ANÁLISE CRÍTICA DOS INSTRUMENTOS LEGAIS PARA A PROTEÇÃO DOS RIOS NA COLÔMBIA – ESTUDO DE CASO DA SENTENÇA T-038 DE 2019 – RIO CAUCA

Luisa Fernanda Ávila Urueña,¹ Rafael Eduardo Chiodi²

¹Mestranda PPG Desenvolvimento Sustentável e Extensão - Departamento da Administração e Economia /DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Professor PPG Desenvolvimento Sustentável e Extensão - Departamento da Administração e Economia /DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

{autor1; luisa.urueña@estudante.ufla.br;
coautor2; rafaelchiodi@ufla.br}@ufla.br

Palavras-chave: *Direitos da natureza; sujeito de direito; ecocentrismo; Sentença T-038/2019; estudo de caso.*

O Rio Cauca, segundo mais importante da Colômbia, sustenta cerca de sete milhões de pessoas e ecossistemas estratégicos, além de atividades econômicas e culturais fundamentais. Apesar de sua relevância, enfrenta graves ameaças, como poluição doméstica, industrial e agrícola, impactos de megaprojetos hidrelétricos, perda de biodiversidade e conflitos socioambientais. Essas problemáticas evidenciam a urgência de mecanismos jurídicos e institucionais robustos para sua proteção e restauração, destacando a necessidade de repensar a relação entre sociedade e natureza. Este estudo analisa a Sentença T-038 de 2019, um marco histórico no direito ambiental colombiano, que reconhece o Rio Cauca como sujeito de direitos, avançando para um modelo jurídico ecocêntrico. O objetivo é compreender os fundamentos legais e ambientais dessa decisão e avaliar os desafios e oportunidades em sua implementação prática. A pesquisa, de caráter qualitativo, exploratório e descritivo, foi desenvolvida por meio de um estudo de caso jurídico-ambiental, apoiado em análise documental e revisão bibliográfica, considerando a avaliação de impactos e obstáculos de implementação. Os resultados mostram que a Sentença T-038 confere personalidade jurídica ao Rio Cauca, incorpora princípios eco-cêntricos e fortalece a participação comunitária, constituindo-se em um precedente inspirador para a América Latina. No entanto, sua aplicação enfrenta limitações técnicas, institucionais e políticas, incluindo fraca articulação interinstitucional, recursos insuficientes e persistência de um modelo

econômico extrativista. Esses desafios ressaltam a necessidade de estratégias integradas que articulem vontade política, pressão social e empoderamento comunitário, transformando os direitos reconhecidos em ações concretas de proteção, restauração e justiça ambiental, oferecendo um modelo inovador para a governança dos ecossistemas e a sustentabilidade territorial.

Agradecimentos

A autora agradece o apoio à UFLA pelo apoio institucional para a realização deste trabalho.

ODS e Extensão Universitária: integração de dados abertos e inteligência artificial

Nayara Batista Pereira Rocha¹, Rafael Eduardo Chiodi²

^{1 2} Departamento de Administração e Economia/DAE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

adm.nayarapereira@gmail.com, rafaelchiodi@ufla.br

Palavras-chave: ODS; Inteligência Artificial; Dados Abertos; Extensão Universitária.

A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) estabelece os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como referência global para o enfrentamento de desafios sociais, ambientais e econômicos. Ferramentas como inteligência artificial, ciência de dados e o uso de dados abertos vêm se consolidando como instrumentos estratégicos para ampliar a transparência e a tomada de decisão baseada em evidências. Este estudo tem como objetivo identificar a existência de painéis consolidados que possibilitem à sociedade avaliar os resultados das ações voltadas ao alcance dos ODS, utilizando tais ferramentas tecnológicas que integrem dados de maneira dinâmica. Para tanto, foi realizada pesquisa na rede mundial de computadores, em relatório específico produzido pela ONU, nos sites eletrônicos da Universidade Federal de Lavras (UFLA), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), do Programa Cidades Sustentáveis, dentre outros relacionados ao tema, com o intuito de identificar a existência de um espaço unificado de informações que conecte diferentes instituições e entes governamentais. Algumas iniciativas foram localizadas, em formato de painéis ou relatórios, porém, trata-se de fontes distintas de dados que precisam ser avaliadas e comparadas para a compreensão do cenário, considerando o posicionamento do poder público e de outros atores da sociedade civil. O Relatório Luz, elaborado pelo Grupo de Trabalho da Sociedade Civil para a Agenda 2030, é uma das mais relevantes iniciativas identificadas. Contudo, embora rico em conteúdo e detalhamento, ainda apresenta lacunas quanto à facilidade de acesso aos dados e à utilização das informações no debate público sobre o assunto. Portanto, a pesquisa realizada não identificou a existência de painéis consolidados com informações voltadas aos ODS, sobretudo quando gerenciados por universidades, cuja atuação se mostra relevante pelo potencial de promover o compartilhamento de conhecimento, assegurar maior independência na obtenção de dados entre distintos atores e contribuir para o debate público da aproximação de ações de setores econômicos às metas de sustentabilidade. Argumenta-se que as instituições de ensino superior podem desempenhar papel estratégico ao explorar dados abertos e técnicas de inteligência artificial, fomentando, em parceria com órgãos de controle, o desenvolvimento de painéis interativos que aproximem gestores públicos, comunidade e universidade em torno dos indicadores de sustentabilidade.

Agradecimentos

A autora expressa seu agradecimento à Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelo incentivo à produção acadêmica e ao desenvolvimento científico.



ECOLOGIA APLICADA



O Que Adultos e Juvenis de Krill Antártico Comem no Inverno?

Mariana Andrade Nunes¹, Mirella Bisso Alonso¹, Alessandra Angélica de Pádua Bueno¹

¹Departamento de Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) –
Lavras, MG – Brasil

mariana.nunes1@estudante.ufla.br, mirella.alonso2@estudante.ufla.br,
alebueno@ufla.br

Palavras-chave: Copepoda, Diatomáceas, Tintínídeos.

O krill antártico *Euphausia superba* Dana, 1850 é essencial para os ecossistemas marinhos únicos da Antártica por conta de sua relevância ecológica. Durante o inverno, a cobertura do gelo marinho é um importante fator para determinar a dieta desses crustáceos. Nessa espécie, adultos e juvenis apresentam diferenças no uso do habitat, na associação com o gelo marinho e na demanda energética. Dessa forma, as dietas de adultos e juvenis tendem a ser distintas. No entanto, a alimentação do krill antártico durante o inverno ainda é pouco compreendida e ainda há lacunas de conhecimento a serem preenchidas. Diante disso, este estudo objetivou verificar se há diferença significativa na dieta entre indivíduos adultos e juvenis no inverno. As coletas ocorreram entre junho e julho de 2022 na Península Antártica e nas Ilhas Órcades do Sul. Em laboratório, foram selecionados aleatoriamente 45 adultos e 45 juvenis. Em seguida, os estômagos foram retirados, o grau de repleção foi determinado e as lâminas com o conteúdo estomacal foram analisadas sob microscópio. Na última etapa, foi realizada a identificação dos itens alimentares e a determinação do volume ocupado por cada item, o qual foi utilizado para o método dos pontos e as análises estatísticas. Como resultado, não foi observada diferença significativa na dieta entre adultos e juvenis. Os principais recursos consumidos por ambos foram tintínídeos e copépodes. O consumo desses itens pelos adultos ocorreu devido a tendência de os indivíduos maiores apresentarem uma dieta carnívora. Enquanto isso, a baixa ocorrência de diatomáceas em estômagos de juvenis pode ter sido ocasionada pelo aquecimento global, uma vez que o aumento de temperatura vem provocando diminuição tanto do gelo marinho quanto de diatomáceas, algas e demais biota associada a esse gelo. Dessa forma, os juvenis consumiram itens alimentares alternativos para sobreviver. Assim, conclui-se que, durante o inverno, adultos e juvenis de krill antártico apresentam dietas semelhantes baseadas principalmente em tintínídeos e copépodes. Ademais, diante do aquecimento global, faz-se necessário estudos que verifiquem as mudanças na alimentação do krill e os efeitos sobre os ecossistemas antárticos.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Padrões sazonais de alimentação e ingestão de microplásticos por *Macrobrachium amazonicum* em um reservatório neotropical

Luana Carolina Rabelo da Silva¹, Mirella Bisso Alonso², Alessandra Angélica de Pádua Bueno³

¹Departamento de Ecologia e Conservação/PPGECO – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200–900 – Lavras, MG – Brasil

luanacarolinards@gmail.com, mirellabisso@gmail.com,
alebueno@dbi.ufla.br

Palavras-chave: Camarão de água doce, dieta, poluição plástica.

A poluição por microplásticos é uma ameaça emergente aos ecossistemas aquáticos, mas sua interação com a ecologia trófica de decápodes de água doce permanece pouco compreendida. Este estudo investigou a dieta natural do camarão de água doce *Macrobrachium amazonicum* no reservatório do Funil (Minas Gerais, Brasil), com foco na relação entre a dieta e a ingestão de microplásticos. As coletas foram realizadas mensalmente entre abril de 2021 e março de 2022, e os indivíduos foram agrupados em classes demográficas (machos, fêmeas, fêmeas ovígeras e juvenis). O conteúdo estomacal foi analisado pelo método dos pontos, de acordo com a presença de itens alimentares classificados como: insetos, fragmentos vegetais, matéria orgânica digerida, algas, nematóides, microplásticos e outros. Os resultados revelaram diferenças sazonais e demográficas nos padrões alimentares, em que não houve variação significativa no consumo de matéria animal, enquanto a matéria vegetal foi mais consumida no outono e por fêmeas ovígeras. A matéria orgânica digerida foi o item mais frequente em todos os grupos, enquanto os juvenis apresentaram menor consumo de recursos vegetais. Os microplásticos foram detectados em todas as classes demográficas e em todas as estações e as análises estatísticas mostraram correlação positiva significativa entre a ingestão de microplásticos e o consumo de matéria animal e vegetal, sendo a associação mais forte com a matéria animal. Tais resultados indicam que a ecologia trófica de *M. amazonicum* é influenciada pela disponibilidade sazonal de recursos e por fatores demográficos, e que a ingestão de microplásticos está intimamente ligada aos padrões alimentares naturais. Assim, o estudo evidencia o papel dessa espécie como componente trófico-chave em redes alimentares de água doce e sua vulnerabilidade à contaminação por plásticos, oferecendo novos insights sobre as interações ecológicas entre dieta e poluição em reservatórios tropicais.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao PPGECO e à CAPES pela concessão de bolsa de mestrado.

Dinâmica populacional do camarão não nativo *Macrobrachium amazonicum* em um reservatório tropical

Mirella Bisso Alonso¹, Luana Carolina Rabelo da Silva¹, Alessandra Angélica de Pádua Bueno¹

¹Departamento de Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) –
Lavras, MG – Brasil

mirella.alonso2@estudante.ufla.br, luana.silva18@estudante.ufla.br, alebueno@ufla.br

Palavras-chave: Invasão biológica, Crustacea, Decapoda.

Espécies não nativas de água doce são cada vez mais relatadas em reservatórios tropicais, onde podem alterar a dinâmica da comunidade e o funcionamento do ecossistema. Entre elas, o camarão *Macrobrachium amazonicum* estabeleceu com sucesso populações fora de sua área de distribuição nativa. Este estudo avaliou a dinâmica populacional do camarão não nativo *M. amazonicum* em um reservatório tropical no sudeste do Brasil, destacando seu estabelecimento e potenciais implicações ecológicas. Coletas mensais ao longo de um ano, combinadas com medições de variáveis físico-químicas, permitiram a análise da abundância de classes demográficas, relações do comprimento da carapaça das fêmeas com a fecundidade e padrões de crescimento. O modelo de crescimento de von Bertalanffy revelou dimorfismo sexual acentuado, com as fêmeas atingindo maior comprimento assintótico, enquanto os machos exibiram maiores taxas de crescimento. Uma correlação positiva entre o tamanho da fêmea e a fecundidade foi detectada, indicando um alto potencial reprodutivo. Modelos lineares generalizados (MLGs) mostraram que a temperatura e a condutividade afetaram negativamente a abundância do camarão, sugerindo que a qualidade da água pode modular o sucesso populacional. Esses resultados fornecem insights sobre como *M. amazonicum* se adapta a ambientes antropogênicos, levantando preocupações sobre seu potencial invasivo e impactos ecológicos em reservatórios tropicais.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

Avaliação de espécies arbóreas usadas no planejamento de arborização urbana e sua adequabilidade ambiental

Luiza Simas Calenzani¹, Michele Valquíria dos Reis², Renata Francoso Brandão¹

¹Departamento de Ecologia e Conservação/DEC – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agricultura – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

luiza.calenzani@ufla.br, michele.reis@ufla.br, renata.francoso@ufla.br

Palavras-chave: Mudanças climáticas, Adequabilidade ambiental, Arborização urbana.

A degradação ambiental resultante da conformação de centros urbanos e a perspectiva do impacto das mudanças climáticas em cidades traz a necessidade de soluções para o desenvolvimento de áreas urbanas resilientes. Uma dessas soluções é o planejamento de arborização urbana. Com ele, o plantio e manutenção de cobertura arbórea expressiva podem ser usados como formas de melhorar o conforto térmico da população urbana, além da recuperação e conservação do ecossistema natural existente, entre outros benefícios. O presente estudo analisou recomendações de espécies de 11 planos de arborização de capitais brasileiras a fim de compreender os critérios utilizados para o uso de espécies arbóreas em cidades. Padrões importantes foram identificados, como a repetida recomendação de algumas espécies nativas em várias cidades e a presença de espécies exóticas em cerca de 21,5% das recomendações totais. Questões socioculturais e econômicas também interferem nas escolhas: o uso ornamental de espécies exóticas, a persistência de espécies introduzidas durante o período colonial e a valorização de espécies de importância histórica e política, como o pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), por exemplo. Esses fatores demonstram que, além dos critérios técnicos e ecológicos, dimensões históricas e sociais moldam a composição da arborização urbana no Brasil. Também foi analisada a adequabilidade ambiental de quatro das espécies arbóreas mais recomendadas nos planos e manuais analisados frente às condições climáticas urbanas atuais e futuras por meio da modelagem de nicho ecológico. A modelagem segue os cenários SSP2-4.5 e SSP5-8.5 do IPCC. É esperado que sua adequabilidade ambiental seja afetada pelo impacto das mudanças climáticas em seus nichos ecológicos potenciais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq, CAPES e FAPEMIG.

Correlação entre componentes corporais de machos e fêmeas de *Valdivia serrata* (White, 1847) em igarapés amazônicos

Matheus Owen de Lima Ferreira¹, Mirella Bisso Alonso¹, Pedro Henrique dos Santos Basilio¹, Débora Reis de Carvalho², Cecília Gontijo Leal², Alessandra Angelica de Padua Bueno¹

¹Departamento de Ecologia e Conservação/DEC – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Lancaster Environment Centre, Lancaster University, LA1 4YQ, Lancaster, United Kingdom

matheus.owen11@ufla.br; mirella.alonso2@ufla.br; hhenriquepedro.2018@gmail.com; deboracarvalhobio@gmail.com; c.gontijoleal@gmail.com; alebueno@ufla.br;

Palavras-chave: Morfometria, Ecologia de crustáceos, Caranguejos de água doce.

A morfometria investiga diferenças anatômicas a partir da variação na forma dos organismos. Em caranguejos, o forte dimorfismo sexual se expressa tanto em estruturas ligadas ao sexo quanto nos padrões gerais de diversidade morfológica. Nesse sentido, este trabalho teve como proposta avaliar a correlação entre o comprimento de diferentes caracteres morfológicos da espécie de caranguejo, *Valdivia serrata* (White, 1847), coletados em igarapés da região de Paragominas (PA). Os caranguejos foram coletados em 32 igarapés, abrangendo as bacias dos rios Gurupi (17) e Capim (15), na estação seca (junho e julho) de 2024. Cada igarapé foi amostrado ao longo de um trecho de 150 m através de arrasto horizontal e peneiras, por duas pessoas durante um período de duas horas. Os indivíduos coletados foram armazenados em álcool 70% e foram encaminhados ao Laboratório de Limnologia e Carcinologia da UFLA, onde foi realizada a identificação da espécie e o sexo dos exemplares amostrados. Posteriormente, foram realizadas as medidas das seguintes estruturas: largura da carapaça, comprimento da carapaça, largura do própodo do quelípodo maior, comprimento do própodo do quelípodo maior, largura do abdome, e comprimento do abdome. Os resultados mostraram correlações positivas entre a largura do abdome e o comprimento do própodo maior, tanto em machos quanto em fêmeas. Além disso, observou-se uma forte correlação positiva entre a largura e o comprimento do própodo maior nos machos e nas fêmeas. As análises indicam que os caracteres morfológicos avaliados estão fortemente relacionados em ambos os sexos, sugerindo padrões consistentes de crescimento proporcional. Esses achados contribuem para o entendimento da morfologia de *V. serrata* e podem auxiliar em estudos futuros sobre a ecologia, o crescimento relativo e o dimorfismo sexual da espécie.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG e United Kingdom Research and Innovation- UKRI

Ecotoxicidade de um Herbicida à base de Diquate e Flumioxazina em *Eisenia andrei*

Wilfredo Tello-Zevallos^{1,4}, Leonardo Mendes da Silva¹, Rafael Pereira Ramos², Maria Dolores Meza-Sanabria³, Larissa Fonseca Andrade-Vieira¹

¹Departamento de Ecologia e conservação/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

⁴Escola Profissional de Engenharia Florestal /FRNR – Universidade Nacional Agrária da Selva (UNAS) – Tingo María, Huánuco – Peru

wilfredo.tello@unas.edu.pe, leonardo.dasilva@estudante.ufla.br,
rafael.ramos2@estudante.ufla.br, maria.sanabria@estudante.ufla.br,
larissa.vieira@ufla.br

Palavras-chave: Organismos edáficos, Bioensaio com oligoquetas, Ecotoxicologia terrestre, Toxicidade aguda, Bioindicadores ambientais, Invertebrados terrestres

O uso frequente de herbicidas pode representar um risco para a saúde dos ecossistemas e, especialmente, espécies não alvo. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito tóxico agudo do herbicida Burner (formulado com Diquate (200 g. L⁻¹) e Flumioxazina (25g. L⁻¹)) em minhocas (*Eisenia andrei*) como organismo edáfico não alvo, empregando um sistema de ensaio em placas de Petri com papel filtro. O experimento foi conduzido com 11 concentrações do herbicida (8%; 4,4444%; 2,4691%; 1,3717%; 0,7621%; 0,4234%; 0,2352%; 0,1307%; 0,0726%; 0,0403% e 0% [controle negativo]), com quatro repetições. Cada repetição consistiu em cinco placas (contendo um organismo por placa), totalizando 20 organismos por concentração. A mortalidade das minhocas foi avaliada após 24 e 48 horas de exposição. O herbicida apresentou efeito altamente significativo ($p < 0,01$) em ambos os períodos de exposição. A concentração letal média (CL₅₀) foi de 3,2% (6,4 g. L⁻¹ de Diquate e 0,8 g. L⁻¹ de Flumioxazina) em 24 horas e de 1,293% (2,586 g. L⁻¹ de Diquate e 0,3233 g. L⁻¹ de Flumioxazina) em 48 horas. A mortalidade observada em 48 horas aumentou com a concentração do herbicida, variando de 5,00±5,00% (0,1307%) a 100,00±0,00% (4,4444%). Valores intermediários foram de 10,00±5,77% (0,2352% e 0,4234%), 15,00±9,57% (0,7621%), 55,00±9,57% (1,3717%) e 85,00±9,57% (2,4691%). Em conclusão, a toxicidade do herbicida aumentou proporcionalmente à concentração, evidenciando uma relação direta entre a dose aplicada e a taxa de mortalidade de *E. andrei*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, FAPEMIG e CNPq.

VARIAÇÃO ESPACIAL NA DIETA DE *ASTYANAX LACUSTRIS* (CHARACIDAE) NO RESERVATÓRIO DE FURNAS (MG)

¹Luís Otávio Peloso Silvestre, ²Paulo dos Santos Pompeu,

Departamento de Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

luís.silvestrel@estudante.ufla.br, pompeu@ufla.br,

Palavras-chaves: ecologia trófica, reservatório, peixes, gradiente espacial

Astyanax lacustris é uma espécie de pequeno porte amplamente reconhecida por sua elevada plasticidade alimentar de natureza onívora, o que lhe confere notável capacidade de colonização em ambientes impactados, como reservatórios. No reservatório de Furnas (MG), o maior da região Sudeste, essa espécie encontra um cenário de grande heterogeneidade ambiental, resultante tanto do gradiente longitudinal, que separa regiões com características fluviais e lacustres, quanto da diferenciação entre os braços formados pelos rios Grande e Sapucaí. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a dieta de *A. lacustris* ao longo dos diferentes compartimentos do reservatório, buscando compreender em que medida as variações espaciais influenciam seu espectro alimentar. Para tanto, foram analisados os conteúdos estomacais de 80 indivíduos coletados em abril de 2023, abrangendo regiões fluviais e lacustres de ambos os braços. Ao todo, foram identificados 16 itens alimentares distintos, sendo os restos de insetos os mais frequentes (70,8%) e abundantes (26% do volume total). Observou-se que as regiões fluviais apresentaram maior riqueza e volume de itens por indivíduo, sugerindo maior disponibilidade trófica nesses trechos. Contudo, verificou-se que a composição da dieta variou mais intensamente entre os braços do reservatório do que entre as zonas lóticicas e lênticas. Enquanto os peixes do braço do rio Grande consumiram predominantemente insetos, aqueles do braço do Sapucaí apresentaram maior ingestão de matéria vegetal. Além disso, microplásticos foram detectados em mais da metade dos estômagos analisados, com maior incidência nas áreas associadas ao rio Grande. Assim, os resultados evidenciam que, embora a espécie responda ao gradiente longitudinal, a segmentação entre os braços exerce influência mais pronunciada sobre sua alimentação, refletindo tanto sua flexibilidade trófica quanto a influência das condições locais sobre a oferta de recursos.

Agradecimentos:

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Aprimoramento da detecção da cobertura vegetal por meio de Random Forest e sensoriamento remoto na região centro-oriental do Peru

Wilfredo Tello-Zevallos^{1,4}, Maria Dolores Meza-Sanabria³, Marcelo de Carvalho Alves²

¹Departamento de Ecologia e conservação/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia agrícola/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

⁴Escola Profissional de Engenharia Florestal /FRNR – Universidade Nacional Agrária da Selva (UNAS) – Tingo María, Huánuco – Peru

wilfredo.tello@unas.edu.pe, maria.sanabria@estudante.ufla.br, marcelo.alves@ufla.br

Palavras-chave: Aprendizado supervisionado; Índices espectrais; Classificação multibanda; Modelagem ambiental; Selva central peruana.

A vegetação desempenha um papel essencial na dinâmica dos ecossistemas, e seu monitoramento é fundamental para uma gestão ambiental eficaz. Este estudo avalia a aplicação de técnicas de aprendizado de máquina e dados de sensoriamento remoto para aprimorar a detecção da cobertura vegetal. A área de estudo está localizada na região centro-oriental do Peru, especificamente no distrito de Rupa Rupa, utilizando bandas multiespectrais do satélite Landsat 9. Foram empregados dados satelitais de acesso público e diversos índices de vegetação para otimizar a classificação. A classificação foi realizada por meio do algoritmo Random Forest, implementado no pacote *randomForest* do R. Os resultados indicam que a incorporação de índices de vegetação (NDVI, EVI, SAVI, MSAVI, NDWI, NDMI, NBR, NBR2, GNDVI, ARVI) juntamente com as bandas multiespectrais melhora significativamente a precisão, alcançando uma exatidão de 96,56% e um índice Kappa de 92,47%. Esses achados destacam a eficiência do aprendizado de máquina e do sensoriamento remoto na detecção e no monitoramento da vegetação, fornecendo informações relevantes para a gestão ambiental e a tomada de decisões em ecossistemas vegetais heterogêneos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.



EDUCAÇÃO



Metodologias Visuais e Virtuais no Acesso a Saberes da Experiência: Potencialidades para a Pesquisa em Lazer Juvenil

Alysson dos Anjos Silva ¹

¹Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional/ Programa de Pós-graduação em Estudos do Lazer – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Caixa Postal 1621 CEP 31270-901– Belo Horizonte, MG – Brasil

{alysson227@gmail.com}

Este trabalho, resulta de uma pesquisa que tem como objetivo apresentar e discutir as potencialidades metodológicas do uso de dispositivos audiovisuais e ferramentas virtuais interativas na produção de dados qualitativos junto a jovens do ensino médio em uma escola pública do Sul de Minas Gerais. A pesquisa ancora-se em uma perspectiva crítica do lazer como fenômeno sociocultural e polissêmico, e da juventude como categoria plural, situada em múltiplos contextos. Foram desenvolvidas oficinas pedagógicas inspiradas nos círculos de cultura, nas quais os participantes produziram e compartilharam narrativas e registros fotográficos e audiovisuais. Além disso, grupos virtuais no WhatsApp foram utilizados como espaço de coleta e troca de imagens, vídeos e relatos, ampliando as possibilidades de expressão dos sujeitos. A combinação de metodologias visuais e digitais configurou-se como estratégia potente de acesso ao saber da experiência, permitindo captar sentidos e significados atribuídos ao lazer para além de descrições objetivas. Os resultados indicam que o uso articulado de ferramentas audiovisuais e virtuais potencializa a construção de uma cartografia das vivências juvenis, ao mesmo tempo em que valoriza a voz, a criatividade e a autonomia dos participantes. Conclui-se que tais abordagens contribuem para o campo dos Estudos do Lazer e da Pesquisa Qualitativa, evidenciando a relevância de metodologias inovadoras para compreender experiências socioculturais em contextos periféricos.

Palavras-chave: Metodologia Qualitativa; Audiovisual; Juventudes; Lazer; Cartografia.

Agradecimentos

O autor agradece o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Movimento *Software* Livre e empresas privadas na educação

Tielle Alves Souto ¹,

¹Departamento de Pós-graduação em Estudos Linguísticos /Poslin– Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) CEP 31270-901– Belo Horizonte, MG – Brasil

tiellealves@ufmg.br¹

Palavras-chave: *Software* Livre, empresas privadas, educação, políticas públicas.

Este estudo analisa o uso de *Softwares* Livres na educação pública brasileira e a inserção de empresas privadas nesse campo, a partir de uma perspectiva fundamentada no Ciclos de Políticas, conforme proposto por Stephen Ball e colaboradores. O Ciclos de Políticas é um referencial teórico muito útil na compreensão de como as políticas são construídas, interpretadas e colocadas em prática nos diferentes contextos da educação pública. A pesquisa parte de inquietações surgidas durante o Mestrado, quando foram investigadas políticas públicas voltadas ao uso de tecnologias digitais na educação. Para tanto, busca-se aprofundar a compreensão sobre os processos que influenciam a escolha e a implementação dessas tecnologias nas redes públicas de ensino. A tese apresenta, inicialmente, um breve histórico sobre a origem do movimento do *Software* livre e sua chegada ao campo educacional, assim como o percurso que possibilitou o avanço da atuação de empresas privadas na educação pública. A análise pretende identificar as disputas de sentidos em torno do uso de *Softwares* livres e o papel das empresas privadas na conformação das políticas, problematizando os impactos dessa dinâmica na autonomia das instituições educacionais e nas mudanças que a educação pública vem sofrendo com essa privatização educacional. Como parte do percurso metodológico, propõe-se a elaboração e aplicação do curso “Caminhos Abertos: *Software* Livre na Prática Docente”, desenvolvido pela pesquisadora-formadora como uma ação formativa e investigativa. O curso constitui um desdobramento prático e político da pesquisa, ao oferecer um espaço de experimentação e reflexão sobre o uso pedagógico de tecnologias livres, promovendo a autonomia dos professores e a apropriação crítica das ferramentas digitais.

Agradecimentos

Agradeço o apoio financeiro da CAPES para o desenvolvimento da minha pesquisa na Tese de Doutorado.

Implementação de tecnologias educacionais por docentes em uma cidade do interior do Sul de Minas Gerais

Flavia Helena Rufino Rodrigues¹, Braian Garrito Veloso¹

¹Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino (DPE) –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG
– Brasil

Flavia.rodrigues1@estudante.ufla.br; braian.veloso@ufla.br

Palavras-chave: Tecnologias educacionais, docência, formação docente

As tecnologias digitais se tornaram parte do cotidiano, influenciando tanto contextos informais quanto o ambiente escolar. Nas escolas, observa-se, em muitos contextos, a presença de recursos como computadores, televisores, diários eletrônicos e outros que podem apoiar o ensino-aprendizagem quando utilizados de forma pedagógica e planejada. No entanto, apenas a presença dessas tecnologias não garante inovação. Daí que é indispensável a formação adequada dos docentes para que a integração digital seja significativa e transformadora. Diante disso, esta pesquisa de mestrado se propõe a analisar a implementação de tecnologias educacionais em escolas municipais de um município do Sul de Minas Gerais, investigando sua presença, limitações e fatores que influenciam a adoção – ou não - pelos professores. Especificamente, busca-se identificar os tipos de tecnologias disponíveis, avaliar as dificuldades enfrentadas pelos docentes, especialmente quanto à formação, e compreender a influência das condições estruturais na integração tecnológica nesses ambientes. A pesquisa adota abordagem qualitativa, de caráter descritivo, utilizando observações diretas, análise documental e entrevistas semiestruturadas com professores e gestores. A seleção dos participantes será intencional, priorizando aqueles envolvidos nas práticas pedagógicas com ou sem o uso de tecnologias digitais. Os resultados serão apresentados por meio de análises qualitativas, evidenciando desafios, recursos disponíveis e percepções dos profissionais. Como desdobramento, pretende-se desenvolver um produto educacional, em formato de material didático, que apoie o uso significativo das tecnologias digitais no ensinoaprendizagem.

Ensino da leitura em uma perspectiva multissemiótica: uma proposta de análise da videoanimação Maalum

Juliana Barcelos de Barros Cruz, Helena Maria Ferreira

¹Discente do Programa de Pós-graduação em Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

juliana.cruz2@estudante.ufla.br, helenafferreira@ufla.br

Palavras-chave: Formação de Professores. Leitura. Multimodalidade. Videoanimação. Habilidades de leitura. UFLA.

O presente trabalho apresenta os resultados parciais da pesquisa desenvolvida no âmbito do Curso de Mestrado Profissional em Educação - UFLA. O estudo analisa o processo de ensino e de aprendizagem do gênero textual/discursivo videoanimação, mais especificamente, destaca-se a importância das habilidades de leitura voltadas à compreensão e interpretação desse gênero, considerando a exigência de uma exploração mais sistemática acerca dos modos de funcionamento dos textos multissemióticos na atualidade. Para isso, faz-se necessária uma abordagem teórico-metodológica capaz de compreender a complexidade que caracteriza essas produções, contemplando, assim, as dimensões linguísticas, semióticas e discursivas envolvidas. Parte-se do pressuposto de que a leitura é um fenômeno interativo de se (re)construir, negociar e questionar sentidos possíveis aos textos e discursos por meio de uma postura responsiva ativa-crítica/do questionamento (Rojo, 2004; Gomes, 2017). O objetivo geral é investigar as viabilidades do gênero videoanimação para o aperfeiçoamento das habilidades de leitura referentes ao componente curricular de Língua Portuguesa nos anos finais do ensino fundamental. Esta pesquisa fundamenta-se teoricamente nos princípios da Pedagogia dos Multiletramentos (Rojo, 2009; 2012) e nas reflexões sobre a leitura do gênero videoanimação (Ferreira, Dias e Villarta-Neder, 2019). Para complementar esta pesquisa, é proposta uma análise de habilidades de leitura, fundamentada em Lenharo (2016) e Gomes (2017). Com vistas a ilustrar as habilidades exploradas, foi analisada a videoanimação Meu nome é Maalum (2021). Os resultados indicam contribuições significativas para a formação docente, tanto pela construção de um referencial teórico acerca das habilidades de leitura em textos multissemióticos, de modo especial, no gênero videoanimação, que é um gênero ainda pouco explorado em sala de aula, quanto pela demonstração de uma articulação entre habilidades de leitura e atividades didáticas. Além disso, a pesquisa destaca o potencial do ensino baseado em habilidades para orientar práticas de leitura de textos multissemióticos, de modo sistematizado, reflexivo e teoricamente orientado.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Secretaria de Estado de Educação – MG - Projeto Trilhas do Futuro – Educadores.

Tecnologias digitais na educação: a inserção do podcast como ferramenta de ensino e aprendizagem

Heleonara Gabriela Souza de Paula¹, Jaciluz Dias Fonseca²

¹Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento Estudos da Linguagem/Faelch e Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

heleonara.paula@estudante.ufla.br, jaciluz.foseca@ufla.br

Palavras-chave: Podcasts, letramentos literários, multiletramentos.

A educação atual vem enfrentando o desafio de integrar as tecnologias digitais de forma mais significativa e emancipadora, especialmente nas práticas de leitura e escrita. Nesse contexto, os podcasts têm se revelado como uma ferramenta eficaz para a didática e a construção de sentidos, no desenvolvimento de habilidades de letramento. Considerando tal cenário, este estudo visa explorar de que forma essa tecnologia pode auxiliar como um recurso didático, expandindo as práticas de letramento para além do texto impresso. Assim, o objetivo da pesquisa é demonstrar como a produção e a escuta de podcasts podem estimular a aprendizagem ativa, valorizando a participação dos alunos e sua autonomia no processo de construção do conhecimento. Para fundamentar esta pesquisa, nos baseamos em um referencial teórico que relaciona letramento e uso de tecnologias digitais, como Soares (2006), que define o letramento como um conjunto de práticas sociais de leitura e escrita, que podem ser ampliadas pelo uso de recursos digitais. A essa visão, somamos as contribuições de Rojo e Almeida (2012) e Rojo e Moura (2012), que ressaltam a relevância dos multiletramentos e das práticas digitais para aproximar a escola das linguagens contemporâneas, o que reforça a pertinência do podcast como prática social e comunicativa que mobiliza múltiplas semioses. Além disso, a proposta se alinha ao conceito de Cosson (2014), o qual destaca a importância de espaços coletivos de interação e construção de sentidos, como os círculos de leitura, ressaltando, ainda, o papel da oralidade e da escuta ativa na formação de leitores e ouvintes críticos. O podcast, ao incorporar diferentes formatos textuais (como entrevistas, reportagens ou contação de histórias), atende a essa demanda, ao promover experiências significativas de escuta e produção de conteúdo de forma colaborativa. Dessa forma, busca-se unir diferentes partes do currículo, incentivando o trabalho colaborativo e valorizando as vozes juvenis, a fim de que os alunos se expressem e compartilhem suas ideias. Ao integrar a leitura e a escrita com a oralidade e a escuta, o podcast contribui para preparar os alunos para uma comunicação cada vez mais multimodal e complexa. O uso dessa ferramenta na educação não é uma substituição de métodos tradicionais, mas, sim, um complemento que enriquece a experiência pedagógica, tornando-a mais relevante e engajadora.

Entre dizeres e fazeres: uma análise dialógica dos discursos dos docentes sobre a formação continuada em uma escola estadual

Mariangela Gifoni Tierno¹, Marco Antonio Villarta-Neder²

¹Departamento de Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Estudos da Linguagem – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG - Brazil

¹mariangela.tierno1@estudante.ufla.br, ²villarta.marco@ufla.br

Palavras-chave: Formação continuada, discurso docente, dialogismo.

Este trabalho tem como foco compreender como professores da educação básica significam e enunciam suas experiências formativas ao longo da carreira, entendendo a linguagem, à luz do Círculo de Bakhtin, como espaço de interação social e de disputa de sentidos. A questão central consiste em investigar de que modo os discursos docentes revelam expectativas, resistências, críticas e reapropriações frente às propostas institucionais de formação, constituindo-se em campo de tensões ideológicas e de reconhecimento profissional. O objetivo geral é analisar esses enunciados a partir da Análise Dialógica do Discurso (ADD), sustentada em categorias como dialogismo, polifonia e ideologia, discutindo fundamentos teóricos, políticos e pedagógicos da formação continuada. Para isso, a pesquisa, de abordagem qualitativa, utilizará grupos focais como técnica de produção de *corpus*, promovendo a emergência de vozes plurais e contraditórias. A análise buscará compreender não apenas o conteúdo das falas, mas também seus silêncios, tensões e posicionamentos axiológicos, situando-os em sua historicidade. Como resultado, espera-se ampliar a compreensão da formação continuada enquanto prática vivida, histórica e crítica, culminando na elaboração de um caderno dialógico de formação docente em formato de e-book, voltado a subsidiar práticas pedagógicas mais democráticas e responsivas às necessidades concretas dos professores.

O uso de filmes no Ensino de História brasileiro: o início, o fim e o meio.

Denis James Pereira¹, Luiz Fernando de Oliveira²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação/PPGE – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) – Lavras, MG – Brasil

²Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/CEFET MG – Nepomuceno,
MG – Brasil

denis.pereira@estudante.ufla.br, luizfernandodeoliveira@gmail.com

Palavras-chave: Filmes na educação, ensino de história, formação de professores.

Instruções para o uso de filmes no ensino de História brasileiro completam quase um século, considerando como referência os trabalhos do professor Jônatas Serrano. Naquele momento, dentro da renovação pedagógica proposta por professores do movimento da Escola Nova, a recomendação para o uso de filmes na educação tinha como fim propiciar o interesse dos alunos, conforme orientações da reforma Francisco Campos de 1931. O meio para atingir tal objetivo, porém, não era explorado, mas a seleção do filme sim. Apenas documentários ou filmes gravados no momento do fato histórico deveriam ser utilizados. Ao longo do século XX, com a transformação metodológica da História proposta pela revista francesa *Annales*, os filmes adquiriram uma nova categoria na História, influenciando outras abordagens de seu uso no Ensino de História. Assim, vistos como fonte histórica, orientações didáticas passaram a incorporar a análise historiográfica na sala de aula. Além dessa metodologia, com o advento da Escola de Frankfurt, o filme passou a ser utilizado como meio de educação midiática, com o fim de construir uma análise crítica pelos estudantes. Esta comunicação, portanto, tem como objetivo apresentar as principais orientações didáticas para o uso de filmes no Ensino de História. Iniciando dentro do contexto da Escola Nova, passando por seu uso como fonte histórica após a revista *Annales* e como instrumento de educação para as mídias com a Escola de Frankfurt. A pesquisa é de caráter bibliográfico, com recorte no século XX e início do XXI e usa-se como referências principais os trabalhos de Jônatas Serrano, Kátia Abud, Maria Auxiliadora Schmidt, Éder Souza e Jörn Rüsen. A abordagem metodológica articula História da Educação, Didática da História e Teoria da História, buscando analisar como as diferentes perspectivas historiográficas e pedagógicas fundamentaram instruções para o uso de filmes em sala de aula. Como resultado, discute-se se tais instruções realmente contribuem para a aprendizagem histórica, tendo como referência a teoria da consciência histórica de Rüsen, ou se apresentam aos estudantes o conhecimento histórico de forma limitada, ora como um historiador, ora como meio para as outras ciências.

Agradecimentos

Esta pesquisa só é possível graças ao afastamento integral possibilitada pela Lei nº 869, de 05/07/1952 e Decreto nº 48.176, de 15/04/2021 dentro do programa Trilhas do Futuro Educadores do Governo de Minas Gerais.

O Sistema Mineiro de Avaliação e Equidade da Educação Pública (SIMAVE) e seus Desdobramentos no Contexto de duas Escolas do Sul do Estado de Minas Gerais

Karolayne Rezende de Carvalho¹, Regilson Maciel Borges²

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

karolayne.carvalho1@ufla.br, regilson.borges@ufla.br

Palavras-chave: SIMAVE, Rede municipal de ensino, Professores, Diretores, Supervisão pedagógica.

A pesquisa tem como objetivo central analisar os desdobramentos do Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (SIMAVE) no contexto de duas escolas municipais, considerando a percepção de professoras, diretoras e supervisão pedagógica. Busca-se responder à seguinte questão: como as escolas se apropriam dos resultados das avaliações que compõem o SIMAVE e quais são os desdobramentos desses resultados no trabalho docente, da gestão e da supervisão? Nesse sentido, a investigação contempla entrevistas com professoras do 2º ao 5º ano do Ensino Fundamental, etapas em que as avaliações são aplicadas, considerando ainda que seus resultados podem subsidiar práticas pedagógicas nas turmas do 3º e 4º ano. O estudo volta-se à análise dos efeitos do uso dos resultados avaliativos no cotidiano pedagógico e administrativo escolar, fundamentando-se teoricamente nos estudos de Nigel Brooke, Alicia Bonamino, Sandra Zakia de Sousa e Bernardete Gatti. A metodologia qualitativa envolve levantamento bibliográfico em bases como SciELO, Portal Educ@ e BDTD, análise documental de registros escolares e a aplicação de entrevistas às seis professoras, às diretoras das duas escolas e a uma supervisora pedagógica, com análise de conteúdo para interpretação dos dados. O levantamento bibliográfico evidenciou lacunas sobre o tema, sobretudo no contexto de escolas municipais. A análise documental revelou que, embora os resultados do SIMAVE apareçam em atas, circulares e projetos pedagógicos, seu uso permanece restrito e muitas vezes burocrático, sem se consolidar como referência para o replanejamento pedagógico. As entrevistas com professoras, diretoras e supervisora pedagógica estão em andamento e deverão complementar os achados acerca da temática em foco. Em decorrência da pesquisa, foi elaborado como Produto Educacional um conjunto de orientações pedagógicas, intitulado “SIMAVE em Foco: Como Transformar Dados em Ação Pedagógica”, destinado a professores, gestores e supervisores. O material apresenta propostas práticas, estudos de caso, roteiros de discussão e sugestões de intervenção pedagógica, favorecendo o uso consciente e estratégico dos resultados avaliativos para subsidiar a tomada de decisões, o replanejamento escolar e o aprimoramento das práticas de ensino-aprendizagem.

A GESTÃO DA ESCOLA: PARA ALÉM DAS QUESTÕES BUROCRÁTICAS E ADMINISTRATIVAS

Juliana Isabel Abreu Genesi GDE232, Regilson Maciel Borges²

¹ Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/FAELCH –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG
– Brazil

² Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/FFLCH –
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

juliana.genesi1@ufla.br, regilson.borges@ufla.br

Palavras-chave: gestão escolar; democracia; inclusão educacional; prática pedagógica; transformação social.

A pesquisa propõe analisar a gestão escolar para além das práticas burocráticas e administrativas, entendendo-a como um processo pedagógico e transformador capaz de construir um ambiente educacional inclusivo, participativo e democrático. O problema de pesquisa que orienta o estudo é: de que maneira a gestão escolar, orientada por princípios pedagógicos e democráticos, pode efetivamente promover um ambiente educativo inclusivo e transformador? O objetivo geral consiste em investigar como a gestão escolar pode ser ressignificada de modo a ultrapassar funções meramente administrativas, assumindo um papel pedagógico que favoreça a democratização das relações escolares e a formação integral dos sujeitos. O referencial teórico é sustentado principalmente por José Carlos Libâneo, Vítor Henrique Paro, Vera Maria Candau e Maria Amélia Franco, autores que defendem uma gestão educacional fundamentada na participação coletiva, na inclusão e na valorização da diversidade cultural. A metodologia adota uma abordagem qualitativa, que considera a pesquisa bibliográfica e entrevistas semiestruturadas com gestores e professores, que serão analisadas com base na análise de conteúdo de Bardin. Essa combinação de técnicas busca compreender as percepções dos diferentes atores escolares, identificar práticas democráticas e analisar sua contribuição para a transformação da escola em espaço público inclusivo e formativo. Entre os resultados esperados, destacam-se a sistematização de práticas gestoras que ultrapassem o viés administrativo, a proposição de diretrizes para uma gestão democrática, participativa e pedagógica, bem como a valorização do papel do gestor como agente de transformação social. Espera-se, assim, contribuir para o fortalecimento da escola enquanto espaço de emancipação, formação cidadã e enfrentamento das desigualdades educacionais.

A Prática da Leitura Literária na Educação Infantil sob a Abordagem Reggio Emília

Andressa Maria Ferreira de Souza Oliveira , Ilsa do Carmo Vieira Goulart²,

Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/FAELCH –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG
– Brazil

² Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/FFLCH –
Universidade Federal de Lavras (UFLA)

andressa.oliveira6@estudante.ufla.br, ilsa.goulart@ufla.br

Palavras-chave: Leitura literária. Educação infantil. Abordagem Reggio Emília

Resumo

O presente trabalho tem como tema a leitura literária na Educação Infantil sob a perspectiva da abordagem Reggio Emília. O objetivo geral foi investigar como as práticas de leitura realizadas por educadores da Educação Infantil devem dialogar com os fundamentos da proposta reggiana. A pesquisa partiu do seguinte problema: de que forma tais práticas podem se articular a essa abordagem pedagógica?

Metodologicamente, o estudo utilizou-se de pesquisas descritiva, qualitativa e bibliográfica. O referencial teórico fundamenta-se em autores como Correia (2015), Goulart (2014), Martins (2006), Cosson (2006), Bajour (2012), Chambers (2007), Malaguzzi (1999), Rinaldi (2012), Gandini (2008), Edwards, Gandini e Forman (1999; 2011), Fochi (2019), Freire (1996; 2005), Friedmann (2022) e Araújo, Bennati e Besson (2023).

Os resultados apontam que as práticas de leitura na Educação Infantil devem dialogar com a abordagem reggiana que é valorizar a escuta, a autonomia das crianças e a leitura como experiência estética e relacional. Destaca-se ainda a importância da formação continuada dos educadores para fortalecer uma cultura leitora mais sensível, dialógica e significativa.

O DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE NÚMERO NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Autora Jéssica Oliveira Souza Serafini ¹, Autor José Antônio Araújo Andrade ²

¹Escola Estadual Rubens Garcia – Machado, MG – Brasil

²Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática/DFM – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

jessica.serafini@estudante.ufla.br, joseaaa@ufla.br

Palavras-chave: Matemática; Conceito de número; Situações desencadeadoras de aprendizagem; Pensamento teórico.

A presente pesquisa tem como objetivo geral analisar as significações produzidas por estudantes do sexto ano em situações desencadeadoras de aprendizagem (SDA) para o desenvolvimento do pensamento teórico acerca do conceito de número inteiro (números naturais contendo o número zero) e como objetivos específicos: a) analisar o papel dos elementos de mediação (instrumentos e signos) no desenvolvimento do pensamento teórico acerca dos conceitos estudados; b) identificar os elementos didático-pedagógicos que corroboraram para suscitar a atividade de aprendizagem no desenvolvimento do pensamento matemático; c) analisar os sentidos pessoais e os significados produzidos em SDA do conceito de número. Posto isto, a pesquisa visa responder a seguinte questão orientadora: que elaborações conceituais produzidas por estudantes em processos de significação do conceito de número possibilitam o desenvolvimento do pensamento teórico? Os dados serão constituídos por meio das significações produzidas no desenvolvimento de um produto educacional, constituído por um conjunto de situações desencadeadoras de aprendizagem, em uma turma de sexto ano dos anos finais do Ensino Fundamental de uma escola pública na cidade de Machado/Minas Gerais. A intencionalidade das SDA é o desenvolvimento do pensamento teórico acerca do conceito de número inteiro. Os dados serão constituídos pelos seguintes instrumentos: diário de campo, áudio/vídeo gravação dos encontros e registros dos estudantes. Trata-se de uma pesquisa exploratória e qualitativa e a metodologia de análise será baseada nos Núcleos de Significação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais e da Escola Estadual Rubens Garcia.

Abraçando Vidas

Histórias e estratégias para o acolhimento escolar

Moisés Pascoal Luciano¹, Giovanna Rodrigues Cabral²

¹Mestrando do Programa de Mestrado Profissional em Educação/PPGE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

²Professora adjunta efetiva da área de Política e Gestão educacional no Departamento de Gestão Educacional, e docente permanente do programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

moises.luciano@estudante.ufla.br, giovanna.cabral@ufla.br

Palavras-chave: acolhimento escolar; gestão democrática; diversidade; formação de gestores.

O presente trabalho propõe a elaboração de um e-book intitulado Abraçando Vidas – Histórias e estratégias para o acolhimento escolar, que tem como propósito fortalecer a cultura de acolhimento escolar como prática da gestão democrática nas escolas de Educação Básica. O objetivo principal é oferecer um material prático e reflexivo que auxilie gestores e professores na implementação de estratégias de acolhimento que promovam pertencimento, inclusão e valorização da diversidade. A fundamentação teórica do e-book está alicerçada na filosofia do Eu e Tu, de Martin Buber, que ressalta a centralidade do encontro humano e do diálogo na construção de relações autênticas, e na Pedagogia da Autonomia, de Paulo Freire, que valoriza a educação como prática de liberdade, fundada no respeito, na escuta e na responsabilidade ética do educador diante do outro. A metodologia contempla a produção de narrativas pedagógicas baseadas em situações reais vivenciadas por estudantes, acompanhadas de reflexões e checklists destinados à gestão escolar. O produto será estruturado em capítulos temáticos, que articulam histórias humanizadas com fundamentos legais e pedagógicos, além de ferramentas aplicáveis ao cotidiano escolar. Os resultados esperados incluem a disponibilização de um recurso de apoio à formação continuada, a ampliação da sensibilização de educadores para a importância do acolhimento, a produção de subsídios práticos para elaboração de planos institucionais e o fortalecimento das práticas escolares voltadas à inclusão e à permanência estudantil. Conclui-se que o e-book tem potencial para se constituir em instrumento formativo que contribui para a consolidação de uma escola mais justa, empática e aberta à diversidade.

A história a contrapelo: concepção de história em Walter Benjamin

Andressa Luiza Dias Caldas¹, Vanderlei Barbosa²

¹Departamento de Gestão Educacional da Computação, Teorias e Práticas de Ensino/DPE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional da Computação, Teorias e Práticas de Ensino/DPE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-200 – Lavras, MG – Brasil

andressa.caldas1@estudante.ufla.br, vanderleibarbosa@ufla.br

Palavras-chave: Walter Benjamin; concepção de história; materialismo histórico.

A narrativa histórica é marcada por disputas de sentido, memória e poder, especialmente em contextos permeados por revisionismos, negacionismos e discursos autoritários. Diante desse cenário, torna-se necessário repensar criticamente os fundamentos epistemológicos da historiografia tradicional, frequentemente ancorada em concepções lineares, progressistas e deterministas. Nesse sentido, este artigo propõe uma análise da concepção de história elaborada por Walter Benjamin (2020) nas teses de *Sobre o conceito de História*, investigando sua atualidade e potencial emancipador. O objetivo principal consiste em explorar as ideias centrais contidas nas teses, compreendendo de que modo elas podem subsidiar uma abordagem crítica da história. Para isso, discute-se a crítica benjaminiana ao historicismo, examina-se sua articulação entre materialismo histórico e teologia, e analisa-se a proposta metodológica de “escovar a história a contrapelo” (Benjamin, 2020, p. 74) como forma de resgatar experiências silenciadas. O referencial teórico baseia-se no pensamento do próprio autor, em diálogo com autores como Michael Löwy (2005, 2020) e Nilo Agostini (2019). A pesquisa, de natureza bibliográfica, integra também a elaboração de um produto educacional voltado ao ensino de história crítica. Espera-se que o estudo contribua para a formação de sujeitos históricos conscientes, capazes de confrontar narrativas hegemônicas e mobilizar a memória como instrumento de transformação social.

As Políticas Educacionais de Inclusão na Prática da Educação Física Escolar e as Perspectivas de Valorização e/ou Marginalização das Diferenças

Julyê Aparecida dos Santos Anunciação¹, Rubens Antonio Gurgel Vieira²

¹ Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/DPE -Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brazil

² Departamento de Educação Física/DEF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brazil

julye.anunciacao@estudante.ufla.br, rubensgurgel@ufla.br

Palavras-chave: Educação física, inclusão, políticas.

Diante de um mundo alicerçado em valores diversos, idealizar a subjetividade docente e a identidade da educação no processo de inclusão constitui um desafio. A pesquisa tem como objetivo geral verificar a aplicabilidade das políticas educacionais de inclusão nas aulas de Educação Física de três escolas estaduais de Belo Horizonte e suas implicações quanto à valorização e/ou marginalização das diferenças. Os objetivos específicos compreendem: a) analisar o Projeto Político-Pedagógico (PPP) das escolas pesquisadas, identificando se a proposta pedagógica foi elaborada com base nos princípios da equidade; b) verificar a compreensão da importância da inclusão pelos(as) professores(as) de Educação Física participantes; c) identificar os recursos de acessibilidade utilizados pelos(as) docentes; d) elencar as estratégias pedagógicas inclusivas aplicadas nas aulas de Educação Física; e) analisar os avanços e desafios da aplicabilidade da política de inclusão nas aulas de Educação Física; f) delinear os impactos da aplicabilidade e da compreensão dessa política no ensino de Educação Física. A produção dos dados resultou da aplicação de um questionário estruturado, via Google Forms, contendo 30 perguntas — 20 objetivas e 10 subjetivas —, elaboradas para captar percepções específicas e aprofundar as experiências relatadas pelos(as) professores(as) de Educação Física. As respostas obtidas foram organizadas em tabelas, gráficos, figuras comparativas e descrições analíticas, posteriormente qualificadas em seis subseções, nas quais a interpretação e a discussão ocorreram à luz da legislação vigente e das pesquisas recentes sobre o tema. Os resultados possibilitaram o aprofundamento das discussões, bem como a proposição de estratégias pedagógicas pautadas na equidade, inclusão, pluralidade, diversidade e valorização de vidas, as quais culminaram na elaboração de uma cartilha.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da SEE/MG - Programa Trilhas Educadoras.

O desenvolvimento do pensamento computacional em situações desencadeadoras de aprendizagem

Wellington Almeida Ferreira¹, José Antônio Araújo Andrade²

¹Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática /ICET- Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática /ICET- Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

¹wellington.ferreira6@estudante.ufla.br, ²joseaaa@ufla.br

Abstract. *This research conducted a literature review on the logical-historical movement of computing and computational thinking, supporting the development of learning trigger situations (LTS). Based on historical-cultural theory, with a practical and qualitative nature, it seeks to analyze the development of computational thinking through the meanings produced in LTS. With 9th grade students as subjects, the data consisted of video recordings, student documents, and field notes. To answer the question of what meanings are produced in learning trigger situations for computational thinking, we used the nuclei of meaning methodology for data analysis.*

Keywords: *Computational thinking, Historical-Cultural Theory, Problem Solving.*

Resumo. *Nesta pesquisa foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o movimento lógico-histórico da computação e do pensamento computacional, subsidiando a elaboração de situações desencadeadoras de aprendizagem (SDA). Fundamentada na teoria histórico-cultural, com natureza prática e qualitativa, busca analisar o desenvolvimento do pensamento computacional por meio das significações produzidas nas SDA. Tendo como sujeitos estudantes do 9º ano, os dados foram constituídos com videogravações, documentos dos estudantes e diário de campo. Para responder, que significações são produzidas em situações desencadeadoras de aprendizagem para o pensamento computacional, utilizamos a metodologia núcleos de significação para a análise dos dados.*

Palavras-chave: *Pensamento computacional, Teoria Histórico-Cultural, Resolução de Problemas.*

1. Introdução

O interesse deste pesquisador pelo ensino de Matemática surgiu na graduação, quando o contato com algumas metodologias de ensino revelou possibilidades de romper com a abordagem tradicional, centrada na simples transmissão de conteúdo. A afinidade com tecnologias digitais e a descoberta da programação e da automação de resolução de problemas fortaleceram o desejo de integrar tecnologia e educação. A experiência docente em uma escola privada do interior de Minas Gerais evidenciou os desafios reais da prática pedagógica e motivou a realização desta pesquisa, iniciada em 2024, sobre o desenvolvimento do pensamento computacional (PC).

O PC, conforme definido por Wing (2006), envolve aliar capacidades humanas e recursos tecnológicos na resolução criativa de problemas, sendo reconhecido pela BNCC como um conceito essencial no mundo contemporâneo. Apesar do crescente interesse acadêmico, ainda são escassas as pesquisas que possuem um olhar histórico para a computação e a constituição do PC, ou que analisam as significações produzidas por estudantes em atividades fundamentadas na teoria histórico-cultural tendo como base epistemológica o materialismo histórico-dialético.

A pesquisa é de natureza prática e qualitativa, fundamentada na teoria histórico-cultural e em seus desdobramentos. Foi desenvolvida com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental II de uma escola privada do interior de Minas Gerais. Para constituir os dados, foram utilizados videografações, documentos dos estudantes e diário de campo como instrumentos. Utilizamos a metodologia de núcleo de significações de Aguiar e Ozella (2006), objetivando em uma análise que busque constituir núcleos de significação para uma análise intra-núcleos e em seguida inter-núcleos.

A pesquisa tem como questão central: Como significações produzidas em situações desencadeadoras de aprendizagem (SDA) corroboram para o desenvolvimento do pensamento computacional? O objetivo geral é analisar o desenvolvimento do PC por meio dessas significações, e o objetivo específico é compreender as potencialidades dos elementos mediadores que as suscitam. As SDA, estruturadas a partir do movimento lógico-histórico do conceito de PC, são compreendidas como ferramentas que colocam os estudantes em atividade de aprendizagem e neste processo mobilizam elementos de mediação, promovendo a formação de conceitos e a superação de práticas tradicionais. Assim, propõe-se uma organização do ensino que potencialize o desenvolvimento do pensamento teórico e das funções psíquicas superiores dos estudantes.

2. Fundamentação teórica

Este trabalho está estruturado em dois capítulos teóricos. O primeiro apresenta os pressupostos da Teoria Histórico-Cultural, tendo como principal referência Vigotski (2009), além de seus desdobramentos na Teoria da Atividade, de Leontiev (2021), e na Teoria do Ensino Desenvolvidor, de Davydov (1988). Por fim, discute-se uma proposta de organização do ensino fundamentada nesses referenciais, explicitando o papel do professor na elaboração de atividades que coloquem os estudantes em atividade de aprendizagem, possibilitando a mobilização de elementos mediadores e o desenvolvimento do pensamento computacional.

O segundo capítulo teórico possui relação direta com o anterior, pois, para organizar o ensino segundo a Teoria Histórico-Cultural, é necessário compreender o

movimento lógico-histórico do conceito, de modo a subsidiar a elaboração de estratégias didáticas que reproduzam esse movimento em sala de aula. Assim, buscamos compreender o movimento lógico-histórico da computação, tomando como principal referência a obra de Fonseca Filho (2007), bem como a constituição do pensamento computacional nesse processo. Para isso, realizamos uma revisão bibliográfica em teses, dissertações e artigos disponíveis na Plataforma Capes, com o propósito de identificar os nexos conceituais do pensamento computacional e, a partir deles, elaborar as situações desencadeadoras de aprendizagem que fundamentaram o desenvolvimento da pesquisa e a construção do produto educacional, constituído por uma unidade didática.

A imagem a seguir apresenta uma parte da articulação feita entre os nexos internos e externos do Pensamento Computacional que foram obtidos após a compreensão do movimento lógico histórico da computação e do pensamento computacional. Destacamos apenas a parte onde aparecem, em vermelho, os nexos internos do pensamento computacional (Navarro, 2021).

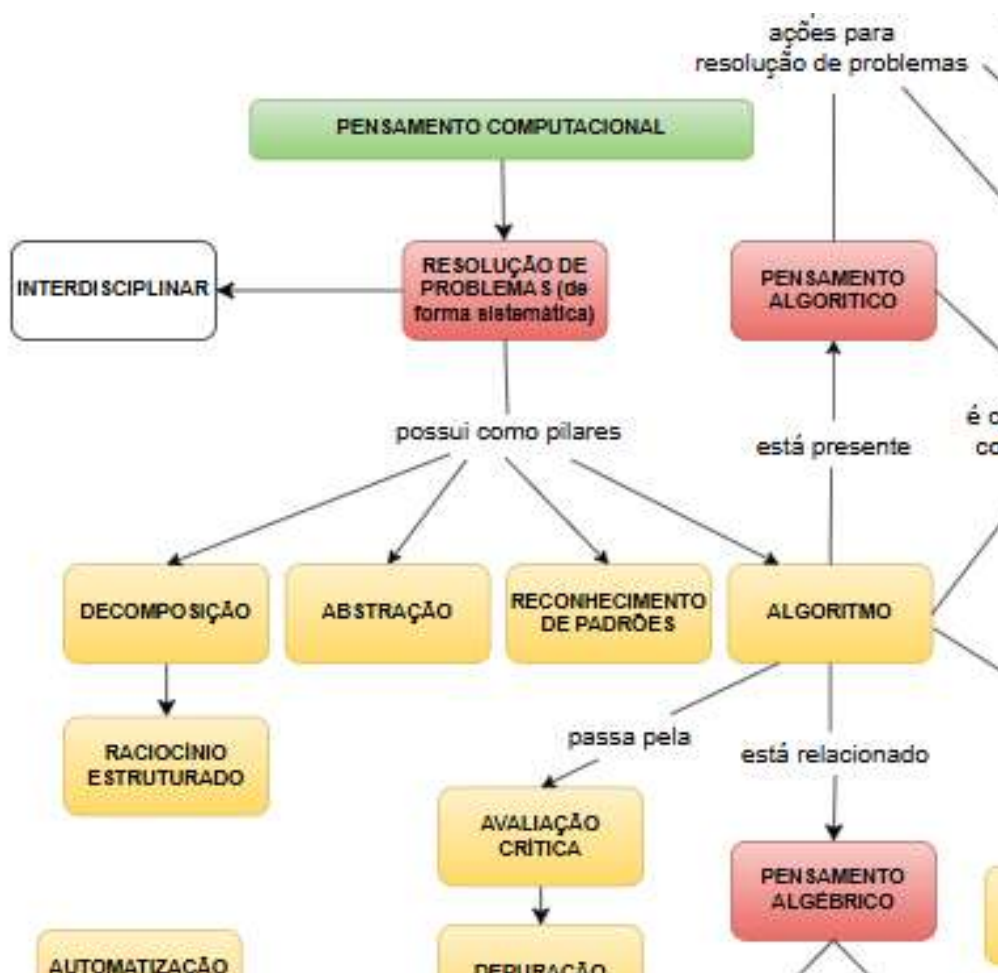


Figura 1 – Parte do mapa conceitual elaborado na pesquisa com a articulação dos nexos do conceito do pensamento computacional.

3. Procedimentos metodológicos

A figura a seguir apresenta de forma geral toda a caracterização metodológica da pesquisa, desde o objeto de pesquisa que irá determinar a natureza da pesquisa, a questão, objetivos, contexto, sujeitos e procedimentos de análise dos dados.

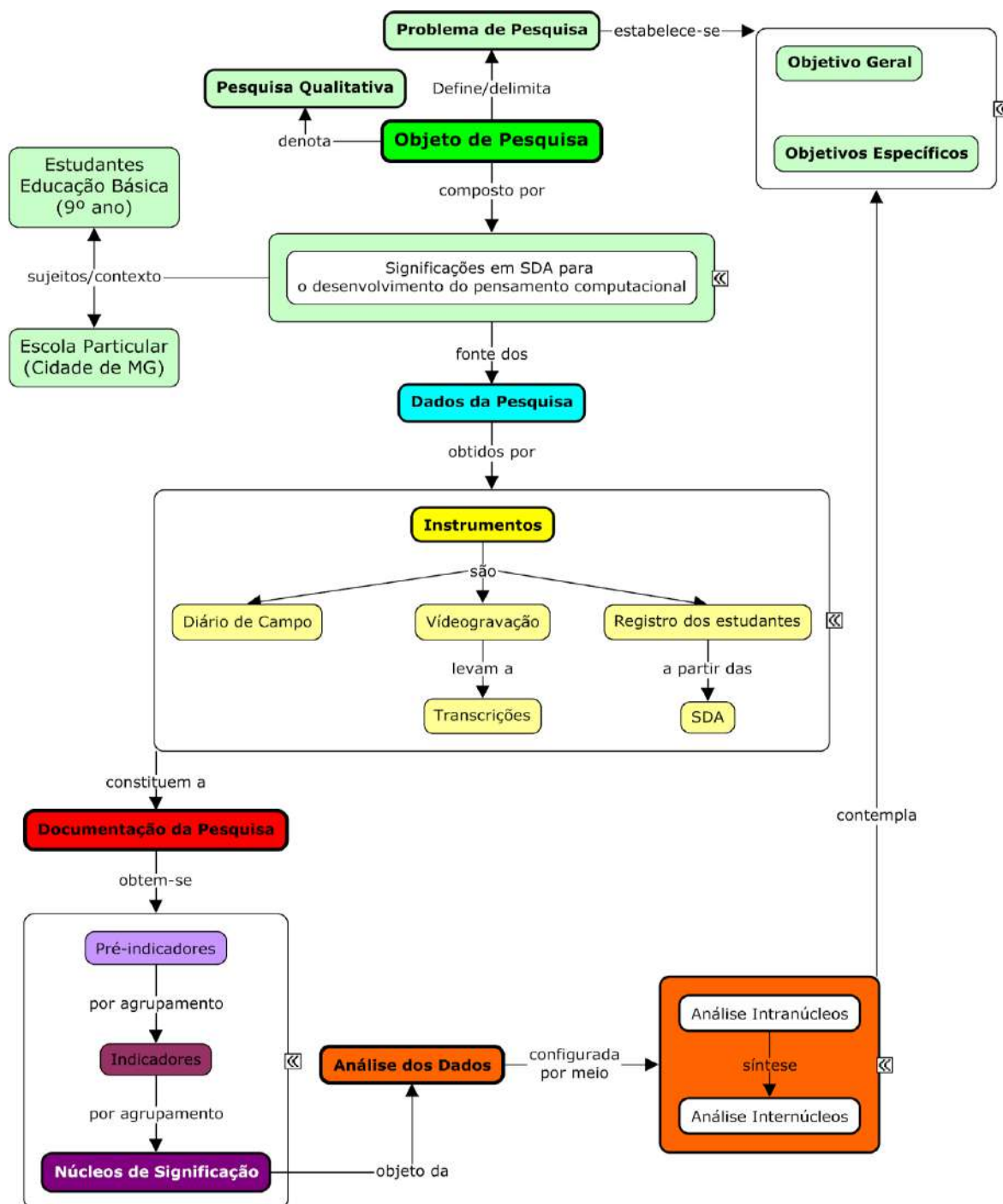


Figura 2 – Procedimento metodológicos.

3.1. Procedimentos de análise dos dados

A seguir apresentamos um mapa conceitual que mostra de forma detalhada os procedimentos utilizados para a análise dos dados após o desenvolvimento da pesquisa e constituição dos dados.

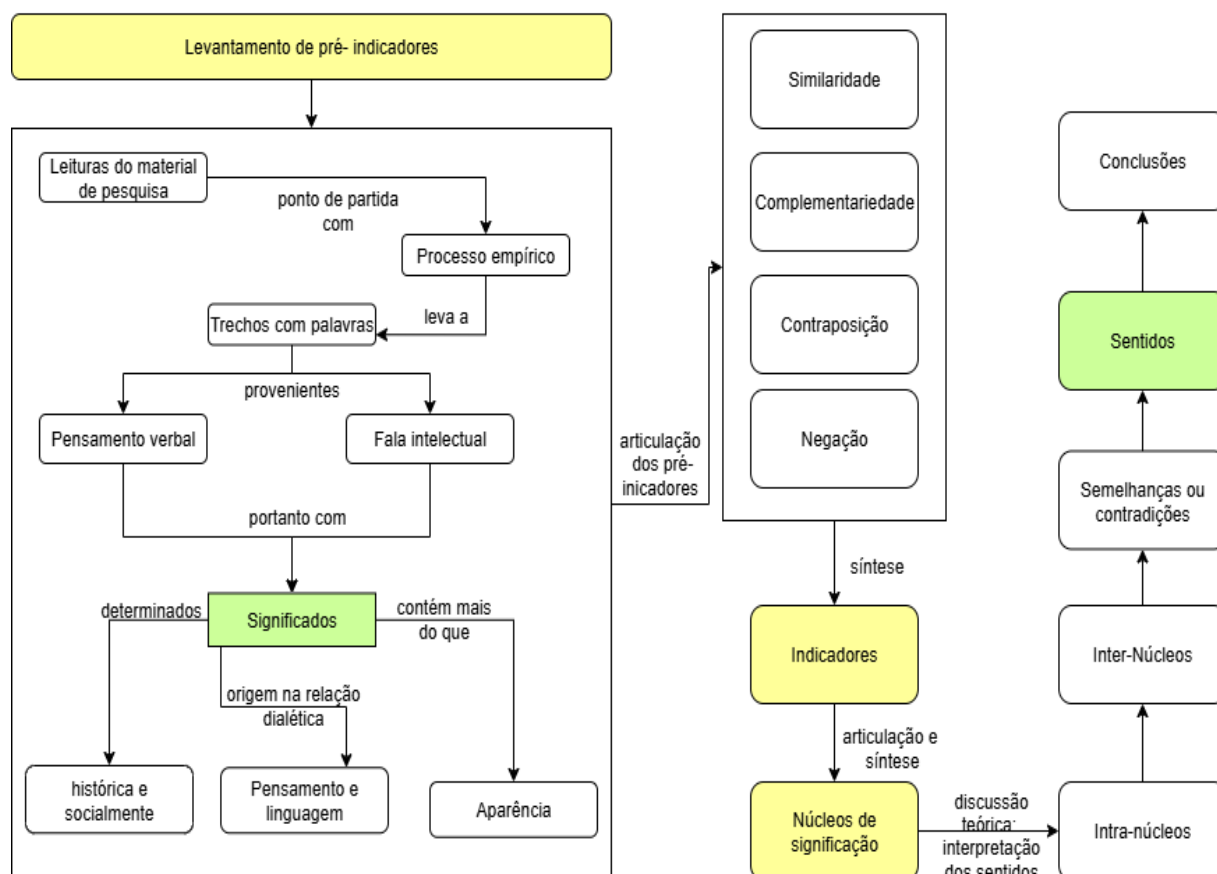


Figura 3 – Análise dos dados segundo a metodologia Núcleo de significações de Aguiar e Ozella (2006, 2013) e Aguiar et al. (2015).

4. Considerações Finais

A pesquisa encontra-se em fase de análise dos dados, especificamente no levantamento dos pré-indicadores. Espera-se constituir núcleos de significação que dialoguem com a definição do conceito de pensamento computacional apresentada neste trabalho e com seus nexos conceituais. Pretende-se que esses núcleos sejam analisados de modo a compreender os sujeitos da pesquisa em sua totalidade e, assim, contribuir para a prática docente, especialmente no que se refere à organização do ensino e ao desenvolvimento do conceito de pensamento computacional em sala de aula.

5. Referências

- Aguiar, Wanda Maria Junqueira de; Ozella, Sergio. Núcleos de significação como instrumento para a apreensão da constituição dos sentidos. *Psicologia: Ciência e Profissão* [online], Brasília, v. 26, n. 2, p. 222-245, jun. 2006.
- Aguiar, Wanda Maria Junqueira de; Ozella, Sergio. Apreensão dos sentidos: aprimorando a proposta dos núcleos de significação. *Revista brasileira de estudos pedagógicos*, v. 94, p. 299-322, 2013.
- Aguiar, Wanda Maria Junqueira de; Soares, Júlio Ribeiro; Machado, Virgínia Campos. Núcleos de significación: una propuesta histórico-dialéctica de aprehensión de las significaciones. *Cadernos de pesquisa*, v. 45, n. 155, p. 56-75, 2015.
- Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018
- Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer Homologado: Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). 2022.
- Davydov, Vasily Vasilyevich. Problemas do ensino desenvolvimental: a experiência da pesquisa teórica e experimental na psicologia. Textos publicados na *Revista Soviet Education*, August, v. 30, n. 8, 1988.
- Fonseca Filho, Clézio. História da computação: o caminho do pensamento e da tecnologia. Edipucrs, 2007.
- Leontiev, A. N. Atividade, Consciência, Personalidade. Tradução de Priscila Marques. 1ª edição. Bauru, SP : Editora Mireveja, 2021.
- Navarro, Eloisa Rosotti. O desenvolvimento do conceito de Pensamento Computacional na Educação Matemática segundo contribuições da Teoria Histórico-Cultural. 2021. 178 f. PPGE/UFSscar, São Carlos. 177p, 2021.
- Wing, Jeannette M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

Formação Continuada e o Papel da Supervisão Pedagógica: Uma Análise sobre Compreensão e Aplicação de Metodologias Baseada em uma Aprendizagem Ativa.

Cláudia Sousa Freire¹, Braian Veloso²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teoria e Práticas de Ensino/FAELCH –

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

claudia.freire2@estudante.ufla.br, braian.veloso@ufla.br

Palavras-chave: Supervisão Pedagógica, Formação Docente, Metodologias Ativas.

Para que seja possível ressignificar as práticas pedagógicas contemporâneas, atendendo às novas demandas do século XXI, torna-se necessário pensar na formação continuada docente para que os professores atuem enquanto mediadores do processo ensino-aprendizagem. Na rede estadual de Minas Gerais, tal função formativa é atribuída aos supervisores pedagógicos que trabalham dentro das instituições escolares e são responsáveis pela promoção dos encontros coletivos de formação continuada. Nesse sentido, caberia à supervisão multiplicar os conhecimentos relacionados ao uso de métodos baseados em uma aprendizagem ativa. Trata-se de um recorte da dissertação de mestrado da primeira autora, mais especificamente da análise dos dados da pesquisa, quanto à compreensão dos supervisores pedagógicos de escolas estaduais de um município do Sul de Minas Gerais no tocante às metodologias baseadas na aprendizagem ativa, abordando o reconhecimento desses profissionais no que se refere à importância da formação continuada em contexto para a implementação de tais metodologias. Com abordagem qualitativa, os procedimentos metodológicos utilizados para a realização desta pesquisa foram análise documental e realização de entrevistas semiestruturadas. Como principais resultados, nota-se que a supervisão pedagógica é elemento crucial para o processo formativo que acontece dentro das escolas. Os dados também revelam que as supervisoras apresentam conhecimentos genéricos relacionado ao uso das metodologias baseadas em uma aprendizagem ativa, o que impacta na formação continuada em contexto para ressignificação das práticas pedagógicas.

A concepção de história em Walter Benjamin e Paulo Freire

Andressa Luiza Dias Caldas¹, Vanderlei Barbosa²

¹Departamento de Gestão Educacional da Computação, Teorias e Práticas de Ensino/DPE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional da Computação, Teorias e Práticas de Ensino/DPE– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-200 – Lavras, MG – Brasil

andressa.caldas1@estudante.ufla.br, vanderleibarbosa@ufla.br

Palavras-chave: Walter Benjamin; Paulo Freire; consciência crítica; educação latino-americana.

A constituição da sociedade moderna, analisada a partir da concepção materialista da história de Walter Benjamin e da Educação Libertadora de Paulo Freire, revela, especialmente na América Latina, um cenário permeado por desigualdades estruturais, exclusões e conflitos sociais que dificultam a emancipação dos povos latino-americanos. Diante desse contexto, torna-se imprescindível repensar as formas tradicionais de compreender a história e de conceber a prática educativa. Esta pesquisa tem como objetivo investigar de que modo o pensamento benjaminiano, expresso nas *Teses Sobre o Conceito de História* (1940), e a pedagogia libertadora proposta por Freire podem contribuir para o fortalecimento de uma consciência crítica e emancipatória na cultura latino-americana. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa teórico-bibliográfica. Serão examinadas as obras de Benjamin e Freire, bem como produções acadêmicas contemporâneas que discutem a relação entre história, educação e transformação social. A investigação seguirá uma perspectiva crítica e dialética, buscando identificar convergências entre o materialismo histórico benjaminiano e a pedagogia freireana, com foco em conceitos como memória, libertação, consciência histórica e práxis educativa. Espera-se, como resultado, a construção de uma leitura integrada entre as concepções dos dois pensadores, evidenciando como suas ideias podem oferecer subsídios teóricos e metodológicos para o desenvolvimento de práticas pedagógicas voltadas à formação de sujeitos críticos, capazes de compreender e intervir na realidade social.

A Construção Social e Cultural da Identidade de Gênero: Uma Análise da Representação de Gênero no Filme *Adoráveis Mulheres*

Domingos Máximo Pereira¹, Luiz Fernando de Oliveira²

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação/PPGE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais/CEFET MG – Nepomuceno, MG – Brasil

domingos@estudante.ufla.br, luizfernandodeoliveira@gmail.

Palavras-chave: Identidade de gênero; Cinema; Educação; Feminismo; Formação de professoras e professores.

A representação de gênero no cinema é um tema relevante na sociedade contemporânea, influenciando a forma como indivíduos se percebem e são percebidos. Este estudo analisa a representação de gênero no filme *Adoráveis Mulheres*, dirigido por Greta Gerwig, com base na obra literária original, *Little Women*, de Louisa May Alcott, publicada em 1868. O foco da análise é centrado na personagem Jo March, que, apesar das complexidades da sociedade vitoriana e da condição feminina da época, lutou pela sua independência financeira e social. Pretende-se com essa pesquisa compreender as contribuições que o cinema pode oferecer para a educação na atualidade em discussões sobre gênero e cultura. A metodologia aplicada baseia-se na análise bibliográfica e fílmica observando detalhadamente as cenas e a linguagem cinematográfica utilizada pela diretora para contar essa história. Como produto educacional, pretendemos criar um curso de formação de professores que utilizará a linguagem cinematográfica como recurso pedagógico, promovendo discussões críticas e reflexivas sobre temas relacionados ao feminismo. A pesquisa está em andamento e espera-se que os resultados finais possam contribuir para a discussão sobre a importância da representação de gênero no cinema para a educação e a sociedade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

A gestão da educação sob a ótica do neoconservadorismo: O caso da GIDE em Minas Gerais

Vanesca Rosa da Silva¹, Ronei Ximenes Martins²

¹Secretaria Estadual de Educação. Metropolitana C. E.E. Professora Adir Andrade Albano. CEP 31575-540. Belo Horizonte, MG - Brasil.

² Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Este trabalho apresenta os resultados de uma investigação que analisou, sob a perspectiva de escolas participantes, os efeitos da Gestão Integrada da Educação Avançada (GIDE), aplicada na rede pública do estado de Minas Gerais como estratégia para elevar a qualidade da educação.

No Brasil, o neoconservadorismo manifestou-se fortemente no campo da educação e da política, particularmente com o movimento Escola sem Partido (ESP) e nas discussões sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O ESP, por exemplo, defendia que os professores deveriam se abster de "doutrinação ideológica". Além disso, o neoconservadorismo brasileiro teve forte influência do fundamentalismo religioso e de um discurso anticomunista (Lima; Hipólito, 2019).

A intensificação das parcerias entre o setor público e o privado no campo educacional foi defendida como uma estratégia para solucionar os graves problemas da educação brasileira. Essas parcerias refletiram uma visão que buscava dissociar a esfera pública do âmbito exclusivo do Estado, promovendo a participação ativa do terceiro setor, o que fortaleceu as relações entre Estado, mercado e sociedade (Vieira; Santos, 2020). Essa abordagem, no entanto, gerou questionamentos sobre a inserção de ideologias empresariais nas instituições de ensino no Brasil, o que suscitou discussões sobre o neoconservadorismo e a educação.

Nesse contexto, buscou-se investigar a GIDE. Segundo Godoy (2015), o programa adotou conceitos empresariais cuja origem ideológica remonta ao engenheiro físico Andrew Shewhart que, em 1924, elaborou o método PDCA (plan – planejar; do – atuar; check –

verificar planos e resultados; action – agir). Godoy destaca que a proposta integra soluções gerenciais com aspectos pedagógicos, administrativos e estratégicos, para subsidiar práticas pedagógicas e a resolução de problemas, sem substituí-las.

Estudos mostraram que, embora tenham sido observados ganhos específicos em indicadores como taxas de aprovação e desempenho em disciplinas como português e matemática, a abordagem da GIDE foi alvo de críticas por sua ênfase superficial, que ocultava desafios mais profundos, como as desigualdades no sistema educacional e a precarização das condições de trabalho dos professores. Essa dinâmica criou um conflito entre o alcance de metas e a busca por uma educação de qualidade abrangente e sustentável (Souza, 2017).

O estudo de caso aqui apresentado teve abordagem qualitativa, fundamentada na Teoria Fundamentada em Dados (TFD). Os dados foram obtidos em três escolas da região metropolitana de Belo Horizonte, com perfis distintos e representativos de diferentes grupos, além de gestores da GIDE. Foram analisadas as percepções de gestores e especialistas responsáveis, obtidas por meio de entrevistas. Aplicaram-se as técnicas da TFD de codificação inicial, teórica e focalizada, que resultou na triangulação entre as percepções dos gestores e especialistas das escolas, dos especialistas da GIDE e das análises anteriores obtidas na literatura.

No contexto da GIDE, o neoconservadorismo manifestou-se na desconexão entre a gestão central e a realidade das escolas, especialmente durante a pandemia, quando o programa não apoiou melhorias na formação docente nem na inclusão digital dos alunos. Essa falta de suporte e estrutura refletiu um cenário de desorganização e vulnerabilidade no setor educacional, que reforçou as dificuldades enfrentadas por estudantes e professores em um ambiente marcado por desafios sociopolíticos mais amplos.

Como resultado, verifica-se que o programa GIDE, apesar de gerar avanços no campo administrativo, enfrenta desafios significativos de aplicação que, caso não sejam superados, comprometem sua efetividade e podem prejudicar ainda mais a adesão por parte dos profissionais da educação. Sugere-se que a Secretaria de Educação de Minas Gerais proceda ao cotejamento entre benefícios e custos, visto que o convênio que sustenta a aplicação tem como limite o ano de 2025. Caso a gestão do sistema estadual

de educação pretenda ampliar a aplicação, recomenda-se uma reflexão sobre as estratégias de implementação e gestão, além da redefinição dos objetivos, pois não há evidências concretas de que o esforço empreendido se traduza em melhoria da qualidade para os estudantes.

Referencias

GODOY, M. H. P. C. *Melhorar resultados da educação: será que os gestores sabem?* Belo Horizonte: Libretteria, 2015. 180 p.

LIMA, I. G. DE .; HYPOLITO, Á. M.. A expansão do neoconservadorismo na educação brasileira. *Educação e Pesquisa*, v. 45, p. e190901, 2019.

SOUZA, R. M. DE. *A cruzada do capital pela hegemonia do chão da escola: a ideologia da qualidade da educação e a Gestão Integrada da Escola (GIDE) como mecanismos de controle do mercado*. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VIEIRA, Livia Maria Fraga; SANTOS, Kildo Adevair dos. Nova Gestão pública na educação básica no Brasil: Parceria público-privada, esfera local e trabalho docente. *Revista Temas em Educação*, João Pessoa, Brasil, v. 29, n. 3, p. 226-250, set./dez., 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rteo/article/download/56108/32030/151944>. Acesso em: 22/07/2024.

Os desdobramentos dos resultados do SAEB no contexto de uma escola no sul de Minas Gerais

Maria Eduarda de Sales Naves¹, Regilson Maciel Borges²

¹²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino – DPE/FAELCH-
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras,
MG – Brasil

maria.naves5@estudante.ufla.br, regilson.borges@ufla.br

Palavras-chave: Avaliação Externa; SAEB; Usos dos Resultados.

A avaliação externa e sua relação no contexto educacional, tornou-se nas últimas décadas um assunto indispensável quando pensamos em formatos de avaliação e mensuração da qualidade da educação no Brasil, neste viés destaca-se o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB). Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo investigar como o SAEB repercute no contexto escolar, identificando se seus resultados influenciam a adoção de novas práticas e ações no âmbito do trabalho docente e da gestão escolar. A metodologia é de natureza qualitativa e investigativa, como técnica de coleta de dados tem-se a pesquisa bibliográfica, a análise documental e a realização de entrevistas semiestruturadas, que serão analisadas a partir da análise conteúdo de Bardin. Na primeira etapa da pesquisa foi elaborado o referencial teórico, fundamentando-se nos estudos de Alicia Bonamino, Bernardete Gatti, Flavia O. Werle, entre outros autores que discutem o percurso histórico da avaliação e o uso dos resultados das avaliações de sistemas. Essa etapa teve o intuito de traçar o panorama histórico da avaliação externa no Brasil, desde as primeiras iniciativas por volta dos anos 1980 a 1990 até a consolidação do SAEB, e evidenciou a complexidade e as múltiplas facetas desse objeto de avaliação, percebeu-se que a implementação das avaliações não está imune a desafios e contradições durante o processo. A segunda etapa, objetivou investigar as repercussões e os desdobramentos do SAEB em instituições de educação básica a partir da pesquisa bibliográfica realizada na plataforma OasisBr, com os descritores “Escola” e “SAEB” no título, filtrando em teses e dissertações, sendo encontradas 26 produções e selecionadas 6 para análise por tratarem objetivamente dos resultados do SAEB aplicados a escola, por evidenciarem o contexto e a pesquisa empírica em escolas de educação básica. Os dados bibliográficos apontaram que os usos dos resultados são diversos e ambivalentes: algumas escolas os empregam criticamente para promover melhorias pedagógicas contextualizadas, enquanto outras os veem como meras ferramentas de mensuração e comparação, fomentando uma cultura conteudista e de preparação para testes. Também houve apontamentos para o trabalho dos docentes e da gestão, além das perspectivas de trabalho a partir dos resultados do SAEB por cada uma dessas classes. A terceira e última etapa da pesquisa, consistirá na aplicação de entrevistas semiestruturadas para docentes (2º e 5º anos) e gestão da escola pesquisada, a partir delas espera-se com essa pesquisa compreender de que forma os resultados do SAEB tem repercutido no ambiente escolar e como esses resultados influenciam na criação de novas propostas pedagógicas, nas reformulações curriculares e também incidem na organização da gestão escolar. Com essa pesquisa espera-se relacionar esses resultados com o trabalho que será desenvolvido no produto educacional, sendo esse um ciclo de encontros com as professoras dos 2º e 5º anos e também equipe gestora, para compreensão, análise, e aplicação dos resultados do SAEB 2023.

RELAÇÕES DE PODER E A CONSTITUIÇÃO DE SUBJETIVIDADES NA INSTITUIÇÃO ESCOLAR

Rafaela silva Araújo¹, Prof. Dr. Carlos Carlos Betlinski²

¹ Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas, Educação e Letras –

Universidade Federal De Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

rafaela.araujo1@estudante.ufla.br, carlosbetlinski@ufla.br

Palavras-chave: Relações de poder; Subjetividades; Discursos; Saberes.

Este artigo tem como objetivo geral fazer uma interpretação crítica das relações de poder, e constituição da subjetividade na instituição escolar. A partir da discussão de dados e dos discursos de diferentes sujeitos que atuam no ambiente escolar, buscaremos compreender e identificar os processos de disciplinamento ou de libertação existentes em três instituições escolares do Sul de Minas Gerais. Dentro desta analítica, detalhamos as relações existentes nas referidas escolas, pontuando e descrevendo os dispositivos constitutivos de subjetividades. Esta pesquisa, se justificou pela motivação de entendermos como se se relacionam os sujeitos que compõe escola (alunos, professores, supervisão e direção) e como se efetivam as relações entre eles, buscando discutir, especialmente como acontecem os processos de socialização do saber, valores éticos e políticos aos estudantes. Nossa perspectiva é, ancorados as obras foucaultianas, ressaltar a importância de garantir relações humanas, afetos, desejos e subjetividades libertadoras no ambiente escolar. Como procedimentos metodológicos foram realizadas entrevistas semidirecionadas para coleta de dados em três escolas de Ensino Médio, de cidades diferentes do Sul de Minas Gerais. Onde foi aplicado um questionário contendo vinte e seis questões estruturadas, participaram 77 alunos de três escolas, totalizando uma média de 25 alunos por escola, onde buscou-se identificar os processos de disciplinamento existentes nas instituições escolares, as tecnologias individualizantes e seus dispositivos. Para o tratamento dos resultados recorreremos às regras apresentadas por Bardin, ou seja, a realização de categorização das informações semelhantes para facilitar as análises que foram mediadas fundamentalmente pelo referencial teórico foucaultiano. A sistematização dos dados foi apresentada em tabelas para facilitar a análise e comparação de resultados. Dentro desta analítica, detalhamos as relações de poder existentes nas referidas escolas, pontuando e descrevendo os dispositivos e constitutivos de subjetividades e assujeitamento. Nesta perspectiva, ao analisarmos as instituições escolares contemporâneas, podemos constatar que as teorias e conceitos de Foucault ainda são atuais para compreendermos a forma pela qual as relações de poder se estabelecem nessas instituições. O ambiente escolar é um espaço de disputa entre saberes e discursos, cabendo ao professor e a equipe pedagógica mediar esses discursos e saberes, promovendo educação crítica, inclusiva e transformadora.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais.

Práticas de leitura e escrita na cultura digital e os desafios contemporâneos da educação

Isabel Aline de Andrade¹, Braian Veloso ²

¹ Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/DPE –

Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

Caixa Postal 3037 - 37200-000- Lavras - MG

{isabel.andrade@estudante.ufla.br, braian.veloso@ufla.br}

Palavras-chave: Alfabetização e Letramento; Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação; Letramento digital; Práticas pedagógicas; Formação de professores.

O advento e a expansão das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) têm trazido uma série de implicações para a sociedade. Dentre as mudanças, cita-se aquelas que afetam diretamente os processos educacionais. As crianças de hoje, inseridas no que chamamos de cultura digital, possuem outras formas de ver e perceber o mundo, o que se relaciona com as práticas de alfabetização e letramento. Daí que é fundamental que os métodos de alfabetização e letramento considerem os usos sociais da leitura e da escrita em ambientes digitais. Com base em autores como Ribeiro e Coscarelli (2005), Buckingham (2010), Soares (2009) e Rojo (2009), este estudo tem como objetivo geral discutir a importância de práticas pedagógicas com tecnologias digitais voltadas à formação crítica e reflexiva no contexto da alfabetização e do letramento, discutindo a necessidade de formação continuada dos professores. Trata-se de revisão bibliográfica de cunho narrativo, à luz de abordagem qualitativa. Discute-se, portanto, os desafios de alfabetizar e letrar em ambientes digitais, abordando as metodologias baseadas na alfabetização e letramento com uso da tecnologia digital e suas tendências e os desafios enfrentados junto à cultura digital pelos professores no contexto educacional contemporâneo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

A literatura à margem? O lugar do texto literário nos *Jornais*

Lupa* e em seus *Cadernos Pedagógicos

Autor 1 Luciene Silva de Oliveira Caputo

Mestrado Profissional Em Educação/PPGE/FAELCH

Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

luciene.caputo@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Ensino de Literatura; *Jornal Lupa*; *Caderno Pedagógico*; Ensino Médio.

Este trabalho investiga o lugar da literatura nos *Jornais Lupa* e em seus *Cadernos Pedagógicos*, produzidos pela Escola de Formação e de Desenvolvimento Profissional de Educadores da SEE-MG. Pouco explorados pela pesquisa acadêmica, esses materiais oferecem um campo fértil para entender como o texto literário é inserido em práticas pedagógicas da rede pública mineira, sobretudo no contexto do Novo Ensino Médio.

O estudo tem como objetivos: discutir perspectivas teóricas sobre o ensino de literatura; analisar presença e tratamento do texto literário nas edições do *Jornal Lupa*; examinar as propostas didáticas dos *Cadernos Pedagógicos*; e propor um produto educacional voltado à formação docente, que valorize a educação literária no Ensino Médio.

A pesquisa, de caráter qualitativo e exploratório, utiliza análise documental e bibliográfica, tendo como corpus as edições do *Jornal Lupa* (2022-2025) e uma seleção de seus *Cadernos Pedagógicos*. O estudo apoia-se em teóricos como Rildo Cosson (2006, 2020, 2022) e Maria Amélia Dalvi (2013, 2018, 2021), articulando categorias que envolvem presença, função e tratamento dado ao texto literário nesses materiais.

Os resultados parciais indicam que a literatura é tratada nestes materiais, muitas vezes, de forma periférica e instrumental, o que reduz seu alcance estético e formativo. Tal constatação evidencia a urgência de ampliar seu espaço no currículo, reafirmando-a como experiência cultural, crítica e sensível indispensável à formação integral dos estudantes. Nesse sentido, a pesquisa busca oferecer subsídios para práticas de mediação literária mais consistentes e dialógicas, capazes de fortalecer o ensino da literatura e formar leitores críticos.

Jogos e Brincadeiras como dispositivos de Experiência na Educação Física Escolar: Análise a partir de Walter Benjamin

Carlos Augusto Magalhães Júnior¹, Carlos Betlinski²

¹Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais Campus Bom Sucesso (IFSUDESTE-MG)

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino (DPE) –
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

carlos.junior22@estudante.ufla.br, carlosbetlinski@ufla.br

Palavras-chave: Educação estética; Educação Física; Cultura Corporal.

O presente trabalho, em desenvolvimento no âmbito de um doutorado em educação, investiga a possibilidade de uma **educação estética** a partir dos conteúdos da Educação Física no Ensino Médio. A pesquisa parte de uma inquietação central: como a escola pode se constituir como um espaço privilegiado de fruição estética, sem se render a uma abordagem meramente tecnicista ou a uma instrumentalização pedagógica? Em um cenário onde a Educação Física oscila entre a ênfase na eficiência motora e a crítica acadêmica, este estudo propõe uma abordagem que resgate o potencial estético da Cultura Corporal, não como um elemento secundário, mas como uma dimensão constitutiva da experiência corporal.

Para tanto, o projeto adota um **olhar filosófico**, dialogando com autores como Walter Benjamin, Vilém Flusser e Hans Ulrich Gumbrecht. A metodologia de pesquisa, de caráter **ensaístico-interpretativo**, não busca verdades absolutas, mas uma aproximação sensível com o fenômeno da **estética do movimento**. Propõe-se analisar os gestos singulares que emergem das práticas corporais, como jogos, danças, lutas e esportes, superando a dicotomia entre técnica e criatividade.

A pesquisa busca evidenciar que a técnica, longe de ser um obstáculo, pode ser ressignificada como um **vocabulário corporal** para a expressão. O domínio da forma (Apolo) é a condição de possibilidade para a manifestação do êxtase (Dionísio) no ato de jogar. Espera-se, como resultado, a construção de um **produto educacional** que sirva como um guia metodológico para professores de Educação Física, oferecendo bases teóricas e práticas para uma pedagogia que valorize a experiência estética. A intenção é fornecer ferramentas para que o trabalho docente possa ir além da repetição e do desempenho, fomentando a autonomia criadora dos estudantes.

FORMAÇÃO INICIAL DE GESTORES ESCOLARES NO CURSO DE PEDAGOGIA

Marina Naves Lopes¹, Giovanna Rodrigues Cabral²

¹Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/DPE– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/DPE– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

marina.lobes3@estudante.ufla.br, giovanna.cabral@ufla.br

Palavras-chave: Formação Inicial docente; Gestão educacional; Diretrizes Curriculares Nacionais; Formação de Gestores escolares.

Diante a ampliação do papel do pedagogo e das recentes normativas educacionais, torna-se fundamental analisar como a formação para a gestão escolar está sendo estruturada em cursos de Pedagogia. Sendo assim, este estudo contribuirá com a análise sobre a formação inicial de gestores escolares em curso de Pedagogia, buscando compreender como as instituições de ensino superior têm integrado essa área em suas matrizes curriculares, em consonância com as Diretrizes Curriculares nacionais vigentes. O trabalho tem como objetivo investigar como a formação inicial de gestores escolares tem sido implantada em matrizes curriculares dos cursos de Pedagogia de universidades públicas federais em Minas Gerais, tomando por base as Diretrizes Curriculares Nacionais específicas e as voltadas para a formação de professores. Como objetivos específico evidencia-se: analisar as matrizes curriculares e o projeto pedagógico dos cursos das instituições selecionadas, identificando o percurso formativo voltado para a atuação na gestão escolar; verificar os componentes voltados para a área de gestão escolar presentes nas matrizes curriculares, evidenciando suas ênfases formativas em relação as diretrizes nacionais vigentes; e por fim, mapear artigos acadêmicos dos últimos dois anos no Google Acadêmico que abordem a temática da formação inicial de gestores escolares. Trata-se de uma pesquisa exploratória e documental, pautada na análise de documentos oficiais, como resoluções, diretrizes, programas de formação, matrizes curriculares, ementas e projetos pedagógicos de cursos (PPCs) de Pedagogia de 11 Universidades Públicas Federais de Minas Gerais. Para isso, a pesquisa se sustenta em uma revisão de literatura, onde será realizado um levantamento de trabalhos elaborados nos últimos dois anos, que tratam sobre a formação de gestores escolares. A análise de dados será pautada na técnica qualitativa de análise de conteúdo de Bardin, permitindo organização, categorização e interpretação das informações levantadas. Espera-se que com essa pesquisa seja possível identificar de maneira sistematizada o espaço destinado a formação em gestão escolar nos currículos dos cursos de Pedagogia, analisando os possíveis avanços, retrocessos e as lacunas deixadas pelas resoluções. Além de contribuir para a compreensão das mudanças curriculares estabelecidas após a promulgação das Diretrizes Curriculares Nacionais e para o desenvolvimento do debate acadêmico, apresentando propostas de melhoria nos projetos pedagógicos dos cursos de Pedagogia e reforçando a importância da formação dos gestor nos espaços escolares.

REFORMAS EDUCACIONAIS E A DESPROFISSIONALIZAÇÃO DOCENTE: instrumento de coleta de dados

Amanda G O Fonseca ¹, Jefferson A Neves ²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE), Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas, Educação e Letras/FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras, MG – Brazil
amanda.fonseca1@estudante.ufla.br, jefferson.neves@ufla.br

Palavras-chave: Reformas Educacionais; Desprofissionalização Docente; Coleta de Dados; Políticas Curriculares.

Como parte das etapas metodológicas da pesquisa “Reformas curriculares a desprofissionalização docente, elaborou-se o que se denominou de Questionário 1, no âmbito de uma pesquisa de Mestrado Profissional em Educação, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), com foco nas linhas de Desenvolvimento Profissional Docente, Práticas Pedagógicas e Inovações. A pesquisa teve como objetivo investigar como as “disparidades” (descompassos) entre as propostas curriculares, a formação e a prática docente influenciam no desenvolvimento profissional docente. A pesquisa adotou uma abordagem mista (qualitativa-quantitativa), de caráter exploratório. A elaboração e aplicação do questionário corresponderam à terceira etapa metodológica, sucedendo a construção do aporte teórico e uma revisão sistemática da literatura. O questionário foi estruturado com base nos achados da revisão que identificou “imposição curricular” e a “falta de autonomia” como eixos centrais dos desafios docentes. O instrumento foi composto por questões fechadas (com escalas do tipo Likert e múltipla escolha) e abertas, permitindo a coleta de dados quantitativos e qualitativos. Os procedimentos de envio e coleta de dados ocorreram entre fevereiro e abril de 2025, por meio da plataforma Google Forms, visando a uma coleta de dados ampla e acessível. Inicialmente, foram enviados e-mails com a documentação exigida pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE-MG) a 47 Superintendências Regionais de Ensino (SREs), solicitando autorização para a pesquisa. Destas, 34 SREs autorizaram formalmente a realização da pesquisa. Após a concessão das autorizações, o formulário foi encaminhado aos endereços de e-mails institucionais de 998 escolas estaduais distribuídas entre as SREs autorizadas. As gestões escolares foram solicitadas a repassar o link aos docentes de suas unidades. A população-alvo era composta por docentes da rede estadual de ensino de Minas Gerais, atuantes nos anos finais do Ensino Fundamental e/ou Ensino Médio. Todos os participantes assentiram ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) antes de responder. Ao final do período de coleta, foram obtidas 59 respostas válidas.

(Multi)letramentos e práticas de leitura: a compreensão de textos multissemióticos

Lídia Regina Dias¹, Mauriceia Silva de Paula Vieira²

¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação/PPGE – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

lidia.dias@estudante.ufla.br, mauriceia@ufla.br

Palavras-chave: Leitura; (Multi)letramentos; Textos Multissemióticos.

A leitura é uma prática de linguagem significativa na contemporaneidade. No entanto, o seu ensino, configura-se em um processo desafiador, uma vez que os textos que circulam socialmente apresentam vários recursos semióticos (verbal, imagens estáticas ou não, sons, cores, entre outros) que contribuem para a construção do sentido. Nessa perspectiva, a proposta deste trabalho delimita como objeto de estudo a temática das práticas de leitura de textos multissemióticos no processo de alfabetização e letramento e discute o seguinte problema: quais habilidades/capacidades de leitura de textos multissemióticos estão consolidadas por alunos do segundo ano do ensino fundamental? O objetivo é investigar as habilidades de leitura consolidadas pelos alunos, a partir da análise de textos multissemióticos impressos e campanha publicitária em vídeo, o que possibilitou a exploração de diferentes semioses como: verbal, imagens, movimentos, sons, cores, iluminação, expressões faciais, gestos, entre outros, estando alinhadas aos fundamentos de leitura da Base Nacional Comum Curricular – doravante BNCC - (Brasil, 2018). Metodologicamente, esta pesquisa apresenta uma revisão bibliográfica, e levantamento de dados primários coletados por meio de pesquisa de campo, através de atividades práticas desenvolvidas com os alunos do segundo ano do Ensino Fundamental, a fim de avaliar qual é o nível de compreensão que eles têm em relação aos textos multissemióticos. Foram avaliadas as habilidades de identificar nos gêneros textuais: gênero pertencente, função social, assunto principal, personagens principal e secundário, emoções através da expressão facial, além da identificação de informações explícitas por meio de diferentes semioses, produção de inferências e manifestação de opinião pessoal, embasadas nas habilidades de leitura descritas na BNCC. Observamos, a partir dos dados coletados que os alunos pesquisados apresentam maior dificuldade em interpretar textos dos gêneros cartaz e tirinha. Demonstraram-se mais habilidosos em identificar informações explícitas em textos multissemióticos e manifestar opiniões relacionadas ao gosto pessoal e que não exige justificativa, sendo a identificação de informações implícitas mais desafiadoras. Diante do exposto, esta pesquisa buscou identificar práticas de leitura eficazes que colaborem para melhorar a compreensão leitora em relação aos textos multissemióticos, bem como desenvolver práticas educacionais eficientes como subsídio para a implementação de medidas que valorizem, promovam, incentivem e fortaleçam o ensino e práticas voltadas para a formação de leitores.

EXPLORANDO O DESENVOLVIMENTO DA COMPREENSÃO LEITORA: CONCEITOS, ESTRATÉGIAS E PRÁTICAS DOCENTES

Rayane Chantre Lacerda ¹, Dr^a. Mauriceia Silva de Paula Vieira ²,

²Departamento de Educação/DED – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

rayane.lacerda@estudante.ufla.br, mauriceia@ufla.br

Palavras-chave: compreensão leitora; prática de leitura; práticas pedagógicas, multiletramentos

Esta dissertação, desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Educação da Universidade Federal de Lavras (UFLA), investiga o desenvolvimento da compreensão leitora de estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, com ênfase nas práticas docentes, estratégias metodológicas e fatores contextuais que influenciam esse processo. Fundamentado em referenciais teóricos de autores como Kleiman (1993), Kato (1986), Martins (1982), entre outros, o estudo concebe a leitura como uma atividade complexa, de natureza cognitiva e social, exigindo articulação entre decodificação, fluência e compreensão textual. A investigação parte do pressuposto de que a leitura, além de ser uma habilidade essencial para o percurso acadêmico, constitui um direito fundamental que amplia as possibilidades de participação social e fortalece o exercício da cidadania. Com abordagem qualitativa e quantitativa, a pesquisa combina revisão teórica, observações em sala de aula, aplicação de instrumentos diagnósticos (baseados nos descritores do SAEB) e questionários sobre hábitos de leitura e uso de tecnologias. A análise foi realizada com uma turma de 31 alunos de uma escola particular do sul de Minas Gerais, e considerou também o contexto sociopedagógico da instituição e a trajetória profissional da docente envolvida. Os dados foram sistematizados a partir de um diário de campo reflexivo e organizados conforme indicadores de compreensão leitora, fluência e interação leitor-texto. Os resultados revelam desafios persistentes na consolidação da compreensão leitora, associados à ausência de fluência, lacunas na formação leitora nos anos iniciais e à necessidade de práticas pedagógicas mais sistematizadas e intencionais. A pesquisa aponta para a urgência de fortalecer a formação docente, promover intervenções pedagógicas baseadas em evidências e valorizar a leitura em suas múltiplas dimensões — estética, cognitiva e crítica. Como produto educacional, será elaborado um caderno pedagógico com sugestões de práticas voltadas ao desenvolvimento da leitura e da compreensão leitora, contribuindo para a formação continuada de professores e para uma educação mais democrática, equitativa e significativa.

AVALIAÇÕES EXTERNAS E SUAS IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO ESPECIAL: O CASO DO SIMAVE

Sinara de Abreu Isidoro¹, Regilson Maciel Borges²

Programa de Pós-Graduação em Educação – Mestrado Profissional

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

sinara.isidoro@estudante.ufla.br, regilson.borges@ufla.br

Palavras-chave: Avaliação externa; Avaliação em Larga Escola; SIMAVE; Educação Especial.

A avaliação externa em larga escala tem se destacado nas políticas educacionais brasileiras desde as reformas estatais dos anos 1990. Essas avaliações têm como foco principal o desempenho dos alunos em testes cognitivos, como forma de mensurar a qualidade da educação e promover a competição e o sucesso individual. No entanto, Sousa (2018) aponta que as avaliações externas não têm contemplado adequadamente os alunos público da Educação Especial, conforme prevê a legislação, devido à falta de adaptações necessárias para inclusão desses alunos no processo avaliativo. A Educação Especial abrange estudantes com deficiência, Transtorno do Espectro Autista (TEA) e Altas Habilidades/Superdotação, sendo oferecida preferencialmente na rede regular de ensino. Estudos indicam que a padronização das avaliações em larga escala entra em conflito com o princípio da diversidade e inclusão, o que levanta questões sobre a equidade e eficácia desses instrumentos para todos os estudantes. A pesquisa se propõe investigar como ocorre a participação dos alunos público da Educação Especial nas avaliações externas do Sistema Mineiro de Avaliação e Equidade da Educação Pública (SIMAVE) em Minas Gerais. Para isso, será conduzida uma pesquisa qualitativa em quatro etapas: pesquisa bibliográfica para embasar teoricamente o estudo; pesquisa de campo com entrevistas aos diferentes grupos participantes do processo: equipe gestora e pedagógica, professores de apoio à linguagens, comunicação e tecnologias assistivas, profissionais envolvidos diretamente com a política pública; análise e interpretação dos dados coletados, utilizando a análise de conteúdo para extrair insights significativos. Como produto educacional será produzido um documento orientador com estratégias diferenciadas para aplicação das avaliações, levando em conta as necessidades específicas dos alunos da Educação Especial. A pesquisa visa não apenas gerar conhecimento acadêmico, mas também influenciar políticas públicas e práticas educacionais mais inclusivas e eficazes.

A Profissão Docente na Perspectiva do Ressentimento, do Ascetismo Neoliberal e da Racionalidade Técnica Instrumental

Giselia Aparecida Batista Figueiredo¹, Carlos Betlinski,²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/DPE

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

giselia.figueiredo@estudante.ufla.br, carlosbetlinski@ufla.br

Palavras-chave: Ressentimento; Trabalho docente; Ascetismo neoliberal; Racionalidade técnica.

O propósito deste artigo é a partir do conceito de ressentimento na obra de Nietzsche, diagnosticar o trabalho docente na sociedade contemporânea. Nesse sentido, em um contexto de crises em todas as esferas humanas, a educação, e especificamente o trabalho do professor, sofre influências que a torna desafiadora e complexa, exigindo discussão e questionamentos que contribuam para compreensão desse cenário profissional marcado pela racionalidade técnica e ascetismo neoliberal. Nesse sentido, a partir do pensamento filosófico Nietzscheano procurou-se compreender o conceito de ressentimento no trabalho docente para em seguida diagnosticar -lo no contexto das influências da racionalidade neoliberal. Seguimos o percurso compreendendo como Nietzsche fez o diagnóstico do adoecimento da cultura ocidental; identificando os sintomas do ressentimento no trabalho docente, a partir do pensamento nietzscheano; fizemos a relação da racionalidade técnica e do ascetismo neoliberal. A pesquisa foi realizada a partir de uma abordagem qualitativa, e adotou os procedimentos da pesquisa bibliográfica, fundamentada nas obras de Nietzsche: Genealogia da moral, O Crepúsculo do Ídolo, A Gaia Ciência e de alguns comentadores como Marta Faustino, Clademir Araldi, Scarlett Marton. Diante dessas questões, espera-se que este trabalho contribua para a compreensão e problematização dos valores neoliberais que permeiam as políticas públicas educacionais e afetam o trabalho docente instituindo o predomínio de uma moralidade onde os docentes negam sua vontade de potência e a si mesmos como criadores de valores.

O campo literário em perspectiva dialógica, sociológica e cultural: uma proposta metodológica para o ensino de literatura a partir de Bakhtin, Candido e Lótmán.

Caroline Aparecida de Lima ¹, Marco Antonio Villarta-Neder ²,

¹Departamento de Pós Graduação em Educação – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

caroline.lima2@ufla.br , villarta.marco@ufla.br

Palavras-chave: literatura, dialogismo, semiosfera, ensino de literatura, formação de leitores, práticas pedagógicas.

Este trabalho propõe uma reflexão a partir de um olhar metodológico para ensino de Literatura na educação, tendo como eixo a valorização da literatura enquanto direito humano e expressão viva da cultura. Fundamentada nos aportes teóricos de Mikhail Bakhtin (dialogismo), Antônio Candido (formação e função humanizadora da literatura) e Iúri Lótmán (teoria da semiosfera e fronteiras culturais), a pesquisa é de natureza qualitativa, analítica e interpretativa e propõe práticas pedagógicas que se oponham aos modelos mecanicistas, incentivando e promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico, o engajamento ético e afetivo dos alunos e a ampliação do conhecimento dos sujeitos. Há um significativo distanciamento entre discentes e a literatura, provocado por práticas educativas e pedagógicas que fragmentam os textos literários de seus contextos culturais e das experiências concretas dos discentes. Para tal desafio, é fundamental a elaboração de caminhos metodológicos que integrem as experiências socioculturais dos discentes aos processos de leitura, interpretação e apropriação dos textos, compreendendo-os como campos da atividade humana e de diálogo dinâmico entre múltiplas vozes e sistemas semióticos. Entre os objetivos, destacam-se: analisar criticamente metodologias atuais a partir de um olhar ético, estético e dialógico; desenvolver abordagens pedagógicas que situem a literatura como atividade humana e cultura viva; explorar as relações entre discentes e leitura por meio do conceito de semiosfera; e validar estratégias que reconheçam o discente como produtor de sentido, não mero receptor passivo. A análise será realizada por triangulação teórica (dialógica, semiótica e sociológica), visando à percepção e construção de um modelo pedagógico que promova o prazer literário, a apropriação cultural e a formação de leitores críticos. Como os resultados, espera-se a superação do ensino fragmentado, o fortalecimento de vínculos intelectuais e afetivos com a literatura, além de recomendações práticas para políticas educacionais voltadas à inclusão da diversidade cultural e à garantia da literatura enquanto direito fundamental.

Saberes docente sobre a alfabetização de crianças e seus reflexos em sala de aula

Denízia Paula Vilela¹, Giovanna Rodrigues Cabral²

¹ Programa de Pós Graduação em Educação/ PPGE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Gestão Educacional Teorias e Práticas de Ensino/ DPE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

denizia.vilela1@estudante.ufla.br, giovanna.cabral@ufla.br

Palavras-chave: Magda Soares, alfabetização, práticas pedagógicas

Alfabetizar tem sido um grande desafio enfrentado pelos professores das escolas públicas brasileiras. A frustração dos professores e as dificuldades no processo de leitura e escrita das crianças nessa fase da vida escolar são questões preocupantes. Pesquisas realizadas em 2023 pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), revelam que apenas 56% das crianças das escolas públicas foram alfabetizadas até o final do 2º ano do ensino fundamental. Nesse sentido, o presente estudo discute as dificuldades enfrentadas pelos estudantes brasileiros em língua portuguesa e matemática, bem como as lacunas nas escolas no que tange à alfabetização. Assim, esta pesquisa busca investigar as concepções de alfabetização e as práticas pedagógicas adotadas por professores de escolas públicas em um município do sul de Minas Gerais, visando identificar os reflexos que essas práticas têm causado na sala de aula. A pesquisa será de cunho qualitativo e exploratório, a partir de uma pesquisa de campo realizada junto à professores que atuam no 1º ano de escolaridade de um município do sul de Minas Gerais e, para a coleta de dados será elaborado um questionário online na ferramenta Google Forms, contendo perguntas abertas e fechadas, voltadas ao levantamento das percepções destes professores sobre alfabetização e as práticas que desenvolvem em sala de aula a ser enviado para uma amostra, aproximada de 50 docentes que atuam no 1º ano do Ensino Fundamental, da rede pública de ensino municipal. Após a aplicação do questionário os dados serão analisados e categorizados segundo o método de análise de dados de Bardin (2011), visando identificar os principais temas e conceitos que foram abordados pelos sujeitos da pesquisa, a fim de que se possa aproximar os professores alfabetizadores dos estudos de Magda Soares sobre alfabetização, numa perspectiva de repensar as práticas pedagógicas para o processo de alfabetização.

As Lutas/Artes marciais no curso de Educação Física em Instituições de Ensino Superior públicas mineiras

Marcos José Cruz¹, Rubens Antonio Gurgel Vieira²

¹Mestrado Profissional em Educação/PPGE/FAELCH – Universidade Federal de Lavras

²Departamento de Educação Física/DEF-FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

marcos.cruz2@estudante.ufla.br, rubensgurgel@ufla.br

Palavras-chave: Lutas; Artes Marciais; Formação Inicial; Educação Física.

Essa pesquisa tem como tema o ensino de Lutas/Artes marciais na formação inicial de professores/as de Educação Física. O ensino de Lutas/Artes marciais na Educação Física escolar ainda encontra resistências por parte dos/as professores/as de Educação Física devido “formação inicial, falta de infraestrutura, falta de material, violência e a crença da necessidade de ser faixa preta” (Ferreira, 2006; Nascimento; Almeida, 2007; Breda *et al.* 2010; Oliveira; Moura, Urbinati, 2013; Franchini; Del Vecchio, 2013; Matos *et al.* 2015; Rufino; Darido, 2015; Borba-Pinheiro *et al.* 2016; Carreiro, 2017). Os/As docentes argumentam sobre a impossibilidade da aplicação do conteúdo nas aulas, alegando inúmeros motivos para a ausência do conteúdo, sendo a principal delas a formação fragilizada neste tema. Assim, as grades curriculares dos cursos de graduação em Educação Física contemplam o conteúdo Lutas/artes marciais. Nesta perspectiva, este trabalho tem por objetivo identificar e caracterizar as disciplinas que contemplam o conteúdo Lutas/Artes marciais. Para tal, realizou-se uma investigação de cunho quantitativo, em que se utilizou de revisão integrativa e análise documental para produção de dados empíricos, a partir da literatura e documentos dos cursos de Educação Física. Com embasamento teórico, o estudo baseou-se nos autores Antunes (2009), Trusz e Nunes (2007), Neira e Nunes (2009), Vieira (2022) e outros autores. Os principais resultados encontrados por este estudo demonstram a presença do conteúdo Lutas/Artes marciais nos documentos analisados e dentro da literatura ainda necessita de mais estudos. Entretanto, a presença do tema em uma parcela dos resultados esta ainda direcionada ao tecnicismo. O desenvolvimento das Lutas/Artes marciais nas aulas de Educação Física Escolar traz a possibilidade de uma reflexão profunda dentro da cultura corporal estabelecida por diferentes culturas nos mais variados olhares permitindo uma nova significação por parte do/a professor/a e dos/as alunos/as que poderão apropriar-se e ressignificar práticas corporais e filosóficas há muito tempo utilizadas por diferentes povos. Assim apresentam-se novas possibilidades para uma formação inicial de professores/as que possibilite uma construção pedagógica para desenvolvimento da Luta/Artes marciais no espaço escolar. Com a produção dos dados criou-se uma produção textual no formato de capítulo de livro para a pesquisa e reflexão da prática da Luta/Artes marciais na formação inicial e continuada dos futuros/as docentes de Educação Física. De forma a gerar reflexões sobre as práticas adotadas nos diferentes níveis da educação.

EDUCAÇÃO FINANCEIRA E SUSTENTABILIDADE: REFLEXÕES SOBRE A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E O ORÇAMENTO FAMILIAR A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DE AULAS

João Daniel de Moraes 1¹, Iraziet da Cunha Charret 2², Silvia Maria Medeiros Caporale 3³

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037

²Professora Doutora Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - caixa postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

³Professora Doutora coorientadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil
joao.morais3@estudante.ufla.br, iraziet@ufla.br, silviacaporale@ufla.br,

RESUMO

Palavras-chave: Educação Financeira; Desenvolvimento Sustentável; Energia Renovável; Novo Ensino Médio.

Este trabalho, de abordagem qualitativa, investiga como estudantes do Novo Ensino Médio estabelecem relações entre Educação Financeira e Sustentabilidade, por meio de uma prática problematizadora centrada no consumo consciente e nos impactos socioambientais da produção e uso da energia elétrica. O trabalho está sendo realizado com uma turma de primeiro ano, no componente de itinerário formativo "Conexões Matemáticas", em uma escola estadual da região central de uma cidade no Centro-Oeste de Minas Gerais. A metodologia envolve o desenvolvimento de uma sequência didática com dez aulas de cinquenta minutos no turno matutino, utilizando atividades diversificadas (textos, vídeos, palestra, consultoria e produções escritas), buscando articular reflexões sobre geração, distribuição, consumo e tarifação de energia elétrica com práticas de consumo responsável. Observei, ao longo das aulas já ministradas, que os estudantes já possuem vivências relacionadas à Educação Financeira, como participação em programas governamentais e experiências profissionais formais e informais, como menor aprendiz nos comércios e em outros setores. Além disso, durante as aulas relatos evidenciaram preocupação com a economia de recursos naturais e interesse por alternativas sustentáveis, como a energia fotovoltaica. Como continuidade, os grupos serão convidados a atuarem como consultores para auxiliarem na elaboração de um plano relacionado a uma possível instalação de uma usina fotovoltaica para famílias fictícias. A análise dos dados, ainda em fase inicial, será orientada pela identificação de eixos temáticos de análise nas produções dos estudantes e nas gravações das atividades.

Agradecimentos:

Agradeço o apoio do Governo do Estado de Minas Gerais através do Programa Trilhas de Futuro Educadores em parceria com a Universidade Federal de Lavras (UFLA).

O papel do supervisor na implementação e consolidação do Currículo Referência de Minas Gerais

Letícia Alves de Moraes¹, Regilson Maciel Borges²

¹Programa de Pós Graduação em Educação/PPGE – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/ DPE–
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

leticia.morais10@ufla.br, regilson.borges@ufla.br

Palavras-chave: Implementação curricular; Papel do supervisor; Currículo Referência de Minas Gerais.

A partir da elaboração da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) cada rede de ensino estabeleceu seu currículo o que redirecionou a prática pedagógica nas escolas do país. Assim, um importante agente neste processo de implementação curricular é o supervisor pedagógico que possui como uma de suas funções realizar a articulação do currículo com a ação docente. Dessa forma, a Rede Estadual de Ensino de Minas Gerais implementou o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG), assim pretende-se com essa pesquisa analisar como foi esse processo e qual o papel do supervisor pedagógico no mesmo. O referencial teórico se fundamenta nos estudos de Gimeno Sacristán, Tomaz Tadeu da Silva, Dermeval Saviani, Vera Placco, Laurinda Almeida, entre outros. A metodologia da pesquisa é de natureza qualitativa e será desenvolvida considerando as etapas de pesquisa bibliográfica, aplicação de questionários e a realização de entrevistas semiestruturadas que serão submetidas a análise de conteúdo, visando entender os desafios e possibilidades de atuação da supervisão pedagógica diante da implementação do CRMG. Espera-se que os resultados indiquem boas práticas e recomendações para aprimorar a atuação dos supervisores na implementação curricular. Em decorrência dos dados da pesquisa será proposto enquanto produto educacional uma formação continuada intitulada “Construindo saberes sobre o CRMG para a formação de professores” aos supervisores pedagógicos.

A Prática de Leitura Literária no Ensino Fundamental II: Reflexões e Possibilidades

Jéssica Paz da Silva Lago¹, Rodrigo Garcia Barbosa²

¹Departamento de Educação/DED – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jessica.lago@estudante.ufla.br, rodrigobarbosa@ufla.br

Palavras-chave: Literatura. Infantojuvenil. Letramento. Ensino Fundamental II.

A literatura na escola, especificamente no âmbito do ensino fundamental II, tem sido utilizada, em determinados contextos, de acordo com Cosson (2015), como “ponte” para o processo de letramento. Dessa forma, o ato de experienciar, conforme salienta Zilberman (2008), o texto literário bem como as suas nuances em leitura literária em uma perspectiva social e histórica tem sido preterido no ambiente escolar. Nesse sentido, emergem as seguintes questões: A escola, segundo Cosson (2015), sendo o lócus propulsor da prática efetiva da leitura literária no Ensino Fundamental II, e, tendo como base os postulados dos autores de referência na área, de que forma os dispositivos legais fornecem suporte à essa prática e de qual maneira os docentes de língua portuguesa do ensino fundamental II percebem a leitura literária nesse âmbito? À vista disso, a presente pesquisa intitulada “A Prática de Leitura Literária no Ensino Fundamental II: Reflexões e Possibilidades” tem como objetivo investigar a percepção dos docentes de língua portuguesa do ensino fundamental II acerca da leitura literária em ambiente escolar conectando os saberes com as produções bibliográficas e documentos legais. Para atingir os objetivos estabelecidos, a metodologia da pesquisa proposta será a qualitativa, realizada por intermédio da pesquisa bibliográfica a partir de autores que trazem a discussão, tais quais Chartier (1999), Cosson (2015), Dalvi (2021), Eagleton (2009), Goulart (2023), Jouve (2002), Martins (2010), Salgueiro, Pitta e Guimarães, (2023), Silva (2005) e Zilberman (2008). A escola sendo o lócus para a realização da leitura literária, conforme Cosson (2015) salienta, além da verificação nas obras dos autores de referência, em um segundo momento, haverá a pesquisa documental, no sentido de análise da legislação por intermédio dos seguintes dispositivos legais: LDBEN 9394/96, Resolução CNE/CEB 7/2010, BNCC (2017), os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) e a Lei nº 13.696 que Institui a Política Nacional de Leitura e Escrita (2018) no sentido de averiguar de que forma a leitura literária e suas especificidades são apresentadas nos referidos documentos. No sentido

de diagnosticar a leitura literária na escola, serão realizadas entrevistas semiestruturadas com docentes que atuam na disciplina de Língua Portuguesa no Ensino Fundamental II para a geração de dados. Os materiais referidos serão submetidos à análise de conteúdo. Espera-se, com a pesquisa, contribuir com a proposta dos autores de referência, alicerçada nos dispositivos legais, trazendo a visão sobre a leitura literária em ambiente escolar e, nesse sentido, propor, além de novas investigações acerca da temática, o produto educacional – uma oficina pedagógica.

A gestão escolar na implementação da lei que proíbe o uso de celular nas escolas

Emerson Rodrigues Pereira Junior¹, Dr. Paulo Henrique Arcas²

Departamento de Educação/DED – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

¹emerson.junior1@estudante.ufla.br, ²paulo.arcas@ufla.br

Palavras-chave: Políticas Públicas em Educação; Tecnologia e Educação; Gestão Escolar.

A crescente exposição de crianças e adolescentes a dispositivos digitais e a recente sanção da Lei nº 15.100/25, que regula o uso desses aparelhos em escolas impulsionam uma reflexão sobre como os gestores escolares estão implementando a referida lei. Neste sentido, este trabalho busca socializar os resultados parciais de pesquisa de mestrado em andamento, que visa analisar o processo de implementação dessa nova diretriz em escolas estaduais da Superintendência Regional de Ensino de Sete Lagoas (MG), com foco nos desafios e nas estratégias desenvolvidas pelas equipes gestoras para adequar a cultura organizacional às novas normativas. A hipótese central é que as estratégias de adequação da cultura organizacional variam significativamente entre as gestões, sendo moldadas pelo contexto sociocultural específico de cada escola. A pesquisa tem abordagem qualitativa e adota o delineamento de estudo de casos múltiplos, investigando duas escolas da região (uma central e outra periférica), visando a análise comparativa de contextos socioculturais. A coleta de dados será realizada no primeiro semestre de 2026 por meio de triangulação metodológica, abrangendo: análise documental (Lei, Regimentos, PPPs), questionário online com professores, entrevistas semiestruturadas com gestores e professores, e grupos focais com alunos. A análise seguirá a metodologia de Análise de Conteúdo, com suporte do software IRAMUTEQ. Espera-se contribuir para a literatura sobre implementação de políticas e fornecer um diagnóstico prático para gestores, gerando, como produto, um guia de orientações para apoiar a aplicação democrática da lei.

Desigualdade social e letramento digital: desafios e oportunidades no contexto escolar

Miriam Dutra de Faria Santos¹, Carlos Betlinski²

¹Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{miriam.santos3@estudante.ufla.br, carlosbetlinski@ufla.br}

Palavras-chave: Desigualdade educacional, tecnologia digital, *habitus*, capital cultural, produto educacional.

A crescente digitalização da sociedade, acelerada pela pandemia de COVID-19, consolidou as tecnologias como elementos centrais na educação. Contudo, a promessa de equidade pelo acesso se depara com o paradoxo de que a mera disponibilização de recursos pode intensificar desigualdades preexistentes. Sob o referencial de Pierre Bourdieu, esta pesquisa analisa como o capital cultural e o *habitus* de estudantes do Ensino Médio condicionam a apropriação dessas ferramentas, (re)produzindo desigualdades sociais no *ciberespaço*. A metodologia é qualitativa, delineada como um estudo de caso múltiplo e comparativo. Foram realizadas 43 entrevistas semiestruturadas com estudantes de escolas pública e privada em Minas Gerais, cujos relatos são submetidos à Análise de Conteúdo de Bardin. A pesquisa prevê, ainda, a criação de um produto educacional em formato de videodocumentário com o intuito de incentivar a promoção de debates entre os diferentes atores da sociedade acerca da inclusão e igualdade de oportunidades. As análises iniciais revelam uma clara distinção nos perfis de uso da tecnologia. Estudantes com maior capital cultural mobilizam os dispositivos para fins alinhados à cultura escolar, como a curadoria de fontes, o uso de *softwares* de produção e o consumo cultural de distinção. Em contrapartida, alunos com menor capital cultural apresentam um uso predominantemente focado no consumo passivo de redes sociais e em formas de entretenimento de comunicação imediata. Os resultados demonstram que a tecnologia não é um campo neutro, mas um espaço que reflete e amplifica as estruturas sociais. O desafio para a escola é intervir de forma consciente nesse processo, transformando as ferramentas digitais em pontes para a soberania digital, e não em muros que reforçam a exclusão.

Agradecimentos

À SEE/MG e ao Projeto Trilhas do Futuro Educadores pela oportunidade; à UFLA pela formação e infraestrutura; e ao Prof. Dr. Carlos Betlinski pela orientação, diálogo e confiança.

Mediação pedagógica: bases teóricas e metodológicas

**Danielle Weslaine Martimiano¹, Querém-Hapuque Fonseca Pereira Rondon²,
Helena Maria Ferreira³**

¹Programa de Pós-graduação em Educação/Faelch – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil
danielle.martimiano1@estudante.ufla.br,
queren.rondon@estudante.ufla.br,
helenafferreia@ufla.br

Palavras-chave: mediação pedagógica; formação docente; leitura

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar o procedimento de mediação pedagógica, que se configura como uma questão relevante para o encaminhamento das práticas educativas. Nessa direção, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica, que contemplou um compilado dos estudos realizados por Vygotsky (2000, 2007), Masetto (2010) e Freire (1982, 1997). A partir da pesquisa realizada, foi possível constatar que a mediação pedagógica se constitui como uma concepção que instaura práticas de ensino mais dialogadas, mais reflexivas e mais contextualizadas. Além disso, foi selecionada a videoanimação “Student Accomplice” (Estudante Cúmplice) para a proposição de estratégias de mediação pedagógica, considerando as dimensões linguísticas, semióticas e discursivas. A partir da pesquisa empreendida, foi possível considerar que o procedimento de mediação pedagógica pode contribuir para um direcionamento mais sistematizado das práticas de leitura, considerando as etapas da pré-leitura, durante a leitura e pós-leitura, as habilidades a serem exploradas, o monitoramento das dificuldades apresentadas pelos alunos, a exploração de objetivos de ensino relacionados ao estudo dos conteúdos constantes do planejamento didático e a consolidação das aprendizagens. Desse modo, constatou-se que a mediação pedagógica pode ser concebida como uma estratégia metodológica que promove a criação de espaços efetivos de diálogos e de discussões que propiciam uma formação humana pautada na ética e na responsabilidade social.

Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e a Fapemig.

PERCEPÇÕES DE PROFESSORES ACERCA DA MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA PARA O TRABALHO COM A LEITURA EM SALA DE AULA

**Danielle Weslaine Martimiano¹, Querém-Hapuque Fonseca Pereira Rondon²,
Helena Maria Ferreira³,**

¹Programa de Pós-graduação em Educação/Faelch – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

danielle.martimiano1@estudante.ufla.br, queren.rondon@estudante.ufla.br
helenaferreira@ufla.br

Palavras-chave: percepção docente; mediação pedagógica; leitura.

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento dos saberes docentes sobre a mediação pedagógica e o ensino da leitura em sala de aula. Para o alcance desse propósito, foi realizada uma pesquisa bibliográfica que contemplou os procedimentos didáticos para o ensino da leitura em sala de aula, com enfoque dado à concepção de mediação pedagógica da leitura. Assim, foram discutidas concepções de linguagem e de leitura em uma abordagem sociointeracionista, com vistas a fundamentar a perspectiva teórica que sustenta a discussão proposta. Além disso, foi realizada uma pesquisa de campo a partir de um questionário aplicado a professores de escolas de educação básica, a fim de analisar seus saberes acerca do procedimento de mediação pedagógica da leitura. Os resultados apontaram para conhecimentos relevantes sobre o procedimento analisado. No entanto, as respostas se apresentaram, em geral, de modo evasivo e genérico, o que permitiu inferir uma falta de sistematização do tema em pauta. Ademais, merece destaque a recorrência significativa de apontamentos relacionados à inadequação e/ou necessidade da formação docente que abarque a mediação da leitura de modo mais sistematizado e reflexivo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e FAPEMIG.

Das rotas (desviantes) em aulas remotas de Educação Física com uma plataforma de videoconferência: um estudo ator-rede

Khalmel Gabriel Lima de Oliveira ¹, Diego de Sousa Mendes ², Márcio Roberto de Lima ³

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação/PPGE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

² Departamento das Ciências da Educação Física e Saúde/DCEFS – Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ)

³ Departamento de Ciências da Educação/DECED – Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ)

khalmel.oliveira@estudante.ufla.br, diegomendes@ufsj.edu.br,
marcinholima.ufsj@gmail.com

Palavras-chave: Educação Física; Ensino Remoto; Teoria Ator-Rede

Resumo:

O presente trabalho analisa uma experiência de aulas de Educação Física mediadas por uma plataforma de videoconferência durante a pandemia de Covid-19. O objetivo da pesquisa foi identificar e interpretar, à luz da Teoria Ator-Rede (ANT), as associações e desvios que emergiram em duas aulas-testes de Educação Física realizadas com estudantes do oitavo ano do Ensino Fundamental em uma escola municipal do interior de Minas Gerais. Metodologicamente, o estudo foi desenvolvido a partir da Pesquisa-Ação, tendo como colaboradores o professor-pesquisador e os alunos envolvidos. As aulas foram planejadas no âmbito da unidade temática “Ginástica” e realizadas de forma síncrona por meio da plataforma *Jitsi Meet*, com registros em diário de campo, capturas e gravações de tela, além do monitoramento de interações no *WhatsApp*. Os resultados apontaram conflitos em torno do regime de visibilidade dos estudantes, que resistiram ao uso das câmeras, bem como rearranjos pedagógicos que oportunizaram maior engajamento discente em comparação ao modelo “envio-resposta” das Atividades Pedagógicas (ATP). Além disso, observaram-se novas formas de participação, mediadas pelo *chat* e por mensagens digitais, que ampliaram as possibilidades de comunicação e protagonismo estudantil. Concluímos que aulas de Educação Física mediadas por plataformas de videoconferência são viáveis e potencialmente engajadoras, desde que acompanhadas de planejamento adequado, acordos sobre exposição de imagem e uso ampliado de diferentes canais de comunicação. A experiência sugere a necessidade de compreender o corpo em sua articulação com o digital, abrindo caminhos para novas vivências de corporeidade no contemporâneo.

Agradecimentos

Não houve fomento de nenhuma agência para o desenvolvimento da pesquisa.

Políticas Públicas e Legislações na Educação Bilíngue de Surdos: Um Estudo de Caso em Lavras, MG

Autores: Tales Douglas Moreira Nogueira¹; Giovanna Rodrigues Cabral²

¹Departamento de Educação (DED) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino (DPE) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

E-mails: tales.nogueira@ufla.br; giovanna.cabral@ufla.br

Resumo

A educação bilíngue de surdos no Brasil resulta de décadas de lutas sociais e avanços legais que reconhecem a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como meio legítimo de comunicação e instrução. Este estudo tem como objetivo analisar as políticas públicas e legislações que consolidam a educação bilíngue de surdos, com foco no município de Lavras, Minas Gerais, entre os anos de 2002 e 2025. A metodologia adotada é de natureza qualitativa, com abordagem documental e bibliográfica, associada a um estudo de caso em escolas públicas. Foram examinados marcos legais, como a Lei nº 10.436/2002, o Decreto nº 5.626/2005, a Lei Brasileira de Inclusão (2015) e a Lei nº 14.191/2021, além de documentos oficiais e dados locais sobre a presença de estudantes surdos. Os principais resultados indicam avanços normativos significativos na garantia dos direitos linguísticos e educacionais da comunidade surda, porém revelam desafios na efetivação das políticas em nível municipal, como a escassez de professores bilíngues e intérpretes de Libras, bem como a falta de materiais didáticos acessíveis. A conclusão aponta para a necessidade de fortalecer a formação docente e ampliar o apoio institucional às escolas públicas, de modo a assegurar o pleno desenvolvimento da educação bilíngue e a valorização da identidade surda.

Palavras-chave: Educação bilíngue; Surdos; Políticas públicas.

Alfabetização e multiletramentos na era digital: um estudo sobre a integração da Inteligência Artificial generativa em práticas pedagógicas

Patricia Peixoto Carneiro Viegas¹, Jaciluz Dias Fonseca²

¹Departamento de Educação/Faelch – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem/Faelch – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

patricia.viegas1@estudante.ufla.br, jaciluz.fonseca@ufla.br

Palavras-chave: Inteligência Artificial generativa, Alfabetização e multiletramentos, Formação docente.

A inserção de tecnologias digitais na educação leva a repensar o processo de alfabetização, articulando-o às práticas sociais, os multiletramentos e as novas linguagens (Soares, 2014; Cadzen *et al*, 2021). A Inteligência Artificial generativa (IAg) surge como uma ferramenta para potencializar as práticas pedagógicas, oferecendo experiências personalizadas que podem apoiar o trabalho docente e a aprendizagem dos estudantes (Lévy, 1999; Cardoso e Souza, 2024; Silva e Ferreira, 2024). Suscita-se debates sobre seus efeitos, desafios éticos e a necessidade de uma formação docente crítica e reflexiva (Freire, 1997; Nóvoa, 1992; Tardif, 2014). Busca-se responder: quais são os efeitos do uso de recursos de IAg no desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita de alunos em processo de alfabetização? E como os professores adotam e ressignificam esses recursos em suas práticas pedagógicas? Como objetivos, investigar os efeitos da utilização de ferramentas de IAg no desenvolvimento de práticas de leitura e escrita de alunos em processo de alfabetização; compreender como esses recursos são adotados por professores da Educação Básica; analisar as percepções e formas de uso da IAg por professores; identificar os efeitos do uso dessas tecnologias nas competências leitoras, escriturais e socioemocionais dos estudantes; e desenvolver propostas pedagógicas inovadoras mediadas por IAg, com foco na formação docente. Adota-se uma abordagem qualitativa, de caráter descritivo e interpretativo, inspirada na pesquisa-ação (Tripp, 2005). A coleta de dados será realizada em escolas públicas, por meio de grupos focais com professores, entrevistas semiestruturadas com docentes e estudantes. A partir da análise de conteúdo (Bardin, 2016), espera-se produzir evidências sobre a eficácia e as limitações do uso de IAg no ensino, além de promover uma reflexão crítica sobre o papel da tecnologia na formação de leitores e escritores na era digital. A pesquisa sobre o uso da IAg nas práticas de alfabetização e letramento se alinha diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 4 e 10) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), contribuindo para metas globais de progresso social e educacional da Educação de Qualidade e Redução das Desigualdades. Prevê, ainda, como produto educacional, o desenvolvimento de um guia digital interativo e/ou um aplicativo educacional voltado à alfabetização e ao letramento.

CONSCIÊNCIA FONOLÓGICA NO 1º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: PERCEPÇÕES DOCENTES E AVANÇOS NA ESCRITA INFANTIL

Josiane Valéria Pereira Berg¹, Mauriceia Silva de Paula Vieira²

¹ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Educação (PPGE/FAELCH/UFLA), –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG
– Brasil

² Professora do Departamento de Linguagem (DEL/UFLA – Universidade Federal de
Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

¹ josiane.berg@estudante.ufla.br, ² mauriceia@ufla.br

Palavras-chave: Alfabetização, Consciência fonológica, Escrita alfabética.

Para tornar-se alfabetizado é necessário compreender o sistema de leitura e escrita, que, no caso do Português, corresponde ao sistema de escrita alfabético. A consciência fonológica — capacidade de refletir sobre os sons da fala — auxilia na compreensão da relação fonema-grafema, uma das habilidades fundamentais ao processo de alfabetização. Com base nisso, esta pesquisa propõe a seguinte questão: de que maneira a consciência fonológica é desenvolvida e explorada nas práticas pedagógicas de professoras do 1º ano do Ensino Fundamental, no contexto da alfabetização? O objetivo principal é investigar a percepção das professoras sobre a consciência fonológica e as formas como essa habilidade é desenvolvida em sala de aula. Especificamente, busca-se: (i) investigar a percepção das docentes sobre a consciência fonológica; (ii) mapear estratégias e recursos pedagógicos utilizados pelas professoras para o desenvolvimento dessa habilidade; (iii) analisar evidências do progresso dos alunos na aquisição da escrita alfabética; e (iv) construir um produto educacional — um e-book formativo com atividades voltadas à consciência fonológica. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa exploratória de abordagem quanti-qualitativa, desenvolvida com quatro professoras e trinta alunos do 1º ano do Ensino Fundamental. As entrevistas com as docentes foram utilizadas para compreender suas percepções sobre a consciência fonológica; as observações de aula permitiram identificar as estratégias e recursos empregados no cotidiano pedagógico; e a atividade diagnóstica com os alunos possibilitou analisar o progresso na apropriação do sistema de escrita alfabético. A análise dos dados buscou articular esses três instrumentos, de modo a evidenciar desafios e potencialidades das práticas docentes voltadas ao desenvolvimento da consciência fonológica, contribuindo, assim, para o aprimoramento das práticas de alfabetização. O referencial teórico baseou-se em estudos de Moraes (2012, 2019), Rigatti-Scherer (2020) e Soares (2004, 2016, 2020).

Agradecimentos

Agradecemos à SEE/MG pela oportunidade de cursar o mestrado através do projeto trilhas do futuro educadores.

Estratégias metodológicas para o trabalho com videoanimações em sala de aula

Maria Conceição Pimenta Cândido¹, Helena Maria Ferreira², Larissa Alvarenga de Souza Honorato³, Queren-Hapuque Rondon⁴

¹Programa de Pós-graduação em Educação/PPGE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas, Educação e Letras/FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Programa de Pós-graduação em Letras/ PPG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

⁴ Departamento de Educação/ DED – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

maria.candido3@estudante.ufla.br, helenaferreira@ufla.br,
larissa.honorato1@estudante.ufla.br, queren.rondon@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Multiletramentos, estratégias de leitura, videoanimações, sequência didática.

Esta proposta apresenta os resultados parciais da pesquisa desenvolvida no âmbito do Curso de Mestrado de Pós-graduação em Educação. Considerando a natureza multissemiótica dos textos em expansão na sociedade atual, e o trabalho dos professores com esses textos no contexto escolar, o presente trabalho tem por objetivo analisar os resultados de um projeto de intervenção que envolveu a proposição de uma atividade didática constituída por protocolos de leitura da videoanimação Ian, abrangendo as dimensões linguísticas, semióticas e discursivas. O referido projeto de intervenção foi desenvolvido em duas turmas de 8º e 9º anos, em uma escola pública estadual (MG). Para a discussão teórica, foi feito um estudo bibliográfico, que contemplou uma sistematização sobre os protocolos de leitura (Costa; Ferreira, 2024) e sobre os modos de organização e de funcionamento do gênero videoanimação (Ferreira; Villarta-Neder, 2019). Para a análise, foram consideradas as respostas dadas pelos discentes aos enunciados que constituíram o protocolo de leitura aplicado. Os resultados parciais constatarem a importância da mediação pedagógica para a ampliação de habilidades relacionadas aos multiletramentos e suas dimensões linguísticas, semióticas e discursivas. Desse modo, a análise das respostas produzidas pelos alunos se constituiu como um diagnóstico sobre o percurso interpretativo seja na dimensão individual, seja na dimensão coletiva de cada grupo de alunos. Além disso, a análise também pode contribuir para a formação de professores, uma vez que o projeto de intervenção sinalizou que a sistematização de atividades pode possibilitar um acompanhamento dos diferentes momentos da ação leitora, o que permite perceber habilidades consolidadas e dificuldades ainda apresentadas pelos alunos.

ELABORAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS DE LÍNGUA PORTUGUESA : O CONTEXTO PÓS-PANDÊMICO E A NECESSIDADE DE LETRAMENTO DIGITAL

Amanda Gazola Tartuci¹ , Jaciluz Dias Fonseca²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) - Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem (DEL/Faelch) e Programa de Pós-Graduação
em Educação (PPGE) - Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil
amanda.tartuci@estudante.ufla.br, jaciluz.fonseca@ufla.br

Palavras-chave: material didático; letramento digital; ensino híbrido.

Esta pesquisa investiga a elaboração de atividades e enunciados de Língua Portuguesa em materiais didáticos digitais e/ou híbridos, no contexto pós-pandêmico, considerando a necessidade urgente de letramento digital. A pandemia de Covid-19, ao impor o ensino remoto, evidenciou desigualdades de acesso, fragilidades na inclusão digital e lacunas na adaptação dos materiais ao suporte digital, como ocorreu nos cadernos de Plano de Estudo Tutorado (PET) do Regime Especial de Atividades Não Presenciais (REANP) e, posteriormente, nos cadernos do Material de Apoio Pedagógico para Aprendizagens (Mapa), elaborados pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. Considerando tal contexto, o objetivo geral desta pesquisa é propor ferramentas que auxiliem os docentes na formulação de enunciados mais claros, inclusivos e adequados aos diferentes suportes, alinhados à Base Nacional Comum Curricular - BNCC (Brasil, 2018) e às demandas do ensino remoto e híbrido. Para isso, a pesquisa se fundamenta em referenciais teóricos como os de Lino de Araújo (2017), Marcuschi (2006), Coscarelli (2011, 2014, 2020), Ribeiro (2011, 2012, 2014, 2020) e Rojo (2007, 2020), considerando a taxonomia de Bloom (1956) e o roteiro adaptado de Moretto (2008) como parâmetros de análise. A metodologia compreende uma análise documental dos materiais didáticos PET e MAPA, com foco na formulação de enunciados, discutindo suas concepções de linguagem e ensino, bem como suas implicações para o letramento e a inclusão digitais. Pretende-se, assim, identificar estratégias, padrões e fragilidades, de modo a evidenciar os impactos dessas escolhas na acessibilidade e mobilização cognitiva dos estudantes. Os resultados esperados incluem a sistematização de subsídios teórico-metodológicos que permitam aos professores repensar sua prática diante dos novos suportes e demandas digitais, o que será reunido em um produto educacional. Este constituirá um guia formativo com sugestões e exemplos para a construção de enunciados de atividades de Língua Portuguesa em materiais digitais e híbridos, buscando apoiar a formação continuada de docentes e ampliar a efetividade do processo de ensino-aprendizagem.

Pedagogia da Imagem e Ensino de História: Perspectivas para a utilização do Cinema na Educação Básica

Isaias de Faria¹, Carlos Betlinski²

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Educação / PPGE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação / PPGE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{autor1:isaias.faria@estudante.ufla.br,
autor2:carlosbetlinski@ufla.br}

Esta pesquisa busca investigar o potencial do cinema como ferramenta didática no ensino de História, considerando sua capacidade de estimular o senso crítico e promover uma formação intelectual ativa e reflexiva nos estudantes da educação básica. O objetivo é desenvolver estratégias didático-pedagógicas que possibilitem ao aluno uma compreensão mais ampla e crítica dos contextos históricos representados nos filmes, com base na Pedagogia da Imagem. A pesquisa propõe o uso do cinema não apenas como recurso ilustrativo, mas como instrumento de problematização e construção crítica do conhecimento histórico. Busca-se fomentar no aluno a análise crítica das representações históricas nas obras cinematográficas e reduzir seu uso como mera ilustração ou entretenimento desvinculado do processo educativo. A relevância do estudo reside na busca por métodos que transformem o cinema em objeto de debate e reflexão crítica sobre os processos históricos. Enquanto linguagem artística e cultural, o cinema constitui uma poderosa ferramenta de mediação da análise e interpretação histórica, oferecendo representações que instigam a reflexão crítica. Como suporte teórico, utilizaremos os autores: Walter Benjamin, Vilém Flusser, Georges Didi-Huberman, Jacques Rancière entre outros. A abordagem metodológica adotada é qualitativa, fundamentada em pesquisa bibliográfica. Espera-se que este estudo possa oferecer subsídios teóricos e práticos para aprimorar as práticas pedagógicas envolvendo filmes, consolidando o cinema como mediador do conhecimento histórico e promotor de análises aprofundadas com o auxílio da Pedagogia da Imagem.

Palavras-Chave: 1. Pedagogia 2. Cinema 3. História 4. Educação 5. Ensino

O tratamento dado à leitura de textos digitais nos cadernos MAPA voltados ao Ensino Médio Em Tempo Integral em Minas Gerais

Raquel Candida Torres Silva¹, Maria Helena Ferreira²,

¹Programa de Pós-Graduação em Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Estudos da Linguagem – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Raquel.silva12@ufla.br, helenaferreira@ufla.br

Palavras-chave: Ensino Médio em Tempo Integral; leitura; multimodalidade;

Considerando a necessidade de ampliação da efetividade das propostas de ensino relacionadas ao contexto do Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI), o presente trabalho tem como objetivo principal analisar materiais didáticos relacionados às práticas de leitura de textos multissemióticos nesse contexto de ensino. Para a organização da proposta, foram realizadas uma pesquisa bibliográfica e uma documental. A pesquisa bibliográfica é constituída por discussão acerca das concepções de leitura, dos multiletramentos e das especificidades da leitura em contextos digitais. A documental é constituída por uma análise do planejamento proposto pelos Cadernos MAPA - Material de Apoio Pedagógico para Aprendizagens (2024), desenvolvidos pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, direcionados aos alunos do Ensino Médio, da rede pública. Para tal, foram selecionadas 3 (três) edições, sendo analisadas as seções destinadas ao ensino de língua portuguesa. Na parte documental, é proposta uma análise do tratamento dado ao gênero meme pelas SD destinadas ao EMTI. Por meio da pesquisa empreendida, foi possível constatar que os Cadernos Mapa apresentam um alinhamento aos pressupostos dos multiletramentos e da multimodalidade, uma vez que as competências, objetos de conhecimento e habilidades são articulados às dimensões da diversidade cultural e da multiplicidade semiótica. No entanto, as atividades propostas carecem de uma exploração mais aprofundada dessas dimensões. Desse modo, a pesquisa realizada pode contribuir para a construção de um referencial teórico sobre o trabalho com a leitura de textos multissemióticos em sala de aula.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e SEE/MG.

Produtos educacionais e suas contribuições para a formação docente: a videoanimação como recurso para o desenvolvimento da leitura crítica em cursos de Publicidade e Propaganda

Giovanna Martins Bonilha Lima 1¹, Jaciluz Dias Fonseca 2²

¹Departamento de Educação/DED – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Educação/DED – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

giovanna.lima2@estudante.ufla.br, jaciluz.fonseca@ufla.br

Palavras-chave: produto educacional; formação docente; videoanimação; multiletramentos; Publicidade e Propaganda.

A formação docente contemporânea exige competências voltadas ao trabalho com linguagens multimodais, especialmente em cursos como os de Publicidade e Propaganda, cujos estudantes são constantemente expostos a textos digitais e multissemióticos. Vale lembrar que muitos professores desses cursos são oriundos de bacharelados e não possuem formação pedagógica específica, o que torna a formação continuada ainda mais relevante. Nesse cenário, os produtos educacionais (PE) emergem como instrumentos estratégicos, articulando teoria e prática e contribuindo para a construção de práticas inovadoras. Segundo o MEPE (2018), os PE devem ser concebidos a partir de problemas reais e contemplar diagnóstico, fundamentação teórica, planejamento, validação e socialização. Esses materiais, então, diferenciam-se de simples recursos didáticos, pois buscam promover reflexão e construção de novos conhecimentos. A Capes (Brasil, 2017) também os define como artefatos pedagógicos validados em campo, destacando seu caráter investigativo e interventivo. Autores como Costa (2018) e Luz (2020) ressaltam que os PE aproximam a academia da prática escolar, convidando o professor-pesquisador a assumir uma postura ativa de produtor de soluções, com rigor metodológico e constante avaliação. Nesse sentido, a validação prática é apontada por Kaplan e Saccuzzo (2005) como etapa essencial, uma vez que o teste em contextos reais oferece maior fidedignidade e permite ajustes fundamentados. Já Gonçalves e Gonzaga (2025) reforçam esse caráter cíclico de aplicação, avaliação e aprimoramento, destacando a importância de um processo contínuo que fortaleça a formação docente e a eficácia pedagógica. Pensando nisso, tem-se, como objetivo, nesta pesquisa desenvolver, no âmbito de um mestrado profissional, um curso formativo como produto educacional, voltado a formar professores de Publicidade e Propaganda para o uso pedagógico de videoanimações. Esse gênero, conforme argumenta Dias (2022), reúne aspectos linguísticos, cognitivos e históricos que ampliam as possibilidades de ensino e aprendizagem sob a perspectiva dos multiletramentos. Tendo como *corpus* as videoanimações *Brilhante e 20 e poucos anos*, os docentes poderão estimular reflexões sobre identidade, sociedade e criatividade, ampliando os repertórios interpretativos dos estudantes e favorecendo práticas mais críticas e interativas. Ainda

no que se refere à formação docente, Ferreira e Almeida (2018) ressaltam que ela deve contemplar experiências com a linguagem da animação, pois ela possibilita leituras mais aprofundadas e críticas. Dessa forma, o curso desenvolvido não apenas responde às demandas de Publicidade e Propaganda, mas também ilustra o potencial da videoanimação como recurso pedagógico.

Aço nas almas: Uma reflexão sobre a formação inicial de professores para a Educação de Jovens e Adultos – EJA no Vale do Aço e no Vale do Rio Doce

Genuina Teixeira dos Reis, Eliasaf Rodrigues de Assis

¹Discente do Programa de Pós-graduação em Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Educação/DED – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

genuina.reis@estudante.ufla.br, eliasaf.assis@ufla.br

Palavras-chave: Formação inicial; licenciaturas; Minas Gerais; podcast.

O presente estudo apresenta os resultados parciais da pesquisa de Mestrado Profissional em Educação e elege como objeto de estudo a Educação de Jovens e Adultos – EJA, tendo em vista a necessidade de repensar as formações docentes iniciais para o trabalho com essa modalidade de ensino e seus impactos no contexto escolar presentes na contemporaneidade. Assim, o problema de pesquisa que permeia este estudo parte da seguinte questão: como as licenciaturas no Vale do Aço e no Vale do Rio Doce preparam futuros docentes para atuarem na Educação de Jovens e Adultos - EJA? Neste contexto, o objetivo geral que norteia a proposição consiste em: Investigar a estrutura curricular das graduações em licenciatura e como objetivos específicos: a) Investigar como os cursos de licenciatura preparam os docentes em formação para atuarem na Educação de Jovens e Adultos – EJA, a partir das matrizes curriculares como documentos; b) Produzir uma temporada de podcast relatando as experiências e memórias formativas de estudantes egressos da EJA como produto educacional. Essa proposta é balizada na concepção de educação que incentiva a autonomia e a liberdade, formulações que conferem o arcabouço teórico de Paulo Freire. Além disso, considera-se a articulação com artigos relacionados à temática para o embasamento bibliográfico. Como base teórica, a pesquisa pauta-se nos pressupostos das obras de Paulo Freire ([1968]2023, [1997]2023), Haddad (2019), entre outros. No que tange à pesquisa documental, serão analisadas as matrizes curriculares das licenciaturas, dados do MEC/e-MEC, documentos legisladores da EJA, documentos oficiais brasileiros como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Plano Nacional da Educação - PNE (2014-2024). Espera-se que a presente pesquisa traga contribuições para a formação docente, uma vez que, delimitada por um referencial teórico, seja por meio da teorização desenvolvida, seja por meio da análise dos dados obtidos na pesquisa documental, partindo do pressuposto da necessidade de formação inicial dos professores e da escuta dos estudantes egressos da EJA que de acordo com Paulo Freire([1968]2023, [1997]2023), podem compartilhar com protagonismo e autonomia suas impressões reais sobre a formação na EJA para a construção de um podcast como produto educacional.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Secretaria de Estado de Educação – MG - Projeto Trilhas do Futuro – Educadores.

Patrimônio cultural e educação: uma abordagem nos contextos sociocomunitário e escolar

¹Adriana das Graças de Araújo Lisboa

²Dr. Paulo Henrique Arcas

¹Discente do Programa de Pós-graduação em Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino (DPE) –
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

adriana.lisboa@estudante.ufla.br, paulo.arcas@ufla.br

Palavras-chave: Educação Patrimonial anti-hegemônica, Pesquisa Participante, Círculos de cultura, Formação docente UFLA.

O presente trabalho apresenta os resultados parciais da pesquisa desenvolvida no âmbito do Curso de Mestrado Profissional em Educação - UFLA. Partindo do pressuposto de que as concepções sobre patrimônio cultural e educação patrimonial têm se expandido no sentido de incluir as memórias e a participação de grupos populares e marginalizados, o presente trabalho se alinha a essa perspectiva contemporânea e investiga a valorização do patrimônio local em Betim/MG, tomando como objeto de estudo dois bens culturais localizados na zona rural periférica da cidade: o Núcleo do Assentamento Dois de Julho e a Folia de Reis de Santo Afonso. O cerne da investigação reside no desafio de problematizar criticamente os saberes vernáculos das comunidades estudadas acerca do seu Patrimônio, traduzindo-os em propostas pedagógicas emancipatórias. Assim, o problema de pesquisa almejado é: Como articular os processos de transmissão sociocomunitários com práticas emancipadoras de Educação Patrimonial no contexto escolar? O objetivo central da pesquisa é analisar os processos de transmissão cultural nos contextos sociocomunitários do Núcleo Histórico do Assentamento Dois de Julho e da Folia de Reis de Santo Afonso, visando à construção coletiva de uma proposta pedagógica participativa para valorização do patrimônio material e imaterial local nos contextos comunitário e escolar. O estudo utiliza metodologias participativas baseadas em Paulo Freire e Carlos Rodrigues Brandão, incluindo como instrumentos de coleta de dados a observação participante, pesquisa participante, questionários estruturados e Círculos Populares de Cultura. Esta pesquisa fundamenta-se, teoricamente, em aportes teóricos de perspectivas decoloniais acerca do patrimônio e da educação patrimonial tais como: Choay 2006, Florêncio 2011, Scifoni (2017), Smith (2006) Tolentino (2018) e Thompson (2015). Espera-se que os resultados subsidiem uma pedagogia do patrimônio dialógica e anti-hegemônica. Essa abordagem busca superar a dicotomia entre saberes escolares e sócio-comunitários, propondo estratégias de reconhecimento e valorização do patrimônio material e imaterial e, sobretudo a integração entre patrimônio local e contexto escolar.

Agradecimentos: Os autores agradecem à Secretaria de Estado de Educação – MG – Projeto Trilhas de Futuro Educadores - 2ª edição.

Autoavaliação Institucional: fatores que associam o processo de orientação com o adoecimento mental de pós-graduandos (*strictu sensu*) de uma universidade federal de Minas Gerais

Daniella Gualberto Neves¹, Regilson Maciel Borges²

¹²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino – Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

neves.daniellag@gmail.com, regilson.borges@ufla.br

Palavras-chave: Autoavaliação Institucional, Ensino Superior, Saúde Mental.

A autoavaliação institucional é entendida como um processo em que a própria instituição assume o protagonismo sobre seus processos de avaliação que busca evidenciar seus pontos fortes e fracos, com possibilidade de elaborar ações de melhoria. Na pós-graduação, a CAPES implantou, em 2018, a autoavaliação como instrumento de fortalecimento da identidade e da qualidade dos programas. Este estudo parte do pressuposto de que a relação entre orientador e orientando é um elemento central no percurso acadêmico e pode influenciar de forma significativa o bem-estar psicológico dos discentes, já que trabalhos recentes evidenciam a ascensão de casos de adoecimento psíquico desses alunos, tendo causas multifatoriais que vão desde as exigências intensas dessa formação até a relação orientador-orientando conturbada. Desta forma, sendo a autoavaliação na pós-graduação uma estratégia para melhoria da excelência desse nível de educação com potencial de contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas e ajustes nesses programas, essa pesquisa tem como problema o seguinte questionamento: baseando-se na autoavaliação de discentes de pós-graduação *strictu sensu*, quais são os fatores que associam o adoecimento mental desses acadêmicos com o papel do orientador e a relação orientador-orientando? A partir da questão norteadora, explicitada acima, tem-se como objetivo geral: investigar, sob a perspectiva de pós-graduandos, se a relação com o orientador e o processo de orientação não efetivo pode agravar e/ou contribuir com o adoecimento mental. Acerca dos objetivos específicos, esses são: compreender o papel do orientador sob a ótica de pós-graduandos e o impacto do processo de orientação no percurso formativo; analisar quais aspectos, no que se refere à conduta do orientador, podem afetar a saúde mental desses discentes; explorar o conhecimento desses sujeitos sobre a autoavaliação e sua importância para a construção de uma educação democrática. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que será desenvolvida com doutorandos de uma Universidade Federal. A coleta de dados ocorrerá por meio de questionários *online*, contemplando informações de perfil, conhecimento sobre autoavaliação e relação orientador-orientando. Os dados serão analisados pela técnica de Análise de Conteúdo de Laurence Bardin, com auxílio do software IIRaMuTeQ. Espera-se que os resultados subsidiem políticas institucionais para promoção da saúde mental, incentivem práticas de orientação mais saudáveis, apoiem ajustes nos programas de pós-graduação e fortaleçam a autoavaliação como ferramenta de reflexão crítica e melhoria contínua.

Necessidades Formativas de Professores de Língua Portuguesa

Dayana Aparecida Lourenço Silva Sales¹, Francine de Paulo Martins Lima²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/DPE –

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

dayana.sales@estudante.ufla.br, francine.lima@ufla.br

Palavras-chave: Necessidades formativas, Professores de Língua Portuguesa, Casos de ensino.

A trajetória profissional de professores é marcada por uma variedade de experiências que, ao mesmo tempo em que promovem o desenvolvimento profissional, os fazem superar desafios e obstáculos, exigindo a recuperação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos durante a formação inicial e continuada. Diante da complexidade do contexto educacional contemporâneo, que demanda novos saberes, este estudo investigou as necessidades formativas de professores de Língua Portuguesa de uma escola estadual localizada na região da Zona da Mata Mineira. O objetivo geral foi identificar os desafios enfrentados pelos docentes no exercício de sua profissão e compreender como esses desafios impactam o desenvolvimento de suas práticas pedagógicas; além disso, buscou-se analisar as necessidades formativas apresentadas pelos professores com vistas a aprimorar a ação docente. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e descritivo. Foram utilizados um questionário e entrevistas semiestruturadas como instrumentos de coleta de dados, envolvendo oito docentes de Língua Portuguesa que atuam nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Os dados coletados foram analisados por meio da Análise de Prosa, que permitiu desvelar significados implícitos e explícitos nas narrativas dos professores. Os principais resultados revelaram seis categorias centrais de necessidades formativas: a lacuna entre a teoria e a prática na formação inicial; os desafios no ensino contemporâneo (metodologias ativas, multiletramentos e TDICs); as tensões entre a busca formativa e as pressões burocráticas na avaliação; as condições de trabalho (sobrecarga e isolamento docente); a necessidade de reflexão e pesquisa (o professor como intelectual crítico); e os desafios do letramento digital (navegação na era da desinformação com pensamento crítico). Com o propósito de superar esses desafios, a pesquisa culminou na proposição de Casos de Ensino, que são ferramentas formativas destinadas a promover debates e aprofundamentos sobre as questões emergentes do contexto de trabalho e das práticas cotidianas dos docentes. Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para o fortalecimento das discussões sobre as necessidades formativas e as possibilidades de qualificação da prática pedagógica, com o objetivo de beneficiar as aprendizagens dos estudantes.

Análise das características de um bom caso: O Enigma da Beleza Fatal

Paulo César Morais¹, Marianna Meirelles Junqueira², Paulo Ricardo da Silva²

¹Escola Estadual Senhora de Fátima

Caixa Postal 35560-000 - Santo Antônio do Monte, MG - Brasil

²Instituto de Ciências Naturais - Departamento de Química – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

paulo.morais1@estudante.ufla.br, marianna.junqueira@ufla.br,
pauloricardo.silva@ufla.br

Palavras-chave: Estudo de Caso, Ensino de Química, Química Orgânica.

O presente trabalho analisa o caso intitulado “*O Enigma da Beleza Fatal*” à luz dos critérios propostos por Herreid (1998) para a elaboração de um “bom caso”, considerando a metodologia de ensino Estudo de Caso. O enredo apresenta uma narrativa envolvente sobre a morte de uma jovem cliente em um salão de beleza, decorrente de procedimentos estéticos que suscitam questionamentos acerca da segurança dos produtos químicos utilizados e do impacto ambiental do descarte inadequado de resíduos. A análise evidenciou que o caso contempla diversas características fundamentais: apresenta uma história estruturada, com início, desenvolvimento e desfecho em aberto, possibilitando a discussão e a tomada de decisão por parte dos estudantes. O foco em uma questão central — a causa da morte e a responsabilidade do salão — confere dramaticidade e relevância. Ademais, aborda temas atuais, relacionados à saúde e à sustentabilidade ambiental, reforçando sua pertinência social e pedagógica. Outros aspectos positivos incluem a utilidade para o ensino de química, toxicologia, ética profissional e análise das substâncias envolvidas, bem como a promoção de conflitos e dilemas que favorecem o debate crítico em sala de aula. Por outro lado, algumas características aparecem de forma parcial: a empatia com os personagens poderia ser ampliada por meio de maior detalhamento de seus contextos pessoais, e a ausência de citações diretas reduz o realismo e a autenticidade da narrativa. Sugere-se, portanto, a inclusão de falas de familiares, profissionais ou da proprietária do salão, o que pode aproximar ainda mais os estudantes da situação apresentada. Conclui-se que o caso “*O Enigma da Beleza Fatal*” contempla a maior parte das características de um “bom caso”, configurando-se como um recurso pedagógico pertinente e instigante. Como estratégia complementar, destaca-se que foi feita uma adaptação do enredo para podcast, que pode ser apresentado inicialmente em sala de aula, seguido da discussão e da exploração da versão escrita, ampliando as possibilidades de engajamento e análise crítica.

Agradecimentos

Ao Programa Trilhas do Futuro – SEE-MG em parceria com o PPGECEM/UFLA.

Políticas Públicas e Legislações na Educação Bilíngue de Surdos: Um Estudo de Caso em Lavras, MG

Autores: Tales Douglas Moreira Nogueira¹; Giovanna Rodrigues Cabral²

¹Departamento de Educação (DED) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino (DPE) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

E-mails: tales.nogueira@ufla.br; giovanna.cabral@ufla.br

Resumo

A educação bilíngue de surdos no Brasil resulta de décadas de lutas sociais e avanços legais que reconhecem a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como meio legítimo de comunicação e instrução. Este estudo tem como objetivo analisar as políticas públicas e legislações que consolidam a educação bilíngue de surdos, com foco no município de Lavras, Minas Gerais, entre os anos de 2002 e 2025. A metodologia adotada é de natureza qualitativa, com abordagem documental e bibliográfica, associada a um estudo de caso em escolas públicas. Foram examinados marcos legais, como a Lei nº 10.436/2002, o Decreto nº 5.626/2005, a Lei Brasileira de Inclusão (2015) e a Lei nº 14.191/2021, além de documentos oficiais e dados locais sobre a presença de estudantes surdos. Os principais resultados indicam avanços normativos significativos na garantia dos direitos linguísticos e educacionais da comunidade surda, porém revelam desafios na efetivação das políticas em nível municipal, como a escassez de professores bilíngues e intérpretes de Libras, bem como a falta de materiais didáticos acessíveis. A conclusão aponta para a necessidade de fortalecer a formação docente e ampliar o apoio institucional às escolas públicas, de modo a assegurar o pleno desenvolvimento da educação bilíngue e a valorização da identidade surda.

Palavras-chave: Educação bilíngue; Surdos; Políticas públicas.

Coordenação Pedagógica na Perspectiva da Educação Infantil em um Município do Sul de Minas: Formação de Formadores na Escola

Geysiane Mesquita¹, Bethânia Bittencourt²

¹Mestrado Profissional em Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino-DPE –

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

geysiane.mesquita@ufla.br , bethaniabittencourt@ufla.br

Palavras-chave: Coordenação pedagógica, educação infantil, formação continuada.

Escola e professor possuem uma relação essencial para a aprendizagem e evolução dos alunos. O professor atua como mediador do conhecimento e a escola fornece a estrutura para que essa ação aconteça. É na escola que os professores se deparam com desafios diários, com as necessidades específicas daquele local, sendo indispensável que estes recebam apoio e formação que contribuirão para a prática da docência. A formação continuada, a capacitação e atualização dos professores são essenciais para a resolução dos problemas enfrentados. Dentro do contexto escolar, a coordenação pedagógica assume um papel de destaque, sendo um agente articulador dos processos formativos, uma liderança pedagógica que estimula a reflexão conjunta e que implementa melhorias para a educação. Sua função desempenhada com efetividade, proporciona uma boa condução dos relacionamentos internos e externos da instituição, envolvendo toda equipe gestora, professores, alunos e familiares. Uma saudável cooperação entre professores e coordenadores acontece onde ambos agem observando, discutindo e planejando novas ações diante dos obstáculos, levando o grupo a reflexão individual e coletiva a fim de atingir os objetivos desejados para a escola. Neste propósito, este estudo irá analisar a percepção dos coordenadores pedagógicos da educação infantil da rede municipal de educação de Lavras-MG, em relação à formação de professores centrada na escola para a ressignificação de sua própria prática, na perspectiva da ação-reflexão, frente às diretrizes educacionais. A pesquisa será de abordagem qualitativa, explorando as experiências, as motivações e os comportamentos dos coordenadores pedagógicos. Para obtenção de dados, será formulado um questionário composto por blocos temáticos, investigando as atuações profissionais dos coordenadores no ambiente escolar, mantendo sempre a identidade deste profissional preservada. O uso desta ferramenta possibilitará uma coleta de dados de forma padronizada e eficiente. A pesquisa buscará gerar conhecimentos que sejam relevantes para a formação dos professores na educação infantil. Após os produtos coletados, será realizada a análise e discussão, elaborando um Caderno Didático do Plano de Ação (CDPA) como apoio para as escolas, para complementar o material didático do coordenador, contendo ações formativas para auxiliar nas práticas educacionais diante das necessidades educativas da instituição e da educação em geral.

TEMA: A EDUCAÇÃO BÁSICA EM CUBA PÓS-REVOLUÇÃO DE 1959**Frederico Ozanan de Assunção Praxedes¹, Vanderlei Barbosa²**

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação na Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil
frederico.praxedes@estudante.ufla.br

²Professor orientador do Programa de Pós-Graduação em Educação na Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil
vanderleibarbosa@ufla.br

Palavras-chave: Sistema educacional cubano. Revolução Cubana. Educação Socialista. Formação de Professores.

O presente estudo aborda os antecedentes históricos da Revolução Cubana de 1959 e a sua importância no contexto latino-americano e mundial. Não foi apenas a mudança de um regime para outro, mas uma alteração decisiva na vida dos cubanos, reverberando em boa parte do cenário mundial. A revolução ocorre em pleno período de Guerra Fria e a instauração de uma república socialista tão próxima ao maior ícone capitalista no mundo. A questão problema que norteará essa pesquisa é como a educação básica em Cuba pode contribuir com a educação básica brasileira? Para responder a essa questão estabelecemos como objetivo geral entender a organização da educação cubana. Como desdobramentos da investigação apresentamos os seguintes objetivos específicos: a) fazer o levantamento das produções acadêmicas sobre a educação básica em Cuba pós-revolução de 1959; b) divulgar produto educacional emergido desta pesquisa, oportunizando alternativas metodológicas para as práticas docentes. Como referencial teórico, para lastrear essa pesquisa, tomaremos como base os seguintes autores: Eric Nepomuceno, com a obra: *Cuba: novas anotações sobre uma Revolução*; Emir Sader, com a obra: *A Revolução Cubana*; Florestan Fernandes, com a obra: *Da Guerrilha ao Socialismo: A Revolução Cubana*; e Frei Betto, em cotejamento com outras pesquisas acadêmicas sobre a temática. Metodologicamente, o estudo parte da abordagem qualitativa, valendo-se de uma revisão bibliográfica, por meio de análise de artigos, livros e documentos que abordem o sistema educacional básico em Cuba pós-revolução de 1959. A partir da pesquisa realizada, constatamos que após a Revolução, o sistema educacional foi tratado como prioridade. A justificativa para se trabalhar com o tema é a necessidade de compreender, historicamente, o significado da Revolução Cubana e seus desdobramentos com relação a adoção de políticas consideradas mais efetivas para a população em geral, como assegurar acesso às necessidades básicas como a saúde, segurança e educação. A relevância da pesquisa se dá pelo fato de Cuba ostentar um dos sistemas educacionais mais eficientes da América-Latina.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Financiamento Educacional e seu entendimento em contexto municipal: aspectos relacionados à Educação Especial

Flávio Rivelli Mesquita¹, Letícia Mendonça Lopes Ribeiro²

¹ Mestrado Profissional em Educação (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/DPE –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

flaviorivelli@gmail.com, leticia.mendonca@ufla.br

Palavras-chave: Educação Especial, Financiamento Educacional, Fundeb.

A compreensão do financiamento, pelos educadores da Educação Básica, é fundamental para reconhecer a importância das discussões sobre o acesso e a permanência dos estudantes, que compõem o Público da Educação Especial (PEE), nas escolas públicas brasileiras. É nesse sentido que o presente ensaio buscou refletir sobre as questões que envolvem os conhecimentos sobre o financiamento da Educação Especial, considerando possíveis desafios e diversas perspectivas para uma pesquisa, de base documental qualitativa, de caráter descritivo, com o intuito de obter indicadores que permitam a inferência de conhecimentos, bem como uma posterior análise temática, com o intuito de identificar, analisar e reportar padrões dentro dos dados coletados, que será realizada em uma cidade na região Sul de Minas Gerais (MG). Logo, a partir deste contexto, é preciso deixar posto que a pesquisa – que se desenvolverá a partir de um estudo de mestrado profissional em Educação – está ainda em fase introdutória e, portanto, em busca de delineamento. Portanto, o presente texto apresenta como questões de estudo basilares, três perguntas: qual é o conceito de Educação Especial, enquanto modalidade educacional? Qual é o entendimento de financiamento educacional, tendo como base a Constituição Federal (CF) de 1988? Quais publicações brasileiras, já mapeadas, contribuem para o entendimento do financiamento da Educação Especial em nosso país? A partir dessas questões, sinaliza-se que, metodologicamente, o presente texto teve o intuito de se constituir como um ensaio teórico. Logo, buscou-se apresentar contribuições teóricas originais, a partir das delimitações dos autores, bem como seus posicionamentos sobre o tema tratado, como: França, Melo e Almeida (2022) e França e Prieto (2018) que analisaram as ações de financiamento e os desafios na gestão de recursos público para esta modalidade de ensino e as teses de França (2014) e Castro (2020) que analisam o financiamento da Educação Especial nos municípios, respectivamente, Vitória/ES e Campinas/SP. Espera-se que a análise aprofundada desses trabalhos possa oferecer o embasamento teórico e referências metodológicas para nossa pesquisa. Esperamos que os resultados possam oferecer subsídios para a formulação de políticas públicas municipais mais direcionadas aos alunos e profissionais da Educação Especial, oportunizando o entendimento da gestão dos recursos financeiros e de sua transparência.

Quando o tempo desacelera e o espaço fala: o brincar como forma de existir

Patrícia Toneli ¹; Carolina Faria Alvarenga ²

¹Departamento de Educação (DED) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{patricia.toneli1@estudante.ufla.br; carol_alvarenga@ufla.br}

Palavras-chave: Educação Infantil, Brincar, Organização dos espaços, tempos e materiais.

Fundamentada em referenciais da Sociologia e da Pedagogia da Infância que concebem a criança como sujeito histórico, social e de direitos, a pesquisa, em diálogo com os princípios éticos, políticos e estéticos das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil (DCNEI), de 2009, destaca o brincar como eixo do currículo na Educação Infantil e tem por objetivo evidenciar que os modos de organizar o ambiente e as rotinas revelam as concepções de infância, de criança e de currículo. De um lado, quando permeados por controle dos corpos e antecipação dos processos de escolarização, limitam a escuta e o protagonismo das crianças; de outro, quando abertos à experimentação e à participação das crianças, promovem experiências estéticas, expressivas e de autoria.

Ainda em fase inicial, o trabalho apresenta a pesquisa bibliográfica, que será posteriormente adensada com uma pesquisa em uma instituição de Educação Infantil para que, junto à professora da turma, possamos repensar a organização dos espaços, tempos e materiais, considerando as concepções construídas nas DCNEI e, mais recentemente, nos Parâmetros Nacionais de Qualidade e Equidade para a Educação Infantil (PNQEEI), de 2024. Até o momento, é possível apontar caminhos potentes para uma prática docente que reconheça o tempo da infância como tempo de descoberta e o espaço como território de invenção. As possibilidades abertas por essa pesquisa inspiram reflexões sobre o papel das educadoras na criação de ambientes mais sensíveis, flexíveis e acolhedores, em diálogo com o contexto e com as crianças.

Implicações da ética e autonomia na educação: uma abordagem freireana

Victória Cristina Oliveira Carvalho¹

¹Egressa do Programa de Pós-Graduação em Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

victoriacarvalho073@gmail.com¹

Palavras-chave: Ética, autonomia, Paulo Freire.

A presente pesquisa tem como foco questões de ética e autonomia, cujo papel é de relevância no âmbito educacional, levando-se em consideração que a educação é um processo de formação humana. Para tanto, o objetivo é investigar as implicações da ética e da autonomia no contexto da educação sob uma perspectiva freireana. A ética defendida por Freire parte do pressuposto de uma concepção de inacabamento do ser humano numa visão sócio, histórico, cultural. O sujeito ético se forma a partir da problematização do mundo, gerando uma conscientização e, através do diálogo, tecendo uma transformação em si e no entorno, em um projeto de inclusão e mudança. A autonomia que é um componente ético vem apoiar uma prática educacional mais libertadora e transformadora na medida em que a promoção da educação, para o educando, visa a capacitação de realização de seus projetos, fazendo suas próprias escolhas, exercendo o pensar livremente, tornando-o assim um sujeito reflexivo e autônomo. Para isso, formulamos a seguinte questão: qual a implicação da ética e da autonomia no contexto educacional na perspectiva freireana? A metodologia empregada é de uma pesquisa qualitativa, de cunho bibliográfico. As fontes pesquisadas são as obras de Paulo Freire, algumas dissertações e teses e estudiosos do tema. Este estudo faz parte da minha dissertação de mestrado. A dissertação está dividida em três artigos com esta temática, incluso o produto educacional que se desenvolveu com uma oficina, dando um enfoque teórico e prático à pesquisa e deixando esta contribuição, para que os professores da Educação Básica possam trabalhar com essa temática em sala de aula, aprimorando os seus conhecimentos.

JOGOS DIGITAIS NO ENSINO DE GEOGRAFIA: EXPERIÊNCIAS COM O USO DO MINECRAFT NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Lauro Cesar Lombardi Lima¹, Braian Veloso²

¹Escola Estadual Abílio Rodrigues Patto – Governador Valadares, MG – Brasil

²Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/DPE –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

lauro.lima@estudante.ufla.br, braian.veloso@ufla.br

Palavras-chave: Jogos digitais; Minecraft; Geografia; Práticas de ensino.

A incorporação de jogos digitais nas práticas de ensino se apresenta como possibilidade capaz de aproximar o estudante do conteúdo escolar por meio de linguagens familiares ao seu cotidiano. Este trabalho, pois, tem como objetivo relatar a experiência pedagógica do primeiro autor desenvolvida na Escola Estadual Abílio Rodrigues Patto, em Governador Valadares (MG), que utilizou o jogo Minecraft como ferramenta para a prática no ensino de Geografia. A proposta consistiu na criação de um ambiente virtual, no jogo, em que os estudantes, por meio da simulação e da construção de mundos digitais, puderam explorar conteúdos curriculares relacionados a tipos de rochas, climas e biomas. A metodologia adotada baseou-se na abordagem qualitativa e configurou-se como relato de experiência, apoiado no uso do Minecraft como estratégia didática. O projeto foi estruturado em etapas: (i) introdução dos conceitos teóricos em sala de aula; (ii) orientação para a criação de mundos no Minecraft com base nos conteúdos geográficos; (iii) acompanhamento das interações e produções dos estudantes no ambiente digital; e (iv) avaliação dos resultados a partir de observações e registros do processo. Os resultados demonstraram que a utilização do Minecraft possibilitou uma aprendizagem mais significativa e atrativa, sobretudo entre os alunos que apresentavam maior dificuldade de concentração nas atividades escolares tradicionais. O caráter lúdico e colaborativo do jogo contribuiu para o engajamento da turma, promoveu a integração entre os estudantes e favoreceu a compreensão dos conteúdos de Geografia de maneira prática e contextualizada. Além disso, a experiência evidenciou o potencial das tecnologias digitais para fomentar a prática pedagógica, revelando-se uma alternativa viável para o fortalecimento da relação entre ensino e realidade dos estudantes. Conclui-se que os jogos digitais, ao serem aplicados em consonância com os objetivos curriculares, podem se constituir em estratégia eficaz para dinamizar o processo de ensino, valorizando tanto a ludicidade quanto a construção crítica do conhecimento. Trata-se de uma prática que aponta para a necessidade de repensar o papel das tecnologias no espaço escolar, aproximando o ensino formal das linguagens digitais próprias da cultura juvenil.

Percepções de professores acerca do coordenador pedagógico: qual o lugar da formação docente?

Luana Aparecida Soares Rego Dias¹

Francine de Paulo Martins Lima²

¹Mestranda PPGE – UFLA – Lavras, MG – Brasil – luana.dias3@estudante.ufla.br

² Prof.^a Dr.^a Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/DPE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil - francine.lima@ufla.br

Palavras-chave: Coordenador Pedagógico; Formação de Professores; Cotidiano Escolar.

O coordenador pedagógico é um profissional de extrema importância no ambiente escolar, seja por sua função articuladora com o corpo docente, seja por sua função formadora em contexto. No entanto, essas funções primordiais habitualmente são relegadas a segundo plano visto que as demandas disciplinares e burocráticas desviam o foco do trabalho do coordenador pedagógico do que é mais importante. Desse modo, esta pesquisa tem como objetivo investigar as percepções dos professores sobre o papel do coordenador pedagógico atuante em uma escola estadual de um município do Estado de Minas Gerais, esperando, a partir dessas descobertas, refletir acerca do papel do coordenador pedagógico como formador de professores em benefício da qualidade da ação docente em sala de aula e demandas dela provenientes. A referida escola possui três segmentos: Anos Iniciais, Ensino Fundamental II e Ensino Médio. Conta com aproximadamente 1300 discentes e cerca de 103 docentes. Os dados foram construídos por meio de questionário e entrevista e a análise se deu a partir dos fundamentos da análise de prosa. A análise empreendida nesse estudo permitiu identificar percepções significativas acerca do papel do coordenador pedagógico no contexto escolar, especialmente no que se refere à sua função formadora junto ao corpo

docente. A partir dos dados obtidos constata-se a existência de um descompasso entre o que se espera do coordenador pedagógico e o que, de fato, é possível realizar diante das múltiplas demandas atribuídas a esse profissional. Embora reconhecido como figura estratégica no processo de formação continuada e de mediação pedagógica, o coordenador pedagógico enfrenta uma sobrecarga de funções burocráticas e operacionais que inviabilizam, em grande medida, sua atuação enquanto formador em contexto. As vozes docentes revelam, de um lado, a expectativa de que esse profissional possa contribuir de forma efetiva com o aprimoramento das práticas pedagógicas e, de outro, a frustração diante de uma realidade marcada pela ausência de diálogo, pela falta de espaços formativos qualificados e pela fragilidade dos momentos coletivos, como as reuniões de módulo. Dessa forma, os resultados apontam para a urgência de (re)significar a função do coordenador pedagógico no cotidiano escolar, assegurando-lhe condições objetivas de trabalho que favoreçam a realização de sua função formadora. Para isso, torna-se necessário um investimento institucional que contemple tanto a valorização desse profissional quanto a reestruturação de suas atribuições, de modo a garantir tempos e espaços efetivos para a escuta, a troca de experiências e a reflexão coletiva. Como produto educacional, exigido ao final do curso, serão desenvolvidas cartas pedagógicas para auxiliar os coordenadores pedagógicos a refletirem sobre sua prática tendo em vista a responsabilidade de, entre outras ações, promover a formação docente em contexto.

ESCOLA E MUSEU DE CIÊNCIAS: O QUE OS ESTUDANTES PENSAM SOBRE ESTES ESPAÇOS?

Alex Sandro Barros Pereira¹, Paulo Ricardo da Silva²

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras,
MG – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática –
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{alex.pereira6@ufla.br, pauloricardo.silva@ufla.br}

Palavras-chave: Museus de Ciências; Ensino de Ciências; Concepções de Estudantes.

Essa pesquisa está sendo realizada com 213 estudantes do ensino médio de uma escola pública de Belo Horizonte, na qual o autor da pesquisa atua desde 2012 e tem o objetivo de investigar aproximações e distanciamentos entre educação formal e não formal na percepção dos estudantes do ensino médio. Foram coletadas respostas de estudantes por meio de um questionário com 6 questões abertas e para este resumo optou-se por discutir 30 respostas de uma turma de 1º ano do ensino médio, para a pergunta: “Agora, pense na escola e em um Museu de Ciências e enumere as principais características de cada espaço”. A análise das respostas para as características da escola permitiu observar aspectos como: *uso de uniforme, realização de provas, local barulhento, organização em salas, espaço grande, local com regras, professores, local de aprendizado e os laboratórios não são completos*. No que diz respeito às características de um museu de ciências, tivemos as seguintes menções: *espaço de lazer, com monitores, exposições, silêncio, pinturas, forma divertida de aprender, espaço de livre circulação, com mais tecnologias*. Este tipo de respostas sugere que a maioria dos estudantes percebe as principais características dos espaços (formal e não formal), apontando a escola como um local mais normatizado do que o museu; ainda, parece existir uma certa valorização do Museu de Ciências em relação à escola. Dessa maneira, defendemos que a temática merece ser mais discutida com os estudantes, no sentido de promover uma compreensão de que ambos os espaços são importantes e possuem características diferentes, em função da modalidade de educação (formal e não formal) a qual estão vinculadas.

Agradecimentos

Agradecemos ao programa Trilhas do futuro – SEE/MG e ao PPGECEM/UFLA.

A DIMENSÃO AFETIVA E A DOCÊNCIA: INVESTIGANDO CONCEPÇÕES DE DOCENTES EM EXERCÍCIO

Lorena Cristina Teixeira Vieira¹, Paulo Ricardo da Silva²

¹Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação
Matemática – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000
– Lavras, MG – Brazil

²Docente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação
Matemática – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000
– Lavras, MG – Brazil

lorena.vieira@estudante.ufla.br; pauloricardo.silva@ufla.br

Palavras-chave: Afetividade, Prática de Ensino, Formação de Professores.

A docência, para além da transmissão de conteúdos, envolve relações humanas permeadas por emoções, sentimentos e afetos que influenciam diretamente o processo de ensino e aprendizagem. Partindo dessa compreensão, esta pesquisa, de abordagem qualitativa, tem como objetivo investigar as relações entre afetividade e prática docente, considerando as percepções e experiências de professores da Educação Básica. O estudo foi realizado em uma escola pública estadual de Minas Gerais onde também realizou-se um curso de formação continuada sobre afetividade e inteligência emocional na docência. A coleta de dados foi iniciada por meio de um questionário composto por 22 questões abertas e fechadas, aplicado a onze participantes, cujas respostas foram analisadas à luz da Análise de Conteúdo (Bardin, 2011). Neste resumo, discutimos os dados obtidos com a aplicação da pergunta “*O que significa o termo afetividade para você?*”. Os dados revelaram que, embora os docentes não apresentassem uma definição teórica e formal do conceito de afetividade, eles a consideram em suas manifestações cotidianas, associando-a a comportamentos e atitudes como empatia, carinho, cuidado e respeito. Termos como “empatia”, “carinho”, “respeito”, “atenção e paciência” evidenciam uma concepção relacional da afetividade, vinculada à qualidade das interações interpessoais. As respostas também indicam que a afetividade é percebida como elemento essencial para a construção de vínculos e para a criação de um ambiente escolar acolhedor. Esses resultados apontam que os professores reconhecem a importância da dimensão afetiva para o exercício da docência, embora ainda demonstrem necessidade de aprofundamento teórico sobre o tema. A partir dessa análise, sugerimos que promover espaços de formação voltados ao desenvolvimento da inteligência emocional pode favorecer práticas pedagógicas mais conscientes, empáticas e humanizadas, fortalecendo a saúde emocional e o bem-estar docente.

Agradecimentos

Ao Programa Trilhas do Futuro – SEE-MG em parceria com o PPGECEM/UFLA.

O tema da poluição sonora como objeto da investigação científica-cultura para promoção da cidadania

Jackson R. Alves¹, Leonardo G. Lago²

¹Universidade Federal de Lavras (UFLA), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Lavras, MG – Brasil

²Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Educação em Ciências e Matemática, Lavras, MG – Brasil

jackson.alves@estudante.ufla.br, leonardo.lago@ufla.br

Palavras-chave: CTS, poluição sonora, investigação científica-cultural.

Este trabalho surge como uma resposta à necessidade de tornar o ensino de ciências relevante e alinhado com as exigências do mundo contemporâneo. O cenário atual, marcado pelo avanço acelerado das tecnologias e pela crescente complexidade das demandas sociais, desafia as escolas a promoverem uma alfabetização científica capaz de preparar os alunos para atuar em uma sociedade em constante transformação. Nesse contexto, o enfoque CTS (acrônimo para Ciência, Tecnologia e Sociedade) oferece um referencial que amplia o horizonte educacional ao enquadrar o conhecimento científico e tecnológico em suas dimensões sociais, culturais, políticas e éticas. Diante deste cenário, coloca-se o seguinte problema de pesquisa: como a investigação científico-cultural pode ser articulada com o enfoque CTS para fomentar uma educação científica e cidadã? A proposta da investigação científica-cultural (Lago et al. 2019)¹, parte do ensino por investigação e do entendimento da Ciência como prática social e amplia o contexto da investigação para a cultura, isto é, analisa como os produtos da Ciência são significados e circulam na cultura humana. A sequência didática originada a partir dessa articulação teórica propõe o trabalho do conteúdo de ‘som e ondas’ por meio da construção de um decibelímetro, a medida da intensidade sonora nas vias da cidade e a problematização da poluição sonora. Para avaliar os efeitos da intervenção, foram aplicados questionários aos estudantes em dois momentos: um diagnóstico (a priori) e outro após aplicação da sequência de aulas (a posteriori). A partir da análise comparativa dos dados, identificou-se uma mudança atitudinal dos participantes. Assim, para além do aprofundamento da compreensão dos fenômenos sonoros e ondulatórios, os alunos desenvolveram uma maior consciência sobre a poluição sonora e cidadania. Com isso, esta iniciativa fomentou o potencial dos estudantes em se tornarem cidadãos mais ativos e influentes em suas comunidades.

[1] LAGO, L. G.; ORTEGA, J. L. N. A.; MATTOS, C. R. A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA-CULTURAL COMO FORMA DE SUPERAR O ENCAPSULAMENTO ESCOLAR: UMA INTERVENÇÃO NA TEORIA DA ATIVIDADE PARA O CASO DO ENSINO DAS FASES DA LUA. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, 2019, p. 239.

Agradecimentos:

Ao Programa Trilhas do Futuro – SEE-MG em parceria com o PPGECEM/UFLA.

A DISCIPLINA DE LIBRAS NA FORMAÇÃO DE PEDAGOGOS NA PERSPECTIVA DE EGRESSOS DE UM CURSO A DISTÂNCIA

**Autor 1 Wanderson Samuel Moraes de Souza¹ Autor 2 Giovanna
Rodrigues Cabral²**

¹Departamento de Educação/FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²DPE - Departamento de Gestão Educacional, Teorias e Práticas de Ensino/FAELCH –
Universidade Federal de Lavras (UFLA)

wanderson.souza@ufla.br, giovanna.cabral@ufla.br

Palavras-chave: Pedagogia bilíngue. INES. Licenciatura. Recém-formados. Educação de surdos. Libras.

Como resultado dos movimentos sociais liderados pela Comunidade Surda, a Libras foi reconhecida legalmente por meio da Lei nº 10.436, de abril de 2002, regulamentada posteriormente pelo Decreto nº 5.626, de dezembro de 2005. Essa regulamentação garantiu a obrigatoriedade da disciplina de Libras em todos os cursos de licenciatura, bem como a oferta de formações específicas para professores de Libras, tanto nos cursos de Letras/Libras quanto na Pedagogia, em uma perspectiva bilíngue. Em 2004, o INES protocolou, junto ao Ministério da Educação (MEC), a solicitação para a criação do curso de Educação Bilíngue. A matriz curricular pactua o compromisso na formação de pedagogos surdos e ouvintes com ênfase na educação bilíngue Libras/Português. O Projeto Político Pedagógico (PPP) de 2019 do Curso de Pedagogia do INES tem como proposta: a mudança de matriz curricular visando permitir a formação do futuro pedagogo bilíngue, o que inclui um aprofundamento do conhecimento de sua primeira língua – Português e/ou Libras. A pesquisa teve como objetivo analisar, na perspectiva de egressos, o percurso formativo oferecido, do qual destacamos neste trabalho a disciplina de Libras oferecida pelo curso de Pedagogia a distância dos treze polos INES. A metodologia utilizada recaiu na pesquisa qualitativa, de abordagem descritiva, utilizando a análise de questionários aplicados aos egressos do curso. A análise de conteúdo foi a estratégia utilizada para tratamento dos dados, com a construção de categorias de análises, a partir das respostas aos questionários. Realizamos também uma pesquisa documental nos documentos concernentes ao curso para identificar e compreender o perfil do egresso definido por eles. Para refletirmos a respeito da Educação de surdos, tomamos como base as pesquisas de Lacerda (1998), Quadros (2008), Skliar (2000) e Fernandes (1998). Uma pedagogia para a educação de surdos deve estar norteada para suas necessidades e potencialidades e a Língua de Sinais e a Língua Portuguesa escrita, deve ser a língua desta pedagogia. Percebemos que embora os egressos consigam compreender as diferenças entre a língua de sinais e o português, à medida que as perguntas trazem aspectos gramaticais e de produção textual, a porcentagem de alunos cai consideravelmente, mostrando a necessidade de estratégias no decorrer do percurso formativo para mudarmos esta situação.

Agradecimentos: O autor agradece o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Desafios, articulações e evidências na preparação para a avaliação do SAEB (2025) em Escolas Estaduais de Minas Gerais

Darlene de Faria Silva¹, Regilson Maciel Borges²

¹²Programa de Pós-Graduação em Educação /PPGE/FAECLH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

darlene.silva4@estudante.ufla.br, regilson.borges@ufla.br

Palavras-chave: Práticas Pedagógicas, SAEB, IDEB, Preparação de Estudantes, Percepção Docente.

A discussão sobre a preparação para as avaliações externas em larga escala tem sido associada a pressão por melhores resultados, sobretudo, quando o foco passa a ser o resultado dessas avaliações. A partir do ano de 2025, essa intensificação na preparação para o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), passou a ser o elemento central da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE-MG), com aplicações de simulados, distribuição de materiais impressos, realização do dia D do SAEB, entre outras ações que visam engajar estudantes, professores e famílias na preparação para a avaliação nacional. Considerando este cenário, o problema de pesquisa que orienta a pesquisa é: quais são as práticas pedagógicas adotadas por escolas estaduais de Minas Gerais para a preparação dos estudantes do Ensino Fundamental Anos finais e Ensino Médio para participação no SAEB (2025), e como a equipe escolar percebe a efetividade e os desafios dessas práticas, frente às diretrizes da SEE-MG? A justificativa reside, portanto, na necessidade de obter uma avaliação qualitativa e situada das práticas, buscando entender a relação de causalidade e mediação entre as práticas e o desempenho, e incorporando a percepção dos educadores para ir além da métrica fria do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). A fundamentação teórica se apoia em autores que analisam a avaliação de larga escala, tais como Bernardete Angelina Gatti, Sandra Zakia Sousa, Alicia Bonamino, Adriana Bauer, entre outros autores que discutem as implicações dos processos de preparação de estudantes que incidem sobre a prática docente e outras ações das escolas. A metodologia proposta é a abordagem qualitativa por meio de um estudo de caso múltiplos, que envolverá a triangulação de informações que serão obtidas por meio de entrevistas e análise documental. O contexto de estudo será a rede estadual de Minas Gerais circunscrita a Superintendência Regional de Ensino de Passos (SER-Passos). Serão analisadas escolas que conseguiram melhorar a nota do IDEB e outras que estagnaram. Com a pesquisa, espera-se contribuir com a compreensão crítica das práticas de preparação para as avaliações externas, em especial o SAEB, considerando a realidade das escolas estaduais da regional de Passos. Busca-se ainda evidenciar não apenas as estratégias adotadas, mas discutir os dilemas e contradições que afetam o ensino que se orienta pela preparação para a realização dessas provas, questionando-se até que ponto essas práticas se alinham a promoção de aprendizagens ou se limitam a reproduzir um adestramento para atendimento a um resultado número do IDEB.

O USO DA IA GENERATIVA NO PROCESSO DE RESSEMIOTIZAÇÃO DE TEXTOS NO ENSINO DE LÍNGUA PORTUGUESA

Amanda Jackeline Santos da Silva¹ - Helena Maria Ferreira²

¹Doutoranda em Educação – UFLA

²Departamento de Estudos da Linguagem - UFLA

Palavras- chave: Inteligência Artificial Generativa – Ressemiotização – Ensino de Língua Portuguesa

Com a disseminação do uso da Inteligência Artificial Generativa, a atividade de produção textual assume um novo papel no âmbito escolar. Nessa perspectiva, problematizar o ensino da produção de textos na escola, pautado em metodologias ativas que contemplem o uso de IA Generativas, de modo crítico e reflexivo, emerge como uma possibilidade inovadora para um ensino de Língua Portuguesa mais significativo e contextualizado com a realidade dos alunos e dos contextos em que estes estão inseridos. Nesse viés, a ressemiotização, compreendida como um deslocamento de sentido de um de modo semiótico para outro modo diferente (FERREIRA, 2018), coopera para a ampliação do letramento multimodal, tão necessário para as práticas sociais da contemporaneidade. Nesse contexto, destaca-se o uso da IA Generativa no processo de ressemiotização, permite a criação, recriação, reescrita, recontextualização de textos verbais e não-verbais, sons, imagens, movimentos, cooperando como um suporte pedagógico relevante que por meio da mediação do professor contribuirá para o desenvolvimento de competências discursivas relacionadas aos multiletramentos. Desse modo, espera-se que os resultados obtidos com a pesquisa que será realizada no âmbito do Doutorado em Educação possam contribuir significativamente para os estudos relacionados ao uso de IA Generativas no ensino de Língua Portuguesa.

Identificação de crianças com características indicativas do Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC): um olhar para a formação docente

**Bruna Aparecida de Paula Faria Menezes¹, Antonio Carlos Lima Neto²,
Alessandro Teodoro Bruzi³**

¹ Departamento de Educação/PPGE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Educação Física/PPGEFI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³ Departamento de Educação Física/ – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

bruna.menezes@estudante.ufla.br, antonio.neto24@estudante.ufla.br,
bruzi@ufla.br

Palavras-chave: formação de professores, educação inclusiva, descoordenação motora

O Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC) é uma condição de origem neurobiológica que interfere significativamente nas habilidades motoras de crianças, podendo impactar não apenas no desempenho escolar, mas também na autoestima e participação social. Apesar da relevância do tema, são incipientes os estudos no Brasil que investigam sua prevalência, assim como o reconhecimento dos sinais desse transtorno por professores em sala de aula. Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo analisar se os professores dos anos iniciais do ensino fundamental possuem conhecimento sobre o TDC e se conseguem identificar alunos que apresentam características indicativas desse transtorno. Trata-se de uma pesquisa com enfoque qualitativo, delineada como estudo de caso, que será realizada por meio do envio de questionários virtuais, elaborados via *Google forms*, aos professores da rede municipal de um município localizado no Sul de Minas Gerais. Os dados obtidos serão submetidos à análise descritiva exploratória, a fim de interpretar as respostas presentes nos questionários, permitindo assim a identificação do nível de conhecimento dos professores acerca do TDC. Como desdobramento, pretende-se identificar demandas específicas de formação continuada e desenvolver soluções para o processo de inclusão e aprimoramento do ensino por meio da oferta de Produtos/Processos Educacionais em formatos de cursos para capacitação, materiais de apoio, guias práticos, oficinas interativas, entre outros.

A concepção de corpo na perspectiva dos docentes de Educação Física adeptos do currículo cultural

Marcella C. P. Batista¹; Rubens A. G. Vieira²

¹Mestranda Programa Mestrado Profissional em Educação/PPGE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Professor Doutor do Programa de Mestrado Profissional em Educação/PPGE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

marcella.batista@estudante.ufla.br, rubensgurgel@ufla.br

Palavras-chave: concepção de corpo; Educação Física; vivência; identidade

A construção da história humana se dá a através da interação do Homem com o meio, e a concepção de corpo se desenvolve de acordo com as experiências e conceitos vivenciados no decorrer do desenvolvimento da identidade do indivíduo. Tematizar as práticas corporais é questionar os marcadores sociais, em prol do cumprimento de uma vida digna, satisfazendo necessidades vitais e sociais, reconhecendo linguagens corporais de grupos historicamente silenciados (Neira, 2017). A concepção de corpo para docentes de Educação Física pode estabelecer relações com a formação e o desenvolvimento de seus alunos através das vivências proporcionadas em sua intervenção, valorando a responsabilidade e o compromisso das ações coletivas e individuais. O presente trabalho se desenvolve no Programa de Pós-Graduação em Educação – Mestrado Profissional – e tem como objetivo investigar a concepção de corpo para docentes curriculistas em Educação Física e identificar como as vivências/experiências no decorrer da vida contribuíram para construção dessa concepção. A pesquisa se justifica pela relevância de identificar a concepção de corpo dos docentes de Educação Física, uma vez que a escola, como espaço de debate e diversidade cultural, tem no currículo de Educação Física um facilitador para a produção de identidades e o diálogo a partir das culturas corporais. Essa concepção é essencial para que os professores possam proporcionar aos alunos vivências corporais significativas, que agreguem valores ao processo de construção da identidade. A pesquisa se desenvolve numa abordagem qualitativa, através de pesquisa de campo, com procedimento de levamento e será utilizado entrevista para levantamento de dados. Pretende-se com os resultados, que a pesquisa possibilite identificar possíveis lacunas em suas práticas e promover uma reflexão sobre como favorecer experiências de múltiplas vivências para os alunos.

A Universidade como Agente de Inclusão: o ensino de Libras e os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU

Jéssica Pereira Gravino

Departamento de Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jessica.gravino@estudante.ufla.br

Palavras-chave: ONU, LIBRAS, Inclusão.

A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas apresenta 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) voltados à construção de sociedades mais justas, inclusivas e equitativas. Nesse cenário, a universidade assume papel estratégico na efetivação dessas metas, especialmente por meio de práticas que promovam acessibilidade, equidade e formação cidadã. Este estudo, em fase inicial, tem como objetivo analisar como as universidades podem contribuir para os ODS, com foco nos objetivos 4 (Educação de Qualidade) e 10 (Redução das Desigualdades), a partir da inserção da Libras como componente curricular e instrumento de inclusão linguística. A metodologia proposta adota abordagem qualitativa, com três etapas principais: levantamento teórico sobre a relação entre educação inclusiva e ODS; análise documental de políticas institucionais e projetos de extensão voltados à acessibilidade; e estudo de caso com universidades que desenvolvem práticas de ensino e formação em Libras. Pretende-se compreender como a presença da Libras no ensino superior pode fortalecer políticas educacionais inclusivas e contribuir para uma formação acadêmica mais sensível à diversidade. Considera-se que a educação universitária deve ir além da formação técnica, constituindo-se como espaço de transformação social, no qual a diferença é reconhecida como valor e a comunicação como direito humano. Assim, o ensino da Libras se configura como ponte entre conhecimento, cidadania e empatia, promovendo ambientes acadêmicos mais acessíveis e alinhados aos princípios da sustentabilidade social. Espera-se que a pesquisa contribua para o desenvolvimento de estratégias institucionais que integrem a acessibilidade linguística e cultural às ações formativas, reforçando o compromisso da universidade com a construção de uma sociedade mais justa, inclusiva e comprometida com a Agenda 2030. A vivência da autora, como professora e intérprete de Libras, orienta esta reflexão e reafirma a importância de vincular os ODS à formação superior como prática contínua de inclusão e responsabilidade social.

Estado do conhecimento acerca de Propostas Pedagógicas para a Educação Física na Educação Infantil (2010-2020)

Letícia Vieira Barbosa¹, Fábio Pinto Gonçalves dos Reis²

¹Departamento de Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Educação Física – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Leticia_vbarbosa@hotmail.com; fabioreis@ufla.br

Palavras-chave: Educação Física; Educação Infantil; Propostas Pedagógicas

O texto apresenta dados de um capítulo de dissertação do Mestrado Profissional em Educação da UFLA, o qual analisa a relevância e os desafios da Educação Física na Educação Infantil, buscando fundamentar propostas pedagógicas que dialoguem com as especificidades das infâncias contemporâneas. Este trabalho teve como objetivo mapear e analisar produções acadêmicas (teses e dissertações) sobre propostas pedagógicas voltadas à Educação Física na e com a Educação Infantil. Utilizou-se a revisão bibliográfica como metodologia, tendo como base a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Foram empregados descritores específicos e, após a seleção de títulos, resumos e palavras-chave, 31 trabalhos foram considerados pertinentes. Para o tratamento dos dados, utilizou-se a Análise Temática, e foi possível elencar oito categorias para análise. A investigação revelou um crescimento na produção científica da área, mas também identificou lacunas significativas na formulação de propostas pedagógicas sistematizadas e teoricamente fundamentadas. Observou-se que muitos estudos abordam a prática pedagógica de forma generalista, destacando desafios enfrentados por professores, como a formação inicial insuficiente e a falta de suporte institucional. Apontaram-se também as tensões entre documentos oficiais e a prática cotidiana, bem como a ausência de clareza sobre o papel da Educação Física na Educação Infantil. O jogo e o brincar, embora presentes, acontecem de maneira espontânea e pouco planejada. O valor das produções culturais infantis como ponto de partida para práticas significativas foi destacado, contudo raras foram as propostas curriculares completas. A maioria das pesquisas defende a superação de práticas centradas no desenvolvimento motor ou na lógica esportiva, propondo abordagens mais integradas e críticas. O estudo conclui que, apesar do avanço nas reflexões sobre a Educação Física na Educação Infantil, o campo ainda necessita de propostas pedagógicas robustas, teoricamente fundamentadas e alinhadas às especificidades da infância. Recomenda-se a adoção de práticas embasadas na Sociologia da Infância e na Teoria do Jogo para garantir uma educação mais crítica, significativa e comprometida com os direitos das crianças.



EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E AMBIENTAL



O projeto ideológico da Ditadura Empresarial-Militar brasileira: educação para a legitimação de poder

Ana Paula de Lima¹, Breno Pascal de Lacerda Brito²

^{1,2} Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ana.lima28@estudante.ufla.br, breno.brito@ufla.br

Abstract. *The period of the Brazilian business-military dictatorship was characterized by an alliance between military power and the dominant classes, who used the state apparatus to implement a national project aligned with the interests of national and international capital. This work describes how education was a fundamental pillar of this project, acting as an Ideological State Apparatus. Through educational reforms and agreements with USAID, the dictatorship sought to adapt the educational system to market demands, promoting compulsory professionalization and incorporating a technicist logic. The educational policy of the period was essential for consolidating the hegemony of the ruling class, shaping subjectivities and reproducing capitalist social relations of production.*

Keywords: Education, Business-Military Dictatorship, Coup, 1964.

Resumo. *O período da ditadura empresarial-militar brasileira caracterizou-se pela aliança entre o poder militar e as classes dominantes, que utilizavam o aparato estatal para implementar um projeto de nação alinhado aos interesses do capital nacional e internacional. Este trabalho descreve como a educação foi um pilar fundamental desse projeto, atuando como um Aparelho Ideológico de Estado, a partir de reformas educacionais e por meio de acordos com a USAID, a ditadura buscou adequar o sistema de ensino às demandas do mercado, promovendo a profissionalização compulsória e incorporando uma lógica tecnicista. Assim a política educacional do período foi essencial para a consolidação da hegemonia da classe dominante, moldando subjetividades e reproduzindo relações sociais de produção capitalista.*

Palavras-chave: Educação, Ditadura Empresarial-Militar, Golpe, 1964.

A ditadura empresarial-militar brasileira: golpe e a consolidação de poder

O golpe militar de 1º de abril de 1964, longe de ser um evento espontâneo, foi resultado de uma articulação prévia que envolveu setores militares, a burguesia nacional, o latifúndio e o imperialismo estadunidense, que se uniram para depor o presidente João Goulart. O estopim imediato foi o anúncio das Reformas de Base, simbolizado pela realização do grande Comício Central do Brasil em 13 de março de 1964, onde Goulart assinou decretos de nacionalização de todas as refinarias de petróleo e a criação da Superintendência da Reforma Agrária (SUPRA) (Lira, 2010). A reação das elites foi rápida, canalizada por meio de marchas como a “Marcha da Família com Deus pela Liberdade”, cujo terreno havia sido preparado ideologicamente anos antes por institutos como o IPES e o IBAD, responsáveis pelas campanhas políticas, ideológicas e militares feitas pela classe hegemônica centrada no complexo desses dois institutos (Dreifuss, 1981). A intervenção estadunidense foi crucial no período, com financiamentos massivos de campanhas nas eleições de 1962 contra Goulart e em defesa dos costumes estadunidenses, tendo o IPES como principal intermediário nesse processo (Fico, 2008).

Com a consolidação do golpe, os ministros militares decretaram o primeiro Ato Institucional e elegeram o general Castelo Branco para Presidência da República, inaugurando oficialmente a ditadura. Desde o início, ficou clara sua natureza classista,

articulando o poderio militar para viabilizar os interesses do grande capital, da burguesia brasileira, do latifúndio e do imperialismo (Netto, 2014). A repressão foi imediatamente institucionalizada com os Inquéritos Policiais-Militares (IPMs) e a criação do Serviço Nacional de Informações (SNI), dirigido por Golbery Couto e Silva, um dos organizadores do IPES, consolidando um aparato de espionagem com conexões internacionais, contando com milhares de agentes relacionados a CIA, MOSSAD israelense e outros órgãos similares de diversos países (Netto, 2014).

Com a repressão e violência crescente contra o movimento estudantil, em março de 1968, o estudante Edson Luís foi assassinado por policiais militares em um dos restaurantes universitários centrais do Rio de Janeiro enquanto acontecia uma manifestação pacífica, o que comoveu grande parte da população, posto que mais de 50 mil pessoas acompanharam o funeral de Edson, demonstrando que a repulsa à ditadura advinha também da população em geral, não somente do corpo estudantil (Netto, 2014). Com a onda de protestos que acarretaram o restante do ano de 1968 contra a ditadura, em dezembro desse mesmo ano, foi decretado o Ato Institucional nº 5 (AI-5), conferindo poderes excepcionais ao Executivo, fechando o Congresso, cassando mandatos, suspendendo direitos políticos e o habeas corpus, legalizando a tortura e as prisões arbitrárias (Brasil, 1968), e suas consequências foram devastadoras, centenas de cassações e uma censura implacável que gerou um “vazio cultural”, com a perseguição de centenas de obras artísticas e intelectuais (Netto, 2014).

O governo Médici ficou conhecido como o período mais cruel da ditadura, onde a tortura de presos políticos foi generalizada e a repressão e violência praticamente aniquilou as organizações da esquerda, acabando com quase todas as forças de oposição e o terrorismo do Estado de segurança nacional deixaram os trabalhadores acuados frente à tanta violência, posto que em 1970 foram registradas 12 greves e em 1971 nenhuma (Netto, 2014). Posteriormente, com o esgotamento do “milagre econômico” que se puseram nos 5 anos de governo Geisel, houveram mais tensões e quedas do bloco de apoio à ditadura e mais inserção da classe trabalhadora na cena política do período, o que leva a Geisel e seus apoiadores a tentar implementar um projeto de “institucionalização” da ditadura, tentando legitimar ainda mais o projeto ditatorial de forma a concretizar uma “democracia forte” (mantendo ainda os moldes e essências das políticas ditatoriais, massacrando, por exemplo, as oposições clandestinas que sobreviveram). É nesse processo que o AI-5 foi revogado, mas não ferindo propriamente o núcleo da ditadura, uma vez que era compensado pelas emendas que eram tidas como “salvaguardas de emergência” (Netto, 2014).

Durante o último governo ditatorial, sob regência do general João Figueiredo, a conjuntura econômica da década de 1980 era relativa à crise do petróleo e pela falta de acesso aos capitais externos, a política econômica foi sustentada pela superexploração dos trabalhadores e pelo endividamento externo (Lira, 2010), o que levou ao declínio do apoio ao bloco ditatorial e ao crescimento da oposição, concomitantemente com a campanha das “Diretas Já” ganhando força. Encurralado, Figueiredo impõe estado de emergência e envia uma proposta para o Congresso para estabelecer eleições diretas somente a partir de 1988, um último suspiro para tentar permanecer no poder (Netto, 2014). Assim, em 1985 foi eleito por voto indireto o primeiro presidente civil depois de 21 anos de ditadura, o presidente Tancredo Neves e o vice-presidente José Sarney. Tancredo faleceu antes que pudesse de fato governar e Sarney tomou posse e foi presidente até março de 1990, onde em 1969 ocorreram as eleições diretas.

Até seus últimos suspiros a ditadura se fez parecer legítima e legal, com estratégia política que voltava-se para um suposto ideário democrata que vinha sendo propagado desde os momentos iniciais do golpe (Rezende, 2013). A “abertura” que foi difundida como lenta e

gradual tinha, por detrás, um grande controle ideológico sobre a população, uma vez que durante todo esse processo não pararam os atos terroristas, torturas e perseguições (Lira, 2010).

Os mecanismos de implantação do projeto ideológico da ditadura na educação

As mudanças educacionais em prol dos valores da ditadura já entraram em vigor durante o governo de Castelo Branco, ou seja, desde o início os empresários e militares já planejavam o projeto político ideológico em torno da educação. A ditadura foi marcada com a repressão e perseguição constante ao movimento estudantil, utilizando de instrumentos, que a partir do golpe se tornaram legais, como os IPMs, utilizados como premissa de reprimir a suposta atuação subversiva do ambiente acadêmico, com mandatos de busca e apreensão, a partir dos inquéritos, a ditadura podia perseguir qualquer forma de manifestação que fosse contrária às medidas impostas nas universidades e escolas, vigiando e silenciando os estudantes e profissionais das instituições de ensino (Lira, 2010).

Ainda no início, em 1965 foram estabelecidos os acordos de cooperação entre o Ministério da Educação e Cultura (MEC) e a United States Agency for International Development (USAID). Os acordos visavam o aperfeiçoamento do ensino primário no Brasil, mas com o decorrer de mais acordos e intervenções, abrangeu-se para todos os níveis de ensino, promovendo uma reforma inspirada em modelos e ideias estadunidenses, influência que foi refletida na formulação das leis nº 5.540/68 e nº 5.692/71, reforma universitária e reforma do ensino básico, respectivamente. Além do aporte financeiro que advinha dos acordos que eram mediados por diversas instituições brasileiras, eles conferiam à USAID a influência direta no planejamento e execução orçamentária da educação brasileira (Bombarda, 2019). A execução era direcionada com ênfase na eficiência, produtividade e redução de custos, aprofundando uma tendência privatista no ensino. Os acordos também buscavam reorientar o sistema educacional conforme as diretrizes políticas e técnicas alinhadas às demandas do desenvolvimento do capitalismo internacional (Giorgi e Almeida, 2014).

As secretarias de educação foram ocupadas majoritariamente por proprietários de redes de ensino privado que aprovaram convênios que os beneficiavam, o que contribuiu para o crescimento significativo e a predominância os colégios particulares durante o período, no qual foi reforçado com a promulgação da Lei nº 4.917/65 que isentou as escolas particulares de impostos de importação, consumo e outras contribuições fiscais incidentes de alimentos. Dois anos depois, em 1968, o governo ditatorial editou o Decreto-Lei nº 194 que dispensava as entidades sociais do depósito bancário do FGTS, beneficiando ainda mais as instituições privadas com mais uma isenção tributária (Lira, 2010).

Com a Constituição de 1967 houveram mais mudanças no âmbito educacional alinhadas diretamente com o projeto político ideológico da ditadura, houve a eliminação da vinculação constitucional de recursos para a educação, o que resultou em uma drástica redução de recursos do setor público, também estabeleceu-se a proibição da criação de impostos e encargos sobre o patrimônio, a renda e os serviços das instituições de ensino privado, representando mais um incentivo à expansão das redes privadas de ensino e a mercantilização da educação, retirando a responsabilidade do Estado com a garantia do direito público à educação (Lira, 2010).

O governo Médici foi um período de perseguição e repressão sistemática no âmbito educacional, demonstrado por Lira (2010) com o exemplo do Decreto nº 477/69 que previam expulsões e a proibição de exercer qualquer atividade educacional ou acadêmica pelo prazo de cinco anos contra alunos, professores e funcionários de instituições de ensino que

manifestassem qualquer tipo de posicionamento político considerado ilegal pela ditadura. Foi também neste período em que foi instaurado a Lei nº 5.692/71 que previa a reestruturação educacional do ensino de 1º e 2º graus, regulamentando toda a estrutura educacional básica do país. Uma das mudanças fundamentais foi a escolaridade obrigatória, passada de 4 para 8 anos, contabilizando 720 horas de atividades no 1º grau; e a profissionalização compulsória do ensino de nível do 2º grau, contabilizando 2.200 horas para os cursos de duração de 3 anos e 2.900 horas para os cursos com duração de 4 anos (Brasil, 1971). O 1º grau então ficou encarregado da sondagem de aptidões e o 2º com a iniciação para o trabalho e habilitação profissional, em consonância com as necessidades do mercado de trabalho local ou regional.

A lei também previa que, no currículo pleno de todas as instituições e em todos os níveis de ensino, estivesse presente a disciplina de Educação Moral e Cívica (EMC), fazendo parte das disciplinas presentes para a formação de um cidadão, inserindo materiais de caráter conservador e de acordo com os preceitos morais catolicistas (Jacomeli, 2010). A EMC fundamentava-se na premissa que para ser um cidadão do “bem” precisaria conhecer o “bem”, portanto, conhecer seus direitos e deveres, políticos, cívicos e morais (Paviani, 2014), sendo que o lado “certo” a trilhar era rigidamente definido pela ditadura, sob ameaça implícita de que desviar-se significava “pecar contra Deus e cometer crimes contra a Pátria” (Rostas e Abreu, 2016, p. 397). Dessa forma, a disciplina funcionou como um manual de conduta e pensamentos alinhados aos interesses ideológicos da classe dominante da ditadura. A moral cristã, que era uma aliada estratégica da ditadura, foi instrumentalizada pela EMC para reforçar a manutenção da ordem e da falsa democracia, ao mesmo tempo em que estigmatizava o comunismo e os comunistas como violentos, hostis, marginais e inimigos de Deus e de valores morais (Rostas e Abreu, 2016).

A educação como um projeto ideológico na ditadura empresarial-militar

Como pudemos perceber na seção acima, a educação durante o período ditatorial estava intrinsecamente vinculada aos interesses empresariais que buscavam a formação dos jovens para obedecer e servir à lógica do desenvolvimento econômico, como uma formação alinhada aos preceitos da economia e de mercado. Portanto, a escola é convocada a moldar as subjetividades e a produzir sujeitos funcionais à ordem capitalista (Lira, 2010). É precisamente nesse processo de moldagem de subjetividades que a ideologia entra para cumprir uma função essencial de conferir aos indivíduos a ilusão de pertencimento a uma identidade social unificada, o sentimento de pertencimento de uma mesma esfera, uma mesma identidade social, mascarando uma divisão de classes, a (super)exploração econômica, a dominação política e exclusão social (Chauí, 2013). Nesse sentido, o Estado pode ser analisado como um instrumento de dominação de classes, de submissão de uma classe pela outra, em que há instrumentos de dominação que o Estado utiliza para legitimar os interesses e poderes da classe dominante. Chamaremos aqui esses instrumentos como Aparelhos Ideológicos do Estado (AIE) e Aparelhos Repressivos do Estado (ARE) (Althusser, 1974).

Esses aparelhos atuam de formas específicas na sociedade, o AIE opera primordialmente pela difusão de ideologias, enquanto o ARE baseia-se fundamentalmente na repressão e violência, entretanto, essa distinção não é absoluta, uma vez que ambos se articulam de maneira complementar. O AIE pode recorrer secundariamente a mecanismos de repressão, assim como o ARE utiliza-se de justificativas ideológicas para legitimar sua atuação. Dessa forma, sob hegemonia da classe dominante, o Estado emprega ambos os instrumentos de modo integrado para assegurar a reprodução das relações sociais (Althusser, 1974). Deste modo, a escola é um dos principais Aparelhos Ideológicos do Estado, uma vez que todos os indivíduos passam por longos anos de formação escolar durante a infância e

adolescência, justamente o período em que é mais propício à internalização de valores. Seja para formar trabalhadores que entrarão diretamente no mercado de trabalho, seja para formar intelectuais, a escola atua na reprodução das relações de produção capitalistas (Althusser, 1974).

Esse papel instrumentalizador da educação, descrito por Althusser, encontrou um terreno fértil e foi intensamente operacionalizado no contexto econômico que se enquadrou o Brasil durante o período ditatorial, uma vez que a classe hegemônica tinha como objetivo elevar o país a um “Brasil potência”, mesmo que resultasse na superexploração dos trabalhadores, com a demanda pela qualificação de mão de obra técnica, impondo investimentos em uma educação de cunho liberal e fundamentada pela Teoria do Capital Humano, que subordinava a educação aos imperativos do mercado (Giorgi e Almeida, 2014). Segundo a teoria, a educação é vista como um instrumento individual que visa maximizar a produtividade, valorizando o desenvolvimento de competências e habilidades individuais, transformando o processo educativo em um mecanismo de adaptação dos sujeitos às demandas do capital, com isso, a lógica educacional se desloca da formação crítica e emancipatória para a preparação técnica voltada para o mercado de trabalho (Nogueira et. al., 2024).

As consequências desse modelo podem ser ilustradas pelos dados apresentados por Germano (1990) com base na PNAD de 1982, em que revelam a profunda desigualdade no acesso à educação de acordo com a renda familiar. Entre os indivíduos que ganhavam até dois salários mínimos (58,6% da população no período) apenas 37% tinham até o 1º grau; 11,6% tinham o 2º grau e somente 4,5% alcançavam o ensino superior. Enquanto a população de mais alta renda (até dez salários mínimos) que representavam 5,8% da população, tem uma participação crescente em relação ao nível de escolaridade, sendo 7,7% o 1º grau; 23,2% o 2º grau e 46,8% com ensino superior. Mesmo compondo a maioria da população, a classe trabalhadora de mais baixa renda enfrentavam (e ainda enfrentam) enormes dificuldades para avançar os estudos, uma vez que totalizavam 58,6% da população e somente 37% atingiam o 1º grau, enquanto as classes com mais alta renda acumulavam o capital educacional necessário à manutenção de sua posição social, sendo 5,8% da população e concentravam 46,8% das matrículas do ensino superior (Germano, 1990).

Com o ensino de segundo grau tornando-se compulsoriamente profissionalizante, a educação assumiu um caráter utilitarista e terminal, com ênfase na formação técnica e rápida inserção no mercado de trabalho, especialmente para a classe trabalhadora. Essa orientação visava reduzir os custos com educação e acelerar a disponibilidade de força de trabalho, enquanto o Estado ditatorial priorizava investimentos nos setores considerados estratégicos para o desenvolvimento nacional (Germano, 1990). Em consequência, a educação enquanto um AIE desempenhou um papel estratégico na consolidação do projeto economicamente liberal da ditadura, por meio da internalização de valores conservadores e da lógica meritocrática e da adaptação às exigências do mercado, o sistema educacional foi mobilizado para naturalizar as desigualdades sociais, legitimar a ordem capitalista e neutralizar possíveis formas de resistência. Ao moldar as subjetividades desde os primeiros anos de formação, a escola contribuiu para a reprodução das relações de exploração, tornando-se peça fundamental na engrenagem dos mecanismos de controle ideológico da ditadura.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES, CNPq e a FAPEMIG, pelo apoio na realização deste trabalho, dos quais concedem bolsas de estudo ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental.

Referências

- Althusser, Louis. (1974) *Ideologia e aparelhos ideológicos de Estado*. Lisboa: Editorial Presença, 1974. 127 p.
- Brasil. (1968) Ato Institucional nº 5, de 13 de dezembro de 1968. Suspende as garantias constitucionais. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 13 dez.
- Brasil. (1971) Lei no 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa nas diretrizes e bases para o ensino de 1º e 2º grau, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 12 de ago.
- Bombarda, Alex Ricardo. (2019) A Influência das Agências Internacionais no Brasil: os acordos MEC/USAID no contexto da ditadura militar de 1964. *Revista Educação e Emancipação*, São Luís, v. 12, n. 3.
- Chauí, Marilena. (2013) *Manifestações ideológicas do autoritarismo brasileiro*. Escritos de Marilena Chauí/organizador André Rocha. Editora Fundação Perseu Abramo. 2 ed.
- Dreifuss, René Armand. (1981) *1964: a conquista do Estado – ação política, poder e golpe de classe*. Petrópolis: Vozes, 814 p.
- Fico, Carlos. (2008) *O grande irmão: da Operação Brother Sam aos anos de chumbo: o governo dos Estados Unidos e a ditadura militar brasileira*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 414 p.
- Germano, José Willington. (1990) *Estado militar e educação no Brasil 1964-1985: um estudo sobre a Política Educacional*. Tese (Doutorado) - 461 p. Filosofia e História da Educação. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação.
- Giorgi, Maria Cristina; Almeida, Fabio Sampaio de. (2014) Ensino profissional no Brasil: diálogos com a ditadura militar. *OP SIS*, Catalão-GO, v. 14, n. 1, p. 262-281.
- Jacomeli, Mara Regina Martins. (2010) A Lei 5.692 de 1971 e a presença dos preceitos liberais e escolanovistas. *Revista HISTEDBR Online*, Campinas, n. 39, p. 76-90.
- Lira, Alexandre Tavares de Nascimento. (2010) *A legislação de educação no Brasil durante a ditadura militar (1964-1985): um espaço de disputas*. 2010. 367 p. Tese (Doutorado) - Curso de História Social, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- Netto, José Paulo. (2014) *Pequena história da ditadura brasileira (1964–1985)*. São Paulo: Cortez, 344 p.
- Nogueira, Mariana Brito Horta; Lole, Ana; Carrara, Virgínia Alves. (2024) Banco Mundial e a Teoria do Capital Humano: educação e conhecimento para o capital. *Serv. Soc. Soc*, São Paulo, v. 147 (3).
- Paviani, Bruno. (2014) Educação Moral e Cívica na ditadura militar brasileira: uma tentativa de legitimar o poder (1969-1971). *Anais do XV Encontro Estadual de História*. Florianópolis.
- Rezende, Maria José de. (2013) *A ditadura militar no Brasil: repressão e pretensão de legitimidade (1964–1984)*. Londrina: EdueL. 1. ed. 388 p.
- Rostas, Márcia Helena Sauaia Guimarães; Abreu, Alexandre Kerson de. (2016) O discurso pedagógico na ditadura militar: Educação Moral e Cívica & currículo escolar. *Educação*, 41(2), 387–398.

Revisão bibliográfica da Educação CTS/CTSA no Brasil (2014-2024) – Relações entre a Problemática Ambiental e as Estruturas Sociais

Vinicius Henrique Souza¹, Breno Pascal de Lacerda Brito¹, Alexandre Bagdonas²

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemáticas/ICET– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil
vinicius.souza1@ufla.br, breno.brito@ufla.com,
alexandre.bagdonas@ufla.com

Abstract. *This bibliographic review aimed to analyze how Brazilian academic production in the field of STS/STSE Education (2014-2024) articulates the socio-environmental issue with the economic, political, and social structures of contemporary society. The analysis of 23 articles revealed that the majority (17 out of 23) establish abstract relationships (15 out of 17) with social structures or do not establish this relationship significantly (2 out of 17), while a smaller portion establishes these relationships concretely (6 out of 23). It is concluded that, although the field recognizes the structural dimension of the crisis, there is a predominant difficulty in making the critique concrete, which limits the potential of STS/STSE Education for an critical approach to the environmental issue.*

Keywords: STS/STSE Education; Socio-environmental Crisis; Literature Review

Resumo. *Esta revisão bibliográfica teve como objetivo analisar como a produção acadêmica brasileira no campo da Educação CTS/CTSA (2014-2024) articula a problemática socioambiental com as estruturas econômicas, políticas e sociais da sociedade contemporânea. A análise de 23 artigos revelou que a maioria (17 dos 23) estabelece relações abstratas (15 dos 17) com as estruturas sociais ou não fazem essa relação de forma significativa (2 dos 17), enquanto uma parte menor faz essas relações de forma concreta (6 dos 23). Conclui-se que, embora o campo reconheça a dimensão estrutural da crise, predomina uma dificuldade em fazer a crítica de forma concreta, o que limita o potencial da Educação CTS/CTSA para uma abordagem crítica da questão ambiental.*

Palavras-chave: Educação CTS/CTSA; Crise Socioambiental; Revisão Bibliográfica.

1. Introdução

Segundo Auler e Bazzo (2001), em meados do século XX, frente ao grande desenvolvimento científico-tecnológico (C&T) visto no pós-guerra, especialmente nos EUA e na Europa, aos poucos ampliou-se a percepção de que esse mesmo desenvolvimento C&T não estava resultando apenas em bem-estar social. Os bombardeamentos atômicos de Hiroshima e Nagasaki (1945) e o agravamento de problemas ambientais, como os efeitos nocivos de pesticidas sobre as aves, denunciados por Rachel Carson em seu livro *Primavera Silenciosa* (1962), contribuíram para o

questionamento de um modelo de desenvolvimento C&T pautado em uma suposta neutralidade social da C&T (Auler; Bazzo, 2001).

É nesse contexto que emerge o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) que desenvolveu-se em três frentes principais: no campo acadêmico, no campo das políticas públicas e no campo da educação (Strieder, 2012). Embora constitua-se de uma variedade de perspectiva, o movimento CTS, a partir de uma perspectiva social da C&T, possui algumas bases comuns: i) crítica à concepção de ciência como atividade pura e neutra; ii) crítica à concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra; iii) promoção e reconhecimento da importância da participação pública nas tomadas de decisões (Strieder, 2012).

No contexto da Educação em Ciências, Auler e Delizoicov (2001), destacam a importância do entendimento e enfrentamento dos mitos da neutralidade científica, na construção de uma perspectiva crítica da Educação CTS/CTSA, a saber os mitos são: i) superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, que consiste na crença de que as decisões políticas e sociais devem ser tomadas por “especialistas”, pois conseguem ser imparciais, neutros e baseados apenas na C&T; ii) perspectiva salvacionista da C&T, em que o desenvolvimento da C&T sempre acarreta em progresso e resolução de problemas de ordem social, por meio da concepção linear de desenvolvimento; iii) Determinismo tecnológico, que consiste na crença de que o desenvolvimento C&T segue uma lógica própria, determinando as relações sociais mas não sendo influenciada por elas. Para os autores, as práticas da Educação CTS/CTSA que endossam os mitos da neutralidade são consideradas reducionistas, enquanto as que visam combatê-las são tidas como ampliadas.

Ante ao exposto, no presente resumo expandido buscamos apresentar resultados parciais de uma pesquisa em andamento, que teve como objetivo problematizar como os artigos que se filiam ao campo da Educação CTS/CTSA no Brasil vêm tratando da problemática socioambiental contemporânea e sua relação com o modelo de desenvolvimento hegemônico. A opção por delimitar esta análise ao contexto brasileiro justifica-se pela centralidade, no debate nacional da Educação CTS/CTSA, do combate aos mitos da neutralidade científica (Auler; Delizoicov, 2001). Para isso, realizamos uma revisão bibliográfica à luz das seguintes questões norteadoras: Como o campo da Educação CTS/CTSA, no cenário nacional, na última década tem articulado a problemática ambiental com as estruturas sociais e quais lacunas são recorrentes em relação às raízes político-econômicas dos problemas socioambientais?

2. Metodologia

Esta pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica do tipo *revisão sistematizada*, que aproxima-se da *revisão sistemática* pela transparência no processo de busca, organização e análise, mas com uma menor abrangência de escopo; com elementos de uma *revisão crítica*, que busca oferecer contribuições conceituais para a área (Grant; Booth, 2009). Utilizamos três bases de dados indexadas e amplamente reconhecidas: Portal de Periódicos da CAPES, Scielo e Scopus. O Portal de Periódicos da CAPES e a Scielo devido à maior cobertura de periódicos em PT-BR na América Latina e a Scopus para evitar a exclusão de produção em PT-BR indexadas internacionalmente. Para a busca, empregamos os descritores “CTS* AND Ambient* AND (Educação OR Ensino)”, pois almejávamos artigos que se filiassem ao referencial

CTS/CTSA e que tratassem de questões ambientais relacionadas à Educação Científica/Ensino de Ciências/Educação em Ciências.

Para os critérios de elegibilidade (pré-leitura), definimos um recorte temporal de 10 anos (2014-2024) para capturar a influência do debate inicial da área; a seleção de artigos completos e revisados por pares, para garantir que os artigos passaram pelo crivo de outros/as pesquisadores/as; a exigência de acesso aberto para disponibilidade integral e a necessidade de ter sido citado ao menos uma vez, assegurando seu uso, mesmo que modesto, como referência. Para os critérios de inclusão (pós-leitura), definimos que os artigos deveriam se filiar explicitamente ao campo da Educação CTS/CTSA e que, independentemente da natureza (teórico, empírica ou revisão bibliográfica), deveriam tratar das questões ambientais de forma central e não apenas como justificativa ou descrição conceitual. Para os critérios de exclusão, definimos que seriam excluídos apenas trabalhos repetidos.

Utilizamos dois conjuntos de categorias para organizar os artigos e estruturar a análise e discussão: o primeiro, focado em como os artigos relacionam a problemática ambiental com as estruturas econômicas, políticas e sociais; e o segundo, voltado às visões de Meio Ambiente subjacentes. Para este resumo expandido, optamos por apresentar apenas o primeiro conjunto, o qual foi identificado que os artigos apresentam essa relação de três formas distintas: i) *Não relacionam* – artigos que atribuem os problemas ambientais predominantemente a ações individuais, promovendo uma perspectiva romântica de sensibilização e cuidado com a natureza, sem vincular tais questões às estruturas de forma significativa; ii) *Relacionam Abstratamente* – artigos que articulam uma relação superficial da influência das estruturas sociais, porém tratadas de formas abstratas, frequentemente deslocando a responsabilidade para a educação ou para a administração técnica de “recursos”, sem identificar agentes ou interesses concretos; e iii) *Relacionam Concretamente* – artigos que relacionam explicitamente os problemas ambientais com estruturas identificáveis, como setores da economia, reconhecendo conflitos de interesses e posicionando-se criticamente frente à lógica predatória do modelo de desenvolvimento hegemônico.

3. Resultados e Discussões

Em relação à primeira categoria, *Não Relacionam*, identificamos 2 trabalhos: A14 e A19, que compõem aproximadamente 9% do total de trabalhos. Em A14, Santos e colaboradores (2020) analisaram, através de um questionário respondido por estudantes de uma escola pública do Ceará, como essa escola tem articulado o ensino de Biologia e a Educação Ambiental associada à Sustentabilidade na formação dos estudantes. Os autores privilegiam a dimensão das ações individuais e da conscientização como principal vetor da abordagem aos problemas ambientais: “[...] Os diversos problemas relacionados ao meio ambiente ainda existe porque as pessoas ainda não foram devidamente sensibilizadas o suficiente para compreender o quão delicado é o equilíbrio dos ecossistemas [...]” (Santos et. al., 2020, p. 409).

Nos artigos enquadrados nessa categoria, a falta de menção e/ou centralidade das estruturas políticas, econômicas e sociais na abordagem dos problemas ambientais, faz com que as análises sejam reduzidas a uma discussão moral-comportamental. Dessa forma, a abordagem pedagógica resume-se a ensinar e conscientizar os estudantes sobre os problemas ambientais, para que uma mudança na sociedade possa ser efetuada.

Entretanto, essa perspectiva insere-se no paradigma neoliberal que individualiza a responsabilidade pela crise ambiental e despolitiza sua análise; pois, ao deslocar a responsabilidade para a esfera das condutas pessoais, exime-se as estruturas econômicas, políticas e sociais de qualquer culpa. Isso reforça uma perspectiva desarticulada e homogeneizante da sociedade, que oculta tanto a dimensão dos conflitos sociais e interesses políticos e econômicos, como também o papel da C&T na abordagem das questões ambientais, o que se torna um obstáculo no enfrentamento da problemática ambiental, pois naturaliza esse paradigma. Assim, acaba por reforçar perspectivas neutras da C&T, como um processo autônomo desarticulado das determinações sociais, que são dimensões centrais das perspectivas críticas da Educação CTS/CTSA (Auler; Bazzo, 2001; Linsingen, 2008).

Em relação à segunda categoria, *Relacionam Abstratamente*, identificamos 15 trabalhos: A01, A02, A03, A04, A06, A07, A08, A12, A13, A15, A16, A18, A20, A21 e A22, que compõem aproximadamente 65% do total de trabalhos. Em A07, Cavalcanti, Ribeiro e Barros (2018) apresentam uma proposta de sequência didática que visa problematizar a questão da energia elétrica e seu consumo. Os autores, tratam os problemas ambientais sob a ótica de fazer a melhor escolha frente à inevitabilidade do “desenvolvimento” da sociedade. “Essa discussão [das fontes de energia] tem como prerrogativa o questionamento e o posicionamento do aluno com relação às melhores formas de obtenção de energia elétrica, com condições de custo e benefício que visem ao desenvolvimento sustentável para a sociedade.” (Cavalcanti; Ribeiro; Barros, 2018, p. 866).

Nos artigos enquadrados nessa categoria, existem diferentes menções às estruturas econômicas, políticas e sociais, entretanto, o é feito de maneira abstrata. Tanto por não identificar o movimento da sociedade enquanto sendo constituída pela atuação de agentes interessados; quanto por exprimir uma concepção fragmentada da sociedade, em que a dimensão do desenvolvimento está atrelada à racionalidade e no “rigor científico”, enquanto a preocupação com a degradação ambiental e riscos para a população ocupariam uma esfera “subjéctiva”. Isso acontece devido à adesão de uma racionalidade instrumental que naturaliza o modelo de desenvolvimento capitalista, o que acaba por deslocar a discussão da problemática ambiental do campo da política para o campo da “administração técnica”. Dessa forma, distanciam-se de uma perspectiva ampliada da Educação CTS/CTSA, pautada no combate aos mitos da neutralidade científica, em especial o mito da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, reforçando a noção hegemônica de desenvolvimento, que é combatida pela Educação CTS/CTSA, em que supostamente o desenvolvimento da C&T ocasionaria em desenvolvimento econômico, que resultaria, em última instância em “desenvolvimento social” (Auler; Delizoicov, 2001).

Por fim, em relação à terceira categoria, *Relacionam Concretamente*, identificamos 6 trabalhos: A05, A09, A10, A11, A17 e A23, que compõem aproximadamente 26% dos trabalhos. A título de exemplo, em A05, Souza e Marques (2017), buscando identificar como o Princípio da Precaução pode contribuir para o enfrentamento da racionalidade instrumental na formação do técnico agrícola, apresentam uma análise de um processo formativo com professores de um curso técnico em Agropecuária. Os autores fundamentam-se em uma perspectiva estrutural da problemática dos agrotóxicos, levando em conta os interesses econômicos: “No Brasil,

em torno de 90% das áreas plantadas de soja, milho e algodão são transgênicas (Céleres, 2015) e, no ano de 2014, o faturamento da indústria de agrotóxicos superou os U\$12 bilhões (Abrasco, 2015).” (Souza; Marques, 2017, p. 499) e questionam a perspectiva do uso seguro de agrotóxicos visto: “o elevado número de estabelecimentos agropecuários instalados, as políticas públicas existentes, a falta de fiscalização pelas instituições públicas, entre outros.” (Souza; Marques, 2017, p. 499).

Nos artigos enquadrados nessa categoria, é possível identificar o reconhecimento e a menção explícita às estruturas econômicas, políticas e sociais, a menção explícita de setores da economia e críticas de caráter sistêmico ao modelo de desenvolvimento hegemônico capitalista. Eles o fazem através da denúncia da dimensão antrópica da crise socioambiental, questionando o modelo de desenvolvimento capitalista hegemônico, o consumismo e os interesses econômicos que subjazem às questões ambientais. Essa visão é mais apropriada que as demais pois, ao invés de abstrair ou ignorar as estruturas econômicas, políticas e sociais, da problemática ambiental, as coloca como determinantes centrais da crise socioambiental. Diferentemente das abordagens que individualizam a questão, ou a resumem a um problema técnico-administrativo pautado numa perspectiva da racionalidade técnica, essa perspectiva dialoga com perspectivas críticas da Educação CTS/CTSA, ao combater visões neutras e autônomas da C&T, bem como destacar a dimensão política da crise socioambiental (Santos, 2008; Lima Júnior et al., 2014).

4. Considerações Finais

Com base nessa categorização, a maioria dos artigos analisados, 15 de 23, relacionam abstratamente os problemas socioambientais às estruturas econômicas, políticas e sociais, enquanto apenas 6 de 23 articulam essa relação de forma concreta. A baixa presença de artigos que não estabelecem essa relação de forma significativa, 2 de 23, pode ser interpretado, em um primeiro momento, como um indício de que, as dimensões estruturais da crise socioambiental estejam sendo abordadas no campo da Educação CTS/CTSA; entretanto, isso não significa um aprofundamento das dimensões econômicas, políticas e sociais da problemática ambiental.

A predominância de relações abstratas, em nosso recorte, pode indicar uma limitação na profundidade da crítica, pois, ao não identificar agentes e interesses de forma concreta, tem-se o risco de cair em uma perspectiva que naturaliza as estruturas capitalistas responsáveis endossando o mito do determinismo tecnológico e ao deslocar o problema a uma questão da administração “racional” dos recursos, reforça-se o mito da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas (Auler; Delizoicov, 2001; Auler, 2011). Por sua vez, os artigos que articulam essa relação de forma concreta, ao identificarem os agentes em conflito, politizar a problemática ambiental e combater os mitos da neutralidade científica trazem o potencial crítico do campo da Educação CTS/CTSA.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

- Auler, D., & Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação*, 7(01), 01-13.
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê?. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 3(02), 122-134.
- Cavalcanti, M. H. D. S., Ribeiro, M. M., & Barro, M. R. (2018). Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS. *Ciência & Educação (Bauru)*, 24(4), 859-874.
- Grant, M. J., & Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health information & libraries journal*, 26(2), 91-108.
- Lima Junior, P., Deconto, D. C. S., Andrella Neto, R., Cavalcanti, C. J. D. H., & Ostermann, F. (2014). Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. *Ciência & educação*, 20(01), 175-194.
- Linsingen, I. V. (2008). Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. *Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)*, 1.
- Santos, F. S. M. D., Lima, L. A., Brito, L. M. V., Bezerra, N. S. R. F., Gonçalves, P. A. T., & Torres, C. M. G. (2020). O Ensino de Biologia com enfoque CTSA: uma abordagem sobre Educação Ambiental e Sustentabilidade no Ensino Médio da rede pública do Estado do Ceará. *Revista Insignare Scientia*, 3(2), 406-427.
- Santos, W. L. P. d. (2008). Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria (Florianópolis)*, 1(1), 109-131.
- Souza, L. C. A. B., & Marques, C. A. (2017). Discussões sociocientíficas sobre o uso de agrotóxicos: uma atividade formativa problematizada pelo princípio da precaução. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), 495-519.
- Strieder, R. B. (2012). *Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Potencial do Aeroporto de Lavras para a Educação Ambiental na Escola Estadual Cristiano de Souza de Lavras, MG.

Edimar Furtado¹, Rogério Custódio², Marina Festozo³, Samuel Hannas⁴

¹Departamento de Biologia/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Biologia/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Disciplina de Matemática – Colégio N. Senhora de Lourdes
Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

ramidesousa2023@gmail.com, rogerio.junior2@estudante.ufla.br,
marina.festozo@ufla.br, samuhannas@hotmail.com,

Abstract. This research focuses on Lavras Airport, located in a rural area bordering the city's urban area. The objective is to understand the airport's potential for environmental education in natural science courses taught at public high schools in Lavras. A bibliographical survey is being conducted on the topic of sustainability at airports, environmental education activities at airports in Minas Gerais, an assessment of the current situation at Lavras Regional Airport and the Lavras Aeroclub, and the legislation of the Civil Aviation Agency (ANAC). The results show that Lavras Airport has specific characteristics that offer potential for environmental education in Lavras schools.

Keywords: Environmental education, Lavras Regional Airport, Sustainability.

Resumo. Esta pesquisa é sobre o aeroporto de Lavras que está localizado na zona rural limítrofe com a área urbana da cidade. O objetivo é conhecer o potencial do aeroporto para a Educação Ambiental nas disciplinas de ciências da natureza das escolas públicas do ensino médio de Lavras. Está sendo realizado o levantamento bibliográfico sobre o tema de sustentabilidade em aeroportos, atividades de educação ambiental em aeroportos de Minas Gerais, levantamento da realidade do Aeroporto Regional de Lavras e do Aeroclube de Lavras e legislações da Agência de Aviação Civil ANAC. Os resultados mostram que o aeroporto de Lavras tem características específicas com potencial para a educação ambiental nas escolas de Lavras.

Palavras-chave: Educação ambiental, Aeroporto Regional de Lavras, Sustentabilidade

1. Informações Gerais

A Escola Estadual Cristiano de Souza na cidade de Lavras, sul de Minas Gerais, está

localizada no bairro Jardim América próxima ao Aeroporto de Lavras.

A disciplina de Biologia no ensino médio da Escola Cristiano de Souza tem atividades pedagógicas com conceitos de ecologia e sustentabilidade. E a educação ambiental constitui-se em um instrumento essencial para a formação cidadã e para a construção de uma consciência coletiva voltada à sustentabilidade.

O Aeroporto de Lavras, classificado como AP-0 segundo o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 107, atualmente sem operações de vôos comerciais, apresenta-se como um ambiente singular para a realização de práticas educativas nas escolas.

Nesse sentido, a utilização de espaços não convencionais, cheios de realidades interdisciplinares como o Aeroporto de Lavras, amplia as possibilidades pedagógicas e favorece a integração entre teoria e realidade socioambiental.

Além de abrigar o Aeroclube de Lavras, o aeroporto realiza atividades técnicas como levantamento de fauna, gerenciamento do risco de fauna, plano de manejo de fauna, gestão de espaço público freqüentado pela população, bem como desafios relacionados ao descarte inadequado de resíduos sólidos e ao abandono de animais.

Dessa forma, a experiência no aeroporto possibilita não apenas o contato direto com problemáticas reais, mas também o desenvolvimento de habilidades investigativas, reflexivas e interventivas por parte dos estudantes. Assim, o potencial do Aeroporto de Lavras para a educação ambiental é relevante tanto para a formação dos alunos quanto para o fortalecimento da consciência comunitária acerca da importância da preservação ambiental e do gerenciamento sustentável dos espaços privados e públicos.

Nesse contexto, a presente pesquisa busca fazer um levantamento bibliográfico sobre educação ambiental em aeroportos. Também está em andamento o levantamento bibliográfico e busca de informações sobre o Aeroporto Regional de Lavras, o Aeroclube de Lavras e aeroportos do sul de Minas Gerais para iniciar estudos sobre as características atuais do Aeroporto Regional de Lavras e seu entorno. Desta forma, a pesquisa irá propor práticas pedagógicas para as disciplinas do ensino médio da Escola Estadual Cristiano de Souza por ser vizinha ao aeroporto. A experiência visa possibilitar o contato direto dos estudantes com problemáticas ambientais reais do Aeroporto de Lavras que é vizinho à escola, estimulando o desenvolvimento de habilidades investigativas, reflexivas e interventivas. Dessa forma, pretende-se contribuir para a formação dos estudantes, gestão sustentável do espaço aeroportuário e consciência ambiental da comunidade.

2. Metodologia

Para esta pesquisa está sendo realizado o levantamento bibliográfico [Sousa 2021] sobre os temas que relacionam educação e aeroportos e também sobre sustentabilidade em aeroportos.

As diversas fontes que estão sendo estudadas são de sites e canais no youtube da Agência Nacional de Aviação Civil ANAC e de empresas de engenharia que realizam atividades de sustentabilidade em aeroportos. Na área da educação é feito o levantamento bibliográfico das atividades realizadas por escolas, vídeos de estudantes nas redes sociais e outras instituições.

Os aeroportos estudados neste levantamento bibliográfico são de Belo Horizonte e sul de Minas Gerais por que estão localizados na grande região do sudeste com clima, fauna e flora semelhantes.

Também realizou-se visitas no aeroporto de Lavras com objetivo de observar e se familiarizar com o espaço do aeroporto e sua relação com a área urbana de Lavras e a população.

3. Aeroporto de Lavras

O Aeroporto Regional de Lavras adota medidas práticas de prevenção, como a capina periódica para evitar a atração de espécies indesejadas e a ronda para verificação das cercas, assegurando a integridade da barreira física contra a entrada de animais. [Alves 2025]

O presente trabalho aborda a relação entre a educação ambiental e o gerenciamento do risco de fauna em aeroportos, tomando como referência a experiência no Aeroporto Regional de Lavras, classificado como AP-0, conforme o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC 107. Nesse sentido, o aeroporto não conta com operações de voos comerciais, mas desempenha papel relevante no setor aeronáutico por abrigar o Aeroclube de Lavras, instituição destinada à formação de pilotos e à difusão da cultura da aviação na região. [ANAC 2025]

4. Resultados e Discussões

4.1 Educação ambiental em espaços não formais de educação: revisão da literatura.

A educação ambiental no Brasil é um campo consolidado e com diversos potenciais como demonstrou Tamiris de Oliveira Spadim (2025), licenciada em ciências biológicas pela Unicamp ,no seu trabalho “Educação Ambiental em Espaços não Formais de Ensino: uma Revisão Sistemática da Literatura” . No entanto, segundo a autora, alguns temas podem ser explorados como: *a relação com a natureza, consciência de pertencimento, afetividades com os espaços e melhor desenvolvimento dos conhecimentos relacionados com as ações educacionais*. Esta pesquisa de Tamiris aponta novos caminhos para o trabalho sobre o potencial do aeroporto de Lavras para a educação ambiental na escola pública de Lavras. [SPADIM 2025]

As viagens aéreas tornaram-se mais acessíveis para a população das classes médias e o número de passageiros que viajam de avião superou o de ônibus, no entanto, aeroportos são espaços historicamente ocupados pelas elites. [O Globo 2025; UOL Infomoney 2012,]. Desta forma, as pontuações da pesquisa da bióloga Tamiris Spadim, trazem potenciais problematizações importantes para trabalhar conhecimentos e consciências dos estudantes da escola pública de Lavras Cristiano de Souza para compreender, além do tema ambiental, as dimensões econômicas, políticas e sociais dos aeroportos e a relação entre a escola e o aeroporto.

Sendo esta a realidade aeroportuária, os temas colocados por Tamiris, como

relação com a natureza, consciência de pertencimento, afetividade com os espaços e conhecimentos científicos das ações de educação no aeroporto são problemas de pesquisa que podem ser trabalhados nas escolas públicas de Lavras de forma crítica.

4.2 Compreensão geral do tema Aeroportos de Minas Gerais e Educação.

O potencial interdisciplinar do Aeroporto de Lavras também se revela de forma expressiva, permitindo a articulação de diferentes áreas do conhecimento. Além da Biologia, podem ser desenvolvidos projetos em Geografia, ao se estudar o uso do solo e a dinâmica territorial; em Química, pela análise de poluentes e resíduos; em Física, ao abordar princípios de aerodinâmica e meteorologia; e em Matemática e Estatística, na interpretação de dados de fauna, clima e tráfego aéreo. Essa diversidade de possibilidades reforça a importância de integrar saberes, oferecendo aos estudantes uma visão abrangente dos desafios ambientais, sociais e tecnológicos presentes no contexto aeroportuário. [GAMMON 2010; @aaei_oficial 2025; CONSOMINAS 2025]

A gestão aeroportuária requer a aplicação de normas técnicas específicas, sobretudo no que se refere ao plano de manejo de fauna e flora e ao gerenciamento do risco de fauna, instrumentos fundamentais para mitigar colisões entre aeronaves e animais. Contudo, a eficácia dessas medidas não depende apenas de ações internas de gestão, mas também da participação ativa da comunidade local, por meio da conscientização e da mudança de práticas cotidianas.

O descarte inadequado de resíduos sólidos, o abandono de animais domésticos e a ocupação desordenada no entorno do aeroporto configuram fatores de risco relevantes, capazes de atrair espécies que comprometem a segurança operacional. Nesse sentido, a educação ambiental emerge como ferramenta estratégica, pois amplia a percepção social sobre a importância da preservação e estabelece uma interface entre a segurança da aviação e a sustentabilidade ambiental.

A interdisciplinaridade é outro aspecto de destaque, pois as atividades desenvolvidas nesse contexto permitem a integração de diversas áreas do conhecimento, como Biologia, Geografia, Física, Química, Matemática e Educação Ambiental. Essa articulação de saberes possibilita compreender de maneira ampla os fatores que influenciam a fauna, o clima, a ocupação do solo e a sustentabilidade de um espaço público que reúne desafios ambientais e tecnológicos. Projetos de investigação, oficinas e práticas de campo podem relacionar dados de fauna a variáveis meteorológicas, análises químicas de solo e água, cálculos estatísticos de incidência de espécies e estudos sobre impactos antrópicos, fortalecendo a formação científica dos alunos. [GAMMON 2010; @aaei_oficial 2025; CONSOMINAS 2025]

Outro ponto relevante é a capacidade do aeroporto de estimular a participação ativa da comunidade escolar e do entorno em atividades de educação ambiental. Visitas monitoradas, programas de voluntariado e campanhas de conscientização podem gerar uma rede colaborativa de moradores, professores e estudantes, fortalecendo o sentimento de pertencimento e de cuidado com o espaço público. Essas experiências favorecem a criação de vínculos sociais e incentivam o desenvolvimento de competências voltadas à solução de problemas ambientais reais. [GAMMON 2010;

@aaei_oficial 2025; CONSOMINAS 2025]

5. Conclusão

O aeroporto demonstra um potencial notável como ambiente não formal de aprendizagem, no qual estudantes e comunidade podem vivenciar experiências educativas fora dos limites da sala de aula.

Esse tipo de espaço favorece a aproximação entre teoria e prática, tornando o processo de ensino mais dinâmico e significativo, ao mesmo tempo em que desperta a curiosidade científica e o senso crítico dos participantes. A vivência em um cenário real amplia a compreensão de temas como manejo de fauna, descarte correto de resíduos, impactos da ocupação urbana e estratégias de mitigação de riscos ambientais.

Ao envolver moradores, estudantes e gestores públicos em práticas educativas e ações preventivas, cria-se um senso coletivo de responsabilidade sobre a preservação dos ecossistemas e a gestão sustentável do aeroporto. Essa participação ativa favorece a construção de políticas locais de sustentabilidade e o compartilhamento de boas práticas, transformando o Aeroporto Regional de Lavras em um laboratório vivo de educação ambiental, cidadania e desenvolvimento sustentável. Dessa forma, o espaço não apenas contribui para a segurança operacional, mas também se consolida como um exemplo de integração entre ciência, sociedade e meio ambiente, capaz de inspirar iniciativas semelhantes em outros contextos regionais.

Conclui-se que a implementação de programas educativos com o Aeroporto Regional de Lavras e Aeroclube de Lavras voltados à comunidade de Lavras são essenciais para o sucesso do gerenciamento do aeroporto assegurando não apenas a segurança das operações aéreas, mas também a conservação do equilíbrio ecológico local. O fortalecimento da consciência ambiental da comunidade emerge como resultado indispensável.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

6. Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Oficial ANAC. Webnário Avaliação Sustentável: O papel dos aeroportos na sustentabilidade do setor aéreo (08/06/2021). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mxsmai87Ix0>. Acesso em: 27 de set. 2025.
- ALVES G.P. Análise do plano de manejo de fauna em aeródromo (PMFA) do aeroporto regional de Lavras (SSOL). Nota técnica nº141/2025. CONSANE CONSÓRCIO REGIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO, 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Procedimentos Básicos de Gerenciamento do Risco da Fauna. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-153-501-001>

Acesso em 27 de set. 2025.

ASSOCIAÇÃO DE APOIO A EDUCAÇÃO INFANTIL. Visita ao Aeroclube de Lavras. Instagram @aaei_oficial. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/DOrqG-EbNT/>. Acesso em 28 set. 2025.

CAVALCANTI G. Avião supera ônibus em viagens no país pela 1ª vez desde 2020. Disponível em: https://oglobo.globo.com/economia/noticia/2025/10/02/aviao-supera-onibus-em-viagens-no-pais-pela-1a-vez-desde-2020.ghtml?utm_source=Facebook&utm_medium=Social&utm_campaign=O%20Globo. Acesso em 1 de nov de 2025.

INFOMONEY. Gastos da classe média com viagens aéreas crescem 277 % em dez anos. Disponível em: [infomoney/2012/07/30/gastos-da-classe-media-com-viagens -aereas-crescem-277-em-dez-anos.htm](https://infomoney.com.br/2012/07/30/gastos-da-classe-media-com-viagens-aereas-crescem-277-em-dez-anos.htm). Acesso em 1 de nov de 2025.

CONSOMINAS ENGENHARIA LTDA. Programa de Educação Ambiental do Aeroporto de Confins – Belo Horizonte/MG. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZT6OSv7gQmE>. Acesso em 27 de set. 2025.

CONSOMINAS ENGENHARIA LTDA. Programa de Educação Ambiental do Aeroporto de Pampulhas – Belo Horizonte/MG. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XsruBrUE3UQ>. Acesso em 27 de set. 2025.

EPTV. Movimento em aeroporto cresce com alta do turismo de negócios e atrai empresários em Varginha. EPTV, Sul de Minas, 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2025/07/16/movimento-em-aeroporto-cresce-com-alta-do-turismo-de-negocios-e-atrai-empresarios-em-varginha-mg.ghtml>. Acesso em 27 de set. 2025.

GAMMON. Aeroclube de Lavras foi visitado pelos alunos do primeiro ano do Gammon. 2010. Disponível em: <https://www.jornaldelavras.com.br/index.php?p=10&tc=4&c=557&catn=2&sca tn=36>. Acesso em 28 set. 2025.

SPADIM T. O. et.al. Educação Ambiental em Espaços não Formais de Ensino: uma Revisão Sistemática da Literatura. V Simpósio de Pesquisa em Educação para a Ciência. SIPEC, 2025.

SOUSA A.S. A pesquisa bibliográfica: Princípios e Fundamentos. Cadernos FUCAMP, V.20, n.43, p.64-83,2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336/1441>. Acesso em 27 de set. 2025.

Escola de Enfermeiras da Cruz Vermelha de Lavras (MG), 1938 a 1945.

Rogério C. de O. Júnior ¹, José Alberto Casto Nogales Vera ²

¹Departamento de Biologia/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Física/DFI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

rogerio.junior2@estudante.ufla.br, jnogales@ufla.br

Abstract: This research focuses on modern thought at the Red Cross School of Nursing in Lavras, in 1938. It is a study in the history of mentalities and microhistory, analyzing letters, photographs, documents, course syllabi, exams, and graduation document. To study this history, Hegel's Phenomenology of Spirit will be used. The school was composed of young female students, marked by inequality and poverty, shaped by the 1935 curriculum, the Estado Novo regime, the capital Rio de Janeiro, World War II, physician professors, a military officer, and a congressman. Teachers and students at this school were experiencing forms of consciousness that emerged from contradictions—the immanent law of reflection—and from the movement of preserving, negating, and transcending this reality.

Keywords: Lavras Red Cross Nursing School, Modern Thought, Hegel.

Resumo. Esta pesquisa é sobre o pensamento moderno na Escola de Enfermeiras da Cruz Vermelha de Lavras, fundada em 1938. Trata-se de um estudo de história da mentalidade e micro-história que analisa cartas, fotos, documentos, grade de disciplina, provas e ATA de formatura. E para olhar este passado e escrever sobre utiliza a obra Fenomenologia do Espírito de Hegel. A escola era composta por alunas jovens mulheres, desigualdade e pobreza, currículo de 1935, o Estado Novo, capital Rio de Janeiro, 2ª guerra mundial, professores médicos, um militar e um deputado. Professores e alunas desta escola estavam experimentando formas de consciência que surgiam das contradições, lei imanente da reflexão, e do movimento de conservar, negar e elevar desta realidade.

Palavras-chave: Escola de Enfermeiras da Cruz Vermelha de Lavras, Pensamento Moderno, Hegel.

1. Informações Gerais

O nome da Escola de Enfermeiras da Cruz Vermelha, Filial de Lavras, fundada em 1938, era Marechal Antônio Ferreira do Amaral. A escolha do nome foi em homenagem ao diretor da primeira escola de enfermeiras da Cruz Vermelha Brasileira no Rio de Janeiro em 1914 e presidente da instituição que inaugurou a sede nacional em 1923 no Rio de Janeiro, capital do Brasil.

No início do século XX, Lavras era uma cidade pequena, mas destacava-se com a Santa Casa, teatro e diversas instituições escolares, tornando-se, assim, pólo regional. As fotos antigas mostram o centro urbano com casarões, ruas de terra e casas simples na periferia. A cidade está localizada no sul de Minas Gerais, próxima ao Rio Grande e a 400 km da capital do Rio de Janeiro.

A história desta escola de enfermeiras está marcada pela época da 2ª guerra mundial com o presidente Getúlio Vargas e o Estado Novo. O diretor era o Dr. Paulo Menicucci e os gestores eram o capitão Francisco Ribeiro e o secretário João Baptista. O curso era de 2 anos e formou turmas até o fim da 2ª guerra mundial em 1945.

O objetivo dessa pesquisa é reviver a história deste curso de enfermeiras para conhecer seus sujeitos, discursos, objetos e práticas. Com esse espírito, busca-se olhar a experiência da consciência racional dessa comunidade escolar utilizando a Fenomenologia do Espírito de Hegel.

2. Revisão da Literatura

As enfermeiras brasileiras do início do século XX e as escolas de enfermagem da Cruz Vermelha Brasileira foram temas de pesquisas de doutorado nas maiores universidades brasileiras, UNICAMP e USP. Duas teses mostram parte desta história da modernização e cientificação da profissão das enfermeiras e dessas escolas de saúde.

Donizete Vago Daher pesquisou no doutorado na UNICAMP a formação do campo de conhecimentos da enfermagem no Brasil na revista Annaes de Enfermagem. O título da sua tese em 2003 foi “A Invenção da Era Nova: a revista Annaes de Enfermagem e o processo de produção do campo de conhecimento da enfermagem no Brasil - 1932 a

1950". Resultados encontrados mostram estratégias de cientificação e modernização da enfermagem brasileira [Daher 2003].

Maria Cristina da Cruz Mecone pesquisou no doutorado na USP a Escola de Enfermagem da Cruz Vermelha Filial do Estado de São Paulo. O título da sua tese em 2016 foi: "O modelo militar no ensino de enfermagem: um olhar histórico sob a perspectiva foucaultiana". Resultados encontrados mostram análises dos jogos de poder, saber e verdade na formação da escola e das enfermeiras [Mecone 2013].

3. Teorias e Método

Para estudar este passado e escrever sobre o pensamento moderno presente na escola será utilizada a obra Fenomenologia do Espírito de Hegel.

“Para Hegel, a filosofia, em especial a que utiliza o método dialético, possui grande capacidade de interpretação da realidade a partir da racionalidade,” [Francisco Almeida p.56 2020].

Operar as categorias da fenomenologia de Hegel nesta pesquisa requer mapear os sujeitos e objetos da escola, reconstruindo sua realidade; trata-se então de operações de pesquisa da história das mentalidades e micro - história. A história das mentalidades foi apresentada pelo professor José D' Assunção na sua obra "O Campo da História: especialidades e abordagens". Na obra, o caminho metodológico estabelecido pela comunidade de historiadores que se dedicou à história das mentalidades elegem três práticas possíveis:

“tratamentos metodológicos que os historiadores das mentalidades têm empregado na sua ânsia de captar os modos coletivos de pensar e sentir, poderemos registrar precisamente (1) a abordagem serial, (2) a eleição de um recorte privilegiado que funcione como lugar de projeção das atitudes coletivas (uma aldeia, uma prática cultural, uma vida), ou finalmente (3) uma abordagem extensiva de fontes de naturezas diversas. [José D' Assunção, p. 40, 2008].

4. Fenomenologia do Espírito de Hegel

Fenomenologia do Espírito de Hegel: A definição de fenomenologia no dicionário Hegel é o estudo de aparências, tornar-se visível. [Michael Inwood p.139, 1997]. “Para Hegel a fenomenologia do Espírito é a ciência que mostra a sucessão das diferentes formas ou fenômenos da consciência até chegar ao saber absoluto”. [J Ferrater Mora p. 1018]). Hegel não representa o entendimento e a razão como operações que sujeitos

realizam sobre conceitos e objetos, mas são partes das entidades e estão relacionados aos objetos que passam por desenvolvimento temporal dos conceitos e hierarquias não-temporais. [Beiser 2014, Nobrega 2009, Pertille 2013]

Dialética (Aufhebung): O conceito de dialética em Hegel relaciona o ser e o pensar como uma unidade orgânica viva [José Pinheiro Pertille, 2013] que são resultados da razão histórica. A dialética possui várias etapas nesta ciência da experiência da consciência, o vir a ser do saber dinâmico: negatividade, positividade e progresso. Então procura converter em verdade a oposição imanente entre objetividade e subjetividade, isto é o suprasumir. Assim, aufhebung é uma meta categoria da lógica hegeliana que “permite ampliar o discurso lógico em direção à realidade da natureza e do espírito” [Beiser 2014, Nobrega 2009, Pertille 2013]

Certeza sensível: A certeza sensível na Fenomenologia do Espírito de Hegel é o início, a primeira forma, da ciência da experiência da consciência. Se baseia em verdades imediatas do eu e do objeto. É esta forma de consciência que experimentará na fenomenologia a dissolução da verdade, as modificações do Eu e do objeto para suprasumir nas formas superiores de consciência.

[Der konkrete Inhalt] O conteúdo concreto da certeza sensível faz aparecer imediatamente essa certeza como o mais rico conhecimento... Além disso, a certeza, sensível aparece como a mais verdadeira, pois do objeto nada ainda deixou de lado, mas o tem em toda a sua plenitude, diante de si. [Hegel p.74, 2008]

5. A Escola de Enfermeiras da Cruz Vermelha de Lavras.

5.1 A realidade da escola e a razão

As fontes históricas da escola são diversificadas: FOTOS, DOCUMENTOS, CARTAS, NOTÍCIAS DE JORNAIS LOCAIS, GRADE DE DISCIPLINAS, PROVAS, CURRÍCULO DE EGRESSA, ATA DE FORMATURA [Museu Bi Moreira 1983, Passos de Carvalho 2008] .Com estas fontes históricas está sendo possível conhecer sujeitos e objetos da escola e reconstruir historicamente a realidade hegeliana.

O sucesso político e tecnológico imediato da escola com ricos conhecimentos aparece nas fotos, cartas e ATA de formatura de 1940. Esta política e tecnologia estão unidas aos conceitos de saúde e sociais da escola formando uma realidade. Esta realidade constitui formas de consciência resultantes destas experiências em Lavras. Então o itinerário da fenomenologia do espírito de Hegel da escola de enfermeiras se

move com: (1) a contradição interna histórica e hierárquica, (2) a infelicidade e o desespero da consciência quando perde uma verdade, (4) a razão negativa e (5) a razão especulativa ou positiva. [Beiser 2014, Nobrega 2009, Pertille 2013].

Existem movimentos dialéticos na escolha do nome histórico da escola e na carta quando comparam Lavras antes e depois afirmando que chegou na cidade a civilização e o progresso. [Museu Bi Moreira 1983, Passos de Carvalho 2008, Cruz Vermelha Brasileira]. Mas as causas da pobreza e estado do corpo das crianças é uma parte da realidade que é pouco discutida nas fontes históricas da escola. Desta forma, a pobreza e o estado do corpo das crianças não é a realidade onde a contradição e dialética hegeliana imanescentes se moveram muito criticamente. Embora estivesse sendo criada nova realidade de saúde, caridade e enfermagem.

A grade de disciplina e currículo da escola foram construídos com vocabulários técnicos médicos, com este espírito ocorria o ensino de enfermagem [Museu Bi Moreira 1983]. As práticas eram realizadas na Santa Casa e no Dispensário da Cruz Vermelha.

A realidade e as consciências tinham uma forma de certeza sensível hegeliano -“certeza sensível faz aparecer ... essa certeza como o mais rico conhecimento... Além disso, a certeza sensível aparece como a mais verdadeira,” [Hegel p.75 2008]. Este rico conhecimento é imanente ao contexto do governo autoritário do Estado Novo, à 2ª guerra mundial e ao colonialismo tecnológico do período de desenvolvimento econômico do Brasil dependente dos empréstimos dos EUA e da importação de tecnologia da Cruz Vermelha Internacional.

O sucesso tecnológico e político da escola é mostrado em fotos, carta de 1939 e ATA de formatura, com: (1) FOTOS E ATA DE FORMATURA - uso do teatro e do palacete Max, presença de autoridades, discursos sobre o Estado Novo, destaque a carreiras científicas e políticas, definições sobre a identidade e prática das enfermeiras; (2) CARTA - chega em Lavras o progresso e da civilização com este curso de enfermeiras. [Museu Bi Moreira 1983]

Este sucesso político e tecnológico da escola está ligado ao currículo com disciplinas técnicas e médicas para prática de enfermagem. Também está ligado ao conceito de caridade da Cruz Vermelha de Lavras e à atuação de enfermeiras práticas voluntárias no Instituto da Infância. Como se movem as consciências em relação aos corpos das crianças nesta nova realidade?

Há formas de razão histórica e hierarquia sobre os corpos das crianças atendidas pela Cruz Vermelha de Lavras [Museu Bi Moreira 1983]. Com a chegada da escola de enfermeiras estes corpos passam a ser unidos ao novo espírito da escola (sucesso tecnológico e político, currículo médico e prático e Estado Novo). É imanente a esta realidade a contradição e dialética hegeliana, portanto há transformações racionais em relação aos corpos das crianças.

5.2 O que é real da escola de enfermeiras é racional.

A realidade de Hegel é sujeito (razão) e total, na historiografia esta realidade também é composta pelo que está silenciado nas fontes históricas. Esta ideia silenciada nas fontes também é a dinâmica de movimento da realidade e relaciona este não dito com o que está registrado e explícito nas fontes. Neste não dito historiográfico pode ocorrer o tiro de pistola no pensamento porque têm existências materiais e sociais concretas, mas por razões históricas e hierárquicas foram silenciadas.

Enfermeira chefe Francisca Augusta está ausente como profissional nas fontes históricas da escola, sua presença surge somente na foto da inauguração e com a bandeira na formatura. No entanto, ela trabalhava na Cruz Vermelha e as aulas do curso eram na sua casa. Ela administrava serviços para a população e tinha acumulado importantes experiências como enfermeira trabalhando com equipes médicas na Revolução de 1932, durante muitos anos dirigiu o Instituto da Infância da Cruz Vermelha de Lavras que alimentava crianças carentes de Lavras.[Museu Bi Moreira 1983, Passos de Carvalho 2008].

Há poucos conteúdos políticos nas fontes históricas sobre a relação entre saúde e desigualdades, renda, educação e sobre o estado dos corpos da população. A solução oferecida para a população era a própria escola de enfermeiras de Lavras com o conceito de caridade da Cruz Vermelha, IN PACE ET IN BELLO CARITAS, no contexto do Estado Novo e da urgência da 2ª guerra mundial. [Museu Bi Moreira 1983]

5.3 A dialética (Aufhebung)

As alunas da escola de enfermeiras de Lavras estavam no itinerário da Fenomenologia do Espírito na escola. As contradições e etapas da dialética hegeliana na fundação e gestão da escola e nas solenidades oficiais podem ser identificadas nas fontes históricas da escola: conservar, negar e elevar. Com estas categorias da fenomenologia formavam jovens mulheres enfermeiras. [Francisco Nóbrega 2009; Frederick Beiser 2014; Hegel 2008]

(1) Conservaram um espaço de experiências do passado ligado à capital do Rio de Janeiro quando escolheram usar o nome do Marechal Antônio Ferreira do Amaral para nomear a Escola de Enfermeiras da Cruz Vermelha Filial de Lavras. O senhor Marechal Antônio Ferreira do Amaral foi diretor da primeira escola de enfermagem da Cruz Vermelha Brasileira no Rio em 1914 e como presidente da instituição inaugurou a sede nacional no Rio de Janeiro em 1923. Este espaço de experiência cultural, tecnológico, de saúde e educação do Rio de Janeiro era muito significativo na realidade do Brasil na época e muito presente nas fontes históricas da escola de enfermeiras e Cruz Vermelha de Lavras.

(2) Negava - se um passado de Lavras ao citar na carta escrita e enviada para a sede da Cruz Vermelha Brasileira no Rio afirmando que chegou a Lavras o progresso e a civilização com a escola de enfermeiras. A realidade lavrense da época tinha infraestrutura precária para a população carente, ruas de terra no centro, falta de saneamento básico, alta mortalidade infantil e a Santa Casa passava dificuldades financeiras. Em relação à Cruz Vermelha Filial de Lavras, muitas enfermeiras que auxiliavam os trabalhos eram profissionais práticas e sem formação. As contradições internas e a dialética hegeliana estava em movimento em Lavras nestas reuniões, aulas e cerimônias.

(3) Eleva-se nova cidade de Lavras histórica e hierárquica no contexto do Estado Novo, da urgência da 2^a guerra mundial e ligada ao Rio de Janeiro. As carreiras do capitão Francisco Ribeiro e Dr. Paulo Menicucci são conteúdos concretos destas ideias. Discutiam estes conhecimentos em reuniões da Cruz Vermelha de Lavras, então formava-se o espírito da escola. Assim, moviam - se os pensamentos com contradições internas e dialéticas criando novas consciências e formando jovens mulheres enfermeiras com esta nova realidade racional.

6. Conclusão

As experiências da consciência nessa Escola de Enfermeiras têm várias categorias específicas de Lavras, do período histórico da 2^a guerra mundial, do Estado Novo e está unida ao espírito do diretor e dos gestores da escola que procuravam melhorar as condições de saúde da população utilizando a razão histórica e hierárquica de suas carreiras filantrópicas, médicas, militares e políticas. Isto determinou nova realidade.

O sucesso político e tecnológico da escola está unido às condições de vida da população carente e ao estado dos corpos das crianças formando uma realidade com

determinas consciências e razão. Estas contradições são imanentes às tecnologias e realidades sociais formando novas consciências.

Este pensamento possui características que indicam a existência da certeza sensível hegeliana nas consciências. Ou seja, há uma certeza dos ricos conhecimentos da escola de enfermeiras ligada ao Rio de Janeiro no contexto do Estado Novo. Esta certeza sensível afirmada em discursos alterava a racionalidade sobre a saúde, a vida da população e os corpos humanos de Lavras. Assim formavam jovens mulheres enfermeiras com habilidades técnicas de enfermagem, praticando a caridade da Cruz Vermelha de Lavras e da enfermeira Francisca Augusta e com a consciência do sucesso tecnológico e político da escola de enfermeiras em Lavras.

Por fim, na história da saúde do Brasil, importantes formas de pensamento iriam começar a surgir no período histórico do fim da ditadura militar de 68 e promulgação da nova constituição de 1988, quando surgiu o conceito de sistema de saúde universal e integral. A realidade social da desigualdade, pobreza e o estado dos corpos da população se tornaram objetos nas contradições imanentes do pensamento e dialética hegeliana formando nova racionalidade do povo brasileiro. Este histórico itinerário da fenomenologia do espírito da saúde brasileira teve importantes contribuições da consciência política e científica do Dr. Sergio Arouca, médico sanitário e presidente da Fiocruz em 1985.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

7. Referências

ALMEIDA F. A. F. A racionalidade do real em Hegel: contingência ou efetividade: uma breve análise do prefácio da filosofia do direito. Polymatheia Revista de Filosofia, Universidade Estadual do Ceará, UECE. Fortaleza, Volume 13, Número 22, Jan/Jun 2020. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/revistapolymatheia/article/view/5722/4617>. Acesso em: 04 jul 2025.

BARROS J. D'A. O campo da história: especialidades e abordagens. Ed. Vozes. Petrópolis. 2013.

BEISER F.C. Hegel. São Paulo. Ed. Ideias & Letras. 2014

CARVALHO J.P. Epítome Histórica da Cruz Vermelha. Lavras: Gráfica Tipuana, 2008.

CRUZ VERMELHA BRASILEIRA. A história da escola de enfermeiras da Cruz Vermelha Brasileira. Disponível em: <https://memoriadacruzverme.wixsite.com/memoriacvb/servios-2>. Acesso em 26 de set 2025.

DAHER D.V. A Invenção da Era: a revista Annaes de Enfermagem e o processo de produção do campo de conhecimento da enfermagem no Brasil - 1932 a 1950. Tese de doutorado. UNICAMP, 2003.

HEGEL, G.W.F. Fenomenologia do Espírito. 5ª ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

INWOOD, M. Dicionário Hegel. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997

JUNGES M., COSTA A. Superar, aniquilar e conservar – A filosofia da história de Hegel. Disponível em: <https://www.ihuonline.unisinos.br/artigo/5229-jose-pinhoero-per-tille-1>. Acesso em 16 de set 2025

LIMA W.S. A certeza sensível na “Fenomenologia do Espírito” de Hegel. Monografia. UFC, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/51238/1/2018_tcc_wslima.pdf. Acesso em 19 de set 2025

MECONE, M. C. C. O modelo militar no ensino de enfermagem: um olhar histórico sob a perspectiva foucaultiana. 2014. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/7/7140/tde-07012015-103236/>. Acesso em: 15 set. 2025

MORA J.F. Dicionário de Filosofia. 2ª ed. São Paulo, Loyola, 2004.

MUSEU BI MOREIRA. Livro da Cruz Vermelha Filial de Lavras. Universidade Federal de Lavras, UFLA. 1983.

NOBREGA F. P. Compreender Hegel. Petrópolis. Ed. Vozes, 5ª edição. 2009.

A crônica “Os tais higienistas” de Lima Barreto: estabelecendo um diálogo entre arte, educação científica e ambiental

Autor 1¹, Autor 2², Autor 3³

Amanda Pádua Castro Moreira¹, Laise Vieira Gonçalves Ribeiro², Antonio Fernandes Nascimento Junior³

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{amanda.moreira4@estudante.ufla.br, laiseribeiro@ufla.br,
antoniojunior@ufla.br}

Abstract. *The purpose of this work is to carry out an analysis of the chronicle “Os tais higienistas”, by Lima Barreto, in order to understand whether there are possibilities of working with the artistic work in an interdisciplinary teaching proposal in Sciences, based on the conception that the work can be configured as a critical and contextualized proposal of scientific knowledge and its socio-environmental and economic issues of that time, especially in Rio de Janeiro society. The work's appreciation was developed through a qualitative analysis, which allowed us to identify these aspects in its excerpts and conclude the possibility of developing practices and knowledge in the aforementioned areas. At the beginning of the 20th century, Brazil was undergoing a period of profound political, social, and scientific transformations. In this context, medicine assumed a central role in the construction of an ideal of a modern, civilized, and healthy nation. One of the most emblematic figures of this project was physician Carlos Chagas, internationally recognized for the discovery of Chagas disease in 1909 and for his work in public health. However, his trajectory is also intertwined with the advancement of eugenics thought in Brazil, an ideology that sought to “improve” the national population through the biological and social control of certain groups considered degenerate or inferior. **Keywords:** science teaching, hygiene, racism.*

Resumo. *A finalidade do presente trabalho é realizar uma análise da crônica “Os tais higienistas”, de Lima Barreto, a fim de compreender se há possibilidades de trabalhar com a obra artística em uma proposta de ensino interdisciplinar em Ciências, a partir da concepção de que a obra pode se configurar como uma proposta crítica e contextualizada do conhecimento científico e suas questões socioambientais e econômicas daquela época, em especial, na sociedade carioca. A apreciação da obra se desenvolveu por meio de uma análise qualitativa, que permitiu identificar em seus trechos tais aspectos e concluir a possibilidade de desenvolver práticas e conhecimentos em áreas citadas. No início do século XX, o Brasil atravessava um*

momento de profundas transformações políticas, sociais e científicas. Nesse contexto, a medicina assumiu um papel central na construção de um ideal de nação moderna, civilizada e saudável. Uma das figuras mais emblemáticas desse projeto foi o médico Carlos Chagas, reconhecido internacionalmente pela descoberta da Doença de Chagas em 1909 e por sua atuação na saúde pública. Contudo, sua trajetória também se entrelaça com o avanço do pensamento eugenista no Brasil, uma ideologia que buscava “melhorar” a população nacional por meio do controle biológico e social de determinados grupos considerados degenerados ou inferiores.

Palavras-chave: ensino de ciências, higienismo, racismo.

1. Introdução

O Ensino de Ciências na Educação Básica tem, por objetivo, propor aos estudantes o interesse de conhecer a natureza, bem como instigar a sua curiosidade pelos conhecimentos da ciência e de seus diálogos. Segundo Serra (2012), a promoção desse interesse e curiosidade permitirá ao estudante uma visão ampla da realidade que o cerca, seja da sua cidade, do seu estado ou de seu país. Sendo assim, a busca por propostas pedagógicas que sugiram o encantamento dos alunos se faz necessária, como uma forma de apropriação dos conhecimentos relacionados às diversas expressões artísticas como poemas, crônicas, músicas e artes plásticas, dentre outras, por indicar práticas que promovam um olhar para a cultura, história, conceitos sociais e filosóficos, para além do conteúdo.

A crônica de Lima Barreto propõe um mergulho na história científica e social de nosso país. Para isso, podemos voltar ainda no século XIX, com a descoberta de que os microrganismos eram causadores de diversas doenças. Logo, a higienização dos alimentos, a fervura da água ou mesmo o incentivo à higiene pessoal se tornaram recomendações médicas cotidianas para evitá-las. Assim como os cuidados médicos pessoais, diversas outras medidas de higienização também passaram a ser adotadas. Na Europa do final do século XIX, cidades como Londres e Paris, incluíam em seus projetos de urbanização a reforma e modernização das redes de coleta de esgoto e águas pluviais. Desta forma, inúmeras doenças, como a cólera, foram enfim controladas.

É neste contexto que surgem, no Brasil do início do século XX, os chamados higienistas. Neste presente trabalho, analisaremos o movimento higienista a partir da crônica “Os tais higienistas”, publicada por Lima Barreto em 1920.

2. Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido durante as aulas da disciplina de Estudo e Desenvolvimento de Propostas de Ensino Interdisciplinares em Ciências pós-graduação em Educação Científica e Ambiental. Como norteador metodológico, para a interpretação da crônica de Lima Barreto, denominada “Os tais higienistas”, utilizou-se a análise de conteúdos de acordo com Bardin (1977), em que primeiramente fez-se a leitura da crônica na íntegra; posteriormente foram discutidos possíveis eixos a partir de palavras, expressões e contextos comuns em que eram mais expressivos e que representariam possíveis eixos temáticos e, por fim, na terceira etapa, baseou-se em uma análise de contextualização histórica, científica e social.

3. Resultados e Discussões

A partir da análise foram construídos três eixos principais: econômico, socioambiental e biológico os quais serão apresentados abaixo.

3.1 - Eixo Econômico

Carlos Chagas é, sem dúvida, uma figura fundamental na história da medicina brasileira, mas sua atuação precisa ser compreendida criticamente no contexto de um projeto de nação marcado por exclusão e controle social, o que a crônica de Lima Barreto faz com maestria, principalmente no sentido econômico.

“Não vê que é preciso dinheiro para se ter boa alimentação, vestuário e domicílio, condições primordiais da mais elementar higiene; entretanto, por isto ou por aquilo, a maioria da população do Brasil se debate na maior miséria, luta com as maiores necessidades, não podendo obter aqueles elementos de vida senão precariamente, mesmo assim custando-lhe os olhos da cara.”(Barreto, 2015)

Segundo Marx (2013), nas sociedades capitalistas, a ideologia dominante é aquela que serve à manutenção da estrutura de poder da classe dominante. Como também afirma em *A Ideologia Alemã*, “*as ideias dominantes em cada época sempre foram as ideias da classe dominante*”. O discurso sanitário e eugenista, ao naturalizar a inferioridade de determinados grupos sociais, atuava como instrumento de dominação ideológica, culpabilizando os pobres por sua condição e ocultando as causas estruturais da desigualdade, como a exploração da força de trabalho, o racismo estrutural e a ausência de políticas públicas efetivas.

No início do século XX, o Rio de Janeiro, então capital do Brasil, enfrentava profundas transformações no contexto da chamada modernização republicana. Sob o comando de Pereira Passos (prefeito de 1902 a 1906) e com o apoio do governo federal, a cidade passou por reformas urbanas intensas que ficaram conhecidas como a “Reforma Passos”.

O discurso higienista foi fundamental nesse processo. Carlos Chagas, Oswaldo Cruz e Eduardo Rabello não apenas defendiam melhorias sanitárias, mas também associavam pobreza à sujeira e ao atraso, tratando o corpo do trabalhador como ameaça à ordem pública. O higienismo funcionava, portanto, como um instrumento ideológico de controle social. Segundo Machado (1978), a medicina do período deixava de lado a cura de doenças para atuar como tecnologia de poder, controlando espaços e corpos.

Essa “higienização” da cidade, do ponto de vista marxista, corresponde à reorganização espacial do capital urbano. A classe dominante precisava transformar o centro da cidade em espaço comercial e turístico, expulsando os antigos moradores que não tinham “valor de troca” naquele contexto. Como explica Marx (2013), o capital “nasce suando sangue e lama por todos os poros, da cabeça aos pés”, e isso se evidencia na maneira como o projeto burguês de cidade foi implantado com repressão, remoções e violência institucional, como na Revolta da Vacina de 1904, quando a população reagiu às imposições autoritárias do Estado sob pretexto sanitário.

A figura de Carlos Chagas, frequentemente exaltada como herói da ciência brasileira, é reavaliada de forma crítica por Lima Barreto em seu texto “Os tais higienistas”, no qual o escritor denuncia a arrogância e a pretensão de neutralidade da medicina sanitarista do início do século XX. O discurso médico, especialmente o higienista, segundo Lima, não apenas ignorava as condições materiais de vida da população pobre, mas também culpabilizava os próprios pobres por sua miséria — uma posição que o escritor ironiza com acidez.

Carlos Chagas, embora cientificamente relevante, é retratado por Lima Barreto como alguém cuja atuação refletia uma aliança tácita com os interesses da elite,

preocupada em "limpar" a cidade e controlar os corpos populares. Como observa o escritor, os médicos pareciam mais interessados em doutrinar do que em compreender a verdadeira origem da pobreza e das doenças: *"Eles se irritam, se indignam e não pensam na solução verdadeira, que está em melhorar as condições de vida da gente"* (Barreto, 2015).

3.2 – Eixo Socioambiental

Carlos Chagas, embora amplamente reconhecido por suas contribuições científicas, participou ativamente da legitimação do projeto higienista, especialmente no campo da saúde pública. Sua atuação no combate à doença de Chagas e às endemias rurais, assim como sua visão sobre os pobres urbanos, estava associada a um paradigma sanitaria que via a marginalidade não como produto da estrutura socioeconômica, mas como falha individual ou comunitária. Essa postura se alinha ao que Marx denomina de ideologia dominante, que "apresenta os interesses da classe dominante como interesses universais" (Marx & Engels, 2007).

Podemos ver no trecho da crônica de Barreto: *"o equilíbrio de outras condições da vida atual com as necessidades da higiene, ele não vê"* que nesse contexto, a favela surge não como uma escolha, mas como imposição histórica determinada pela lógica capitalista de ocupação do solo urbano. A política de remoção dos pobres das áreas valorizadas do centro visava abrir espaço para a expansão do capital imobiliário e do comércio, evidenciando que a cidade moderna era pensada para a burguesia, enquanto aos trabalhadores restava a periferia. A favelização, portanto, deve ser compreendida como uma consequência direta da reestruturação urbana capitalista e da ação ideológica de agentes como os higienistas, entre eles Carlos Chagas.

Naquele período, a então capital da República, vivia um momento de intensas transformações sociais, econômicas e urbanas. A cidade enfrentava grandes desafios sanitários, como a proliferação de doenças infecciosas (febre amarela, varíola, peste bubônica e tifo), agravados pelas precárias condições de moradia, ausência de saneamento básico e superlotação nos cortiços. Diante desse quadro, o governo federal, especialmente sob o mandato do presidente Rodrigues Alves (1902–1906), adotou uma série de medidas de reurbanização e higienização que foram profundamente influenciadas pelo pensamento médico higienista da época.

O higienismo era uma corrente médico-social que defendia a relação direta entre saúde pública, ordem social e desenvolvimento nacional. Para os higienistas, como Carlos Chagas, Oswaldo Cruz e Eduardo Rabello, a solução para os problemas sanitários urbanos passava pela transformação física da cidade e pelo controle dos hábitos da população pobre. Esse pensamento foi decisivo na formulação das políticas públicas do período, especialmente no campo do saneamento e da reforma urbana.

O processo de urbanização higienista estava, portanto, articulado ao projeto político da elite republicana, que buscava uma cidade "moderna", aos moldes europeus, mas sem integrar as classes populares a esse ideal de modernidade. O historiador Sidney Chalhoub (1996) ressalta que a política de remoções e o saneamento seletivo contribuíram diretamente para a exclusão territorial dos pobres, favorecendo a ocupação irregular de morros e encostas, o que deu origem ao fenômeno da favelização.

3.3 - Eixo Biológico

Durante muitos séculos houve diversas tentativas de caracterizar os seres humanos. Um dos conceitos de raça mais utilizados até hoje (ainda que ultrapassados) é o do naturalista Carl Vonn Lineu, conhecido como pai da taxonomia. Em 1735, em sua obra *Systema Naturae*, o naturalista sugere a existência de quatro raças dentro da espécie humana: o europeu, o africano, o americano e o asiático.

De maneira simples, a eugenia estabelecia que determinados grupos, tidos como indesejáveis – *negros, latinos, judeus, ciganos, deficientes, entre outros*, deveriam ter seu crescimento interrompido através de esterilização em massa. Era comum o pensamento de que estes grupos atrasavam o avanço das sociedades. Além da preocupação em relação à natalidade dos grupos em si, havia ainda o temor de que o cruzamento de indivíduos da raça branca com os tidos como inferiores causaria a degeneração da raça. (Schwarcz, 1993) Desta forma, a primeira metade do século XIX foi marcada por inúmeras ações eugenistas. Entre elas, a esterilização em massa em países como os Estados Unidos. Até o início da Segunda Guerra Mundial, pelo menos 60 mil norte-americanos haviam sido esterilizados involuntariamente (Reilly, 2015).

Como já é sabido, no início do século XX, os cortiços do Rio de Janeiro — habitações coletivas e insalubres que abrigavam majoritariamente a população pobre, negra e trabalhadora — tornaram-se foco de preocupação para as autoridades sanitárias e urbanas da então capital federal. Esses espaços, superlotados e sem infraestrutura básica de saneamento, eram o ambiente ideal para a disseminação de doenças infecciosas como varíola, febre amarela, tuberculose, tifo e peste bubônica.

“se há opilação é porque não se açoita o sujeito que anda descalço e não se fuzila o que não se constrói fossos sépticos todos os males da humanidade estariam curados se ela fosse governada por ditadores médicos, auxiliares acadêmicos, mata-mosquitos, etc., etc.” (Barreto, 2015)

De acordo com Rosa, Gonçalves, Carvalho & Nascimento Junior (2021) a ciência que não é transformadora do mundo, é uma ciência que atende aos interesses dominantes em um determinado espaço onde ela é produzida. Ou seja, os autores esclarecem que quando a ciência se limita a analisar o mundo como ele é, ela legitima os interesses de uma classe dominante, se limita de uma forma objetiva, neutra, imparcial e metodológica a fazer apenas um panorama de como as coisas são.

Os mais radicais defendiam o extermínio destes grupos étnicos. A Alemanha nazista é o mais conhecido exemplo de um celeiro da eugenia pelo extermínio de grupos étnicos. Nos campos de concentração espalhados pela Europa, mais de 6 milhões de judeus foram mortos, principalmente em câmaras de gás.

4. Considerações finais

O conto “Os Higienistas”, escrito por Lima Barreto, é uma crítica contundente ao discurso médico e sanitarista da Primeira República brasileira. A narrativa, marcada por ironia e sarcasmo, apresenta o incômodo do autor com a arrogância dos médicos higienistas, que, em nome da ciência, culpavam os pobres pelas mazelas sociais e propunham soluções autoritárias para problemas profundamente estruturais. O encantamento com a crônica se dá pelo seu desencantamento, ou seja, pela revolta que aquelas letras nos levam a compreender o que ocorria com a nossa sociedade com as medidas higienistas, sem pensar na situação daqueles que não tinham condições de aplicar tais métodos, dada a miséria em que viviam.

As medidas governamentais adotadas no Rio de Janeiro no início do século XX, fortemente influenciadas pelos higienistas, marcaram o início do saneamento básico moderno na capital, mas também apontaram uma política urbana excludente. A higienização da cidade operou não apenas como uma estratégia de saúde pública, mas como um instrumento de segregação social e espacial. O discurso médico-científico foi utilizado para justificar a repressão, a remoção de populações pobres e a remodelação da cidade para atender aos interesses da elite econômica e política. Era uma forma abasileirada de eugenia.

Assim, ainda que as medidas sanitárias do início do século XX tenham deixado importantes legados em infraestrutura urbana, como o início da modernização dos serviços de água e esgoto, elas também reproduziram e aprofundaram desigualdades. A saúde pública foi usada como justificativa para ações de coerção e controle social, expressando os interesses de uma elite que via na reconfiguração espacial da cidade uma forma de consolidar seu poder.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio da Fapemig, Capes e CNPq.

5. Referências

- Bardin, L. (2010) *Análise de conteúdo*. Lisboa.
- Barreto, L. (2015) *Seletas*. São Paulo: Ática.
- Chalhoub, S. (1996) *Cidade Febril: Cortiços e epidemias na Corte Imperial*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Gould, S. J. (2004) *A Falsa Medida do Homem*. Tradução de Ana Luísa Coelho. Círculo de Leitores.
- Gramsci, A. (2000) *Cadernos do Cárcere*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- Lourenço, C. O. & Nascimento Junior, A. F. (2021) *Educação científica e a cultura iorubá: um Diálogo a partir da música ‘maracatu do Meu avô’*. São Paulo.
- Marx, K. & Engels, F. (2007) *A Ideologia Alemã*. São Paulo: Boitempo.
- Marx, K. (2003) *O Capital*. Livro I. São Paulo: Boitempo.
- Machado, R. (1982) *Ciência e saber: a trajetória da medicina moderna*. Rio de Janeiro: Graal.
- Reilly, P. (1993) *Eugenics and Involuntary Sterilization: 1907–2015*. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, Volume 16, 2015. SEVCENKO, Nicolau. *A Revolta da Vacina: mentes insanas em corpos rebeldes*. São Paulo: Scipione.
- Rosa, M. M. de S., Gonçalves, L. V., Carvalho, L. M. O. de, & Nascimento Junior, A. F. (2021). *Análise das práticas pedagógicas para o ensino da célula desenvolvidas durante a disciplina de biologia no programa de apoio pré-universitário Ufla*. *Revista Valore*, 6, 1376–1388. <https://doi.org/10.22408/reva6020218931376-1388>
- Schwarcz, L. M. (1993) *O Espetáculo das Raças: Cientistas, instituições e questão racial no Brasil, 1870–1930*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Serra, H. (2012) *Formação de professores e formação para o ensino de ciências*. *Revista Educação e fronteira on-line*, v. 2, p. 24-36.
- Stepan, N. (2005) *A Hora da Eugenia: Raça, gênero e nação na América Latina*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005.

Tecnociência e Educação Científica: uma abordagem cinematográfica sobre a natureza da ciência contemporânea

Vitória Emanuela de Sousa Costa¹, Jennifer Caroline de Sousa²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{vitoria.costa3@estudante.ufla.br, jennifer.sousa@ufla.br}

Abstract. *The relationship between science and technology shapes contemporary social dynamics and directly influences science education, embedded in a technocratic society. Technoscience emerges from the growing integration between science and technology, aligning with market interests and a productivist logic. This process breaks with the idea of neutral science, revealing that social, political, and economic values permeate its practice. Although technoscience holds the potential to generate social benefits, it also reinforces inequalities when subordinated to unequal power contexts. In this scenario, documentary cinema appears as a space for critical reflection, since it is not neutral but constructs discourses that dispute meanings about science and society. Thus, both science and documentary film must be understood as discursive practices shaped by ideology, values, and power struggles.*

Keywords: *Technoscience, cinema, Science education.*

Resumo. *A relação entre ciência e tecnologia molda as dinâmicas sociais contemporâneas e influencia diretamente o ensino de ciências, inserido em uma sociedade tecnocrática. A tecnociência surge como resultado da integração crescente entre ciência e tecnologia, aproximando-se dos interesses do mercado e da lógica produtivista. Esse processo rompe com a ideia de ciência neutra, revelando que valores sociais, políticos e econômicos atravessam sua prática. Apesar do potencial de gerar benefícios sociais, a tecnociência também reforça desigualdades quando subordinada a contextos de poder desigual. Nesse cenário, o cinema documental se apresenta como espaço de reflexão crítica, pois, longe de ser neutro, constrói discursos que disputam sentidos sobre ciência e sociedade. Assim, tanto a ciência quanto o documentário devem ser entendidos como práticas discursivas atravessadas por ideologia, valores e disputas de poder.*

Palavras-chave: *Tecnociência, cinema, educação científica.*

Introdução

A relação entre ciência e tecnologia no mundo contemporâneo é relevante não apenas por caracterizar a sociedade contemporânea e permear todos os seus âmbitos – político,

social, cultural, ambiental e econômica –, mas também porque essa relação revela práticas que partem de interesses de grupos sociais influentes em sua concepção (Dagnino, 2008).

Nesse contexto, questões como estas se abrem: de que maneira a atividade tecnológica e científica, em constante colaboração, moldam novas perspectivas para a educação científica?; que elementos devem ser considerados ao se analisar o papel e os objetivos do ensino de ciências, sabendo-se que este é desenvolvido no seio de uma sociedade orientada por uma dinâmica tecnocientífica capitalista? Tomando-as como ponto de partida, o presente trabalho admite o conceito de “tecnociência” – introduzido pelo filósofo belga Gilbert Hottois na obra *Le Signe et la technique: La Philosophie à l'épreuve de la technique* (1984) e, posteriormente, popularizado por Bruno Latour e por Donna Haraway para designar a ciência produzida no contexto da tecnologia e por essa dirigida (Koslowski, 2015) – para analisar como essa relação indissociável entre ciência e tecnologia nesta sociedade marcadamente tecnocrática reorienta a educação em Ciências no processo de escolarização.

Para tanto, esta pesquisa de mestrado em andamento se propõe, primeiramente, a mergulhar em alguns fatores sociais com grande impacto no histórico do ensino de ciências, em geral, e no Brasil, em particular, para evidenciar como as relações entre ciência, tecnologia e sociedade deram contornos à educação científica. Em seguida, coloca como segunda etapa analisar como o discurso da tecnociência na atualidade posiciona certas concepções de ciência e tecnologia que alimentam o cientificismo, o produtivismo, o inovacionismo e o empreendedorismo nas instituições de pesquisa, colocando a produção do conhecimento científico a serviço de interesses privados de grupos dominantes.

Este debate será promovido a partir do diálogo com o cinema documentário, em que a produção *De Volta ao Espaço* (2022) será mobilizada para refletir as imbricações entre ciência e tecnologia e sua subordinação ao capital. Cabe sublinhar que o cinema é compreendido aqui não como ferramenta pedagógica, mas como arte autônoma cujos discursos possibilitam pensar sobre os dilemas da sociedade e, particularmente neste trabalho, sobre o papel da tecnociência e seus desdobramentos no âmbito educacional.

A relação entre ciência e tecnologia na sociedade contemporânea

Qualquer tentativa de diagnóstico da sociedade atual sem mencionar os problemas ou soluções que orbitam a relação entre ciência e tecnologia será uma leitura incompleta. Com base nisso, após identificar momentos históricos em que a sociedade gerou mudanças significativas no ensino de ciências, torna-se pertinente refletir sobre as questões contemporâneas que permitem antever possíveis transformações futuras na educação científica. A principal questão escolhida para estudo neste trabalho é a relação entre ciência e tecnologia, à medida que esta molda novas dinâmicas sociais e, conseqüentemente, impacta a educação.

Ao observar o desenvolvimento tecnológico com base em uma lógica efficientista, nota-se que sua colaboração com a ciência tende a priorizar uma abordagem produtivista, subordinada às demandas tecnológicas. Por outro lado, a concepção histórica de ciência como neutra e racional permite que sua prática seja instrumentalizada pelas exigências de mercado, desconsiderando os valores implicados

nesse processo. A crença em uma ciência livre de valores ainda exerce influência significativa na percepção pública da tecnociência (Dagnino, 2008).

Relativizando a polarização entre tecnologia e progresso, Dagnino argumenta que a questão central não reside na tecnologia ou no progresso em si, mas na multiplicidade de possíveis tecnologias e caminhos de progresso disponíveis à escolha. No entanto, ele também reconhece que a distribuição desigual de poder entre os atores sociais influencia diretamente o processo de concepção tecnológica, contribuindo para a injustiça social (Dagnino, 2008). Nesse sentido, para que se possa lidar criticamente com essa realidade, é necessário compreender os valores éticos, estéticos e culturais embutidos na tecnologia – o que a posiciona, na visão do autor, para além do mero critério de eficiência.

A emergência da tecnociência

Os contornos de uma ciência contemporânea são, segundo Évora (1992), principiados pelas profundas transformações que ocorreram na ciência a partir do final do século XIX, que levaram ao aparecimento de novas teorias e sistemas epistemológicos, os quais carregavam consigo a crítica à ideia de razão absoluta e expressavam a crise da relação entre ciência e filosofia. Essa “época de ouro” que originou a ciência contemporânea caracterizou-se pelo desenvolvimento de métodos experimentais e matemáticos e por êxitos proeminentes das ciências exatas e naturais conjugados ao aprimoramento de instrumentos de alta precisão e de importantes aplicações técnico-industriais.

A partir de então, tornou-se mais difícil dissociar a ciência da tecnologia. Como aponta Núñez (2000), os limites entre as atividades que tradicionalmente originaram ciência e tecnologia ficaram cada vez mais tênues, sendo o processo de integração entre ambas um fenômeno crescente desde a segunda metade do século XX, intensificando-se no século XXI.

A imagem clássica da ciência como uma busca isolada pela verdade já não corresponde à realidade atual, em que ciência e tecnologia são impulsionadas por interesses industriais e geopolíticos. Para Dagnino (2008), reconhecer a intensificação dos vínculos entre ciência e tecnologia – característica da tecnociência – implica adotar uma postura crítica e engajada. Ele destaca, ainda, que o ambiente de concorrência do capitalismo global e o caráter tácito e apropriável do conhecimento tecnológico diluem as fronteiras entre pesquisa aplicada (tradicionalmente ligada às empresas) e pesquisa básica (historicamente associada às universidades).

Oliveira (2003) e Núñez (2000) reforçam que, diante da consolidação da tecnociência, o valor atribuído ao conhecimento como fim em si mesmo perde espaço, sendo substituído por uma lógica funcionalista voltada à aplicação prática. Assim, os limites entre ciência e tecnologia tornam-se cada vez mais esmaecidos.

Apesar da promessa de que a tecnociência possa gerar melhores condições sociais, Dagnino (2008) afirma que, inserida em contextos marcados pela desigualdade, tanto a ciência quanto a tecnologia podem contribuir para a manutenção dessas desigualdades, ao invés de reduzi-las.

A consolidação da tecnociência, portanto, representa o fim do mito da ciência pura. A conexão entre ciência e tecnologia passou a ser assimilada como parte da prática científica dominante, que incorpora os métodos e valores da tecnologia, conformando uma nova forma de fazer ciência – mais voltada à produção e à lógica do mercado do que ao desenvolvimento humanizado e socialmente justo.

Cinema documental como proposta de diálogo-reflexão

No presente trabalho, o cinema é concebido como instância autônoma de produção de sentido, dotada de estatutos próprios de organização estética e discursiva, e não como mera ferramenta instrumentalizável para fins pedagógicos. De acordo com Aumont (1992), a linguagem cinematográfica constitui uma construção estética singular, regida por códigos próprios de articulação do visível e do enunciável, o que a torna inapreensível pelas lógicas utilitárias de uso didático.

O documentário *De Volta ao Espaço* (2022), dirigido por Jimmy Chin e Elizabeth Chai Vasarhelyi, acompanha a trajetória da empresa *SpaceX*, fundada por Elon Musk, e mostra como ela se tornou uma das protagonistas da nova corrida espacial. A obra começa mostrando o momento histórico do primeiro voo espacial comercial tripulado pela *SpaceX* em direção à Estação Espacial Internacional (ISS) em 2020, com os astronautas da NASA Doug Hurley e Bob Behnken. Esse evento é usado como ponto de partida antes de recuar no tempo para mostrar os antecedentes, desafios e falhas iniciais.

Em seguida, entra em cena toda a fase de desenvolvimento da empresa, marcada por obstáculos tecnológicos, financeiros e de engenharia, pelos lançamentos que deram errado, pelas explosões e pelas tentativas repetidas. Esse percurso destaca o trabalho conjunto de técnicos, cientistas e engenheiros, além do apoio, por vezes controverso, da NASA. A narrativa também valoriza os aspectos humanos, ao mostrar a vida dos astronautas, suas famílias, as tensões e emoções envolvidas no processo. Paralelamente, ressalta a visão de Elon Musk sobre o futuro da humanidade, defendendo a necessidade de explorar outros planetas e tornar a espécie humana multiplanetária.

Visualmente impactante, o documentário combina imagens impressionantes de foguetes e do espaço com depoimentos e bastidores, transmitindo tanto a grandiosidade tecnológica quanto o caráter visionário do projeto. Mesmo assumindo um tom bastante otimista, a produção chama atenção para o simbolismo da retomada das missões tripuladas lançadas a partir do solo norte-americano e para o papel crescente da iniciativa privada na exploração espacial.

Conforme apontam Comolli e Narboni (1969), o cinema é um dispositivo ideológico, no qual os discursos, mesmo sob a aparência de neutralidade, operam práticas de significação que interpelam os sujeitos e a realidade social. Em consonância com essa perspectiva, Hall (2003) argumenta que os produtos culturais, incluindo o cinema, são mediadores das identidades sociais, refletindo e ao mesmo tempo construindo as relações de poder e saber. Por fim, Metz (1972) contribui para essa análise ao sugerir que o cinema, enquanto linguagem, opera de forma similar a outros sistemas semióticos, ao produzir significados através de uma estrutura de signos próprios, cuja interpretação não pode ser simplificada para um discurso de representação da realidade.

Nessa direção, o gênero do cinema documental é compreendido não como uma forma neutra de registrar e disseminar conhecimentos científicos, mas como um dispositivo ideológico que constrói narrativas a partir de posições específicas. Apesar de frequentemente associado à ideia de verdade e objetividade, o documentário realiza escolhas estéticas, narrativas e discursivas que moldam sua representação da realidade. Como afirma Nichols (2010), o documentário não mostra o mundo “como ele é”, mas o organiza segundo um ponto de vista, produzindo sentido e interpelação.

Assim, ao tratar de temas científicos, o cinema documental não apenas comunica fatos, mas também participa das disputas simbólicas sobre o que é ou não considerado ciência legítima, quem tem autoridade para falar sobre ela e quais interesses estão em jogo. Esse aspecto é fundamental para o presente estudo, pois questiona a naturalização da ciência e do documentário como instâncias isentas de ideologia. Ambos operam com valores, visões de mundo e disputas por hegemonia, o que exige uma postura crítica frente às suas representações — especialmente no contexto educacional, no qual muitas vezes o documentário é tratado como fonte “pura” de informação.

O documentário é compreendido, segundo a perspectiva bakhtiniana adotada no trabalho, como um gênero discursivo que articula dimensões éticas, estéticas e políticas na construção de sentidos sobre a realidade (Bakhtin, 2011). Trata-se de uma produção discursiva que não espelha a realidade, mas a reconstrói discursivamente a partir de escolhas valorativas, ideológicas e enunciativas feitas pela equipe autoral, que, por meio da organização dos elementos verbais, vocais, visuais e dos recursos de edição, dá forma a um determinado projeto de dizer (Paula, 2019). Assim, o documentário é um enunciado socialmente situado, que, ao colocar em circulação sentidos sobre sujeitos, práticas e acontecimentos, atua como uma prática discursiva atravessada pela dialogia, pela historicidade e pela polifonia social (Bakhtin, 2011; Volochínov, 2013). Desse modo, ele não apenas narra fatos, mas também posiciona sujeitos, tensiona discursos e (re)significa práticas sociais, construindo uma narrativa que mobiliza efeitos de sentido a partir da interação entre palavra, imagem, som e silêncio (Aumont & Marie, 2003; Paula, 2019).

Partindo dessas premissas, o presente estudo propõe a análise discursiva de uma obra cinematográfica contemporânea, entendendo-a como prática cultural que expressa, tensiona e reconfigura saberes sociais – entre eles, os saberes científicos –, articulando-se, assim, às dinâmicas de transformação do ensino de ciências na contemporaneidade.

Considerações Finais

A análise proposta evidencia que a consolidação da tecnociência redefine a prática científica ao subordiná-la, em grande medida, às demandas do mercado e da lógica produtivista, o que impacta diretamente o ensino de ciências e a formação cidadã. Nesse cenário, o cinema documental se apresenta como um espaço privilegiado para problematizar tais questões, uma vez que, ao mesmo tempo em que comunica saberes científicos, também constrói discursos e interpretações sobre a realidade. Assim, compreender ciência, tecnologia e cinema em diálogo permite não apenas desvelar seus vínculos ideológicos, mas também ampliar as possibilidades formativas, estimulando uma postura crítica diante das relações entre conhecimento, sociedade e educação. Tais reflexões serão aprofundadas ao longo da pesquisa, especialmente no que diz respeito às

implicações dessas concepções para a identidade e as finalidades da educação em Ciências na contemporaneidade.

Agradecimentos

As autoras agradecem o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental da UFLA, no qual o presente trabalho se desenvolve, e o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referências

- Aumont, J. (1992), *A estética do filme*. Lisboa: Edições 70.
- Aumont, J. & Marie, M. (2003), *Dicionário teórico e crítico de cinema*. São Paulo: Papirus, 2. ed.
- Bakhtin, M. M. (2011), *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 6. ed.
- Comolli, J.-L. & Narboni, P. (1969), Cinema/ideologia/crítica. *Revista Cinética*.
- Dagnino, R. P. (2008), *Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência*. Campinas: Editora da Unicamp.
- Évora, F. R. R. (1992), Prefácio. In: Évora, F. R. R. (Ed.), *Século XIX: o nascimento da ciência contemporânea*. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, v. 11, p. xiii-xix.
- Hall, S. (2003), *Da diáspora: identidades e mediações culturais*. São Paulo: Editora UNESP.
- Koslowski, A. (2015), É o conceito de tecnociência confuso? *Philosophos*, 20(1): 11-36.
- Metz, C. (1972), *A linguagem cinematográfica: semiologia do cinema*. Rio de Janeiro: Editora Graal.
- Nichols, B. (2010), *Introdução ao documentário*. São Paulo: Papirus, 2. ed.
- Núñez, J. (2000), *La ciencia y la tecnología como procesos sociales: lo que la educación científica no debería olvidar*. Havana: Editorial Félix Varela.
- Oliveira, M. B. (2003), Desmercantilizar a tecnociência. In: *Conhecimento prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências revisitado*. Porto: Afrontamento.
- Paula, A. F. (2019), *Análise verbivocovisual: uma proposta metodológica para estudos dialógicos dos discursos multimodais*. Uberlândia: EDUFU.
- Volochínov, V. N. (2013), *Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem*. São Paulo: Editora 34, 14. ed.

Interdisciplinaridade no Currículo Referência de Minas Gerais para as Ciências da Natureza no Contexto da Base Nacional Comum Curricular e do Novo Ensino Médio (2017)

Bruna Christina Silva¹, Jennifer Caroline de Sousa²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

bruna.silva46@estudante.ufla.br, jennifer.sousa@ufla.br

Abstract. *In the last years, states and municipalities have undertaken a comprehensive reform of school curriculum, moving away from a subject-centered organization toward a diverse and flexible model that incorporates proposed formative pathways. This study examines the curriculum framework of the state of Minas Gerais in the field of Natural Sciences, with a particular focus on understanding and analyzing the principle of interdisciplinarity. An analysis of the guiding documents for curriculum implementation in Minas Gerais reveals a plural and sometimes conflicting set of interpretations regarding interdisciplinarity, as well as an effort to reconcile the discourse of curricular flexibility with the pragmatic influences of the neoliberal ideology currently shaping education.*

Keywords: *Interdisciplinarity, curricular reform, Nature Sciences.*

Resumo. *Nos últimos anos, estados e municípios promoveram uma ampla reformulação dos currículos escolares, substituindo a organização destes em torno das disciplinas para a criação de um modelo diversificado e flexível associado à proposição de itinerários formativos. Este trabalho investiga a proposta curricular do estado de Minas Gerais para a área das Ciências da Natureza, com ênfase na compreensão e na análise do princípio da interdisciplinaridade. O estudo sobre os documentos orientadores da oferta curricular para o estado mineiro indica a comunicação de um conjunto plural e dissonante de significados em relação à interdisciplinaridade e a compatibilização do discurso da flexibilização com o pragmatismo oriundo do ideário neoliberal que atualmente orienta a educação.*

Palavras-chave: *Interdisciplinaridade, reforma curricular, Ciências da Natureza.*

1. Introdução

A interdisciplinaridade tem sido discutida na educação brasileira como uma estratégia para superar a fragmentação do conhecimento e promover a integração entre diferentes campos disciplinares. Autores brasileiros que trouxeram o debate sobre a interdisciplinaridade ao país a partir da década de 1970, como Japiassu (1976) e Fazenda (1979; 1994), a compreendem não apenas como metodologia, mas como uma atitude

capaz de fomentar o diálogo e a colaboração entre áreas do saber, uma vez que a interdisciplinaridade seria uma exigência do conhecimento. Fazenda (1994) recorda que o movimento interdisciplinar emergiu nos anos 1960, no contexto dos protestos estudantis europeus, como crítica à excessiva especialização do conhecimento. Todavia, Japiassu (1976) advertiu que a diluição das disciplinas sem critérios metodológicos claros poderia levar à perda de rigor científico, defendendo, portanto, uma articulação que preservasse a especificidade dos campos disciplinares sem ignorar sua interdependência. Contudo, como observa Mueller (2006) o movimento efusivo pela interdisciplinaridade se fundou em uma sociedade que transitou do modelo fordista para o pós-fordismo, em que a lógica da flexibilização do trabalho incorporada às bases das relações produtivas refletiu também no questionamento da organização do conhecimento escolar em disciplinas.

No cenário brasileiro, a interdisciplinaridade foi incorporada às políticas educacionais com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) na década de 1990 e consolidada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe que os currículos de todo país evidenciem “a contextualização, a diversificação e a transdisciplinaridade ou outras formas de interação e articulação entre diferentes campos de saberes específicos” (Brasil, 2018, p. 479). Alinhado a essa proposta, o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) afirma estabelecer práticas pedagógicas orientadas pela integração dos saberes e pela articulação com a realidade social e o mundo do trabalho (Minas Gerais, 2021).

Diante desse quadro, o objetivo geral desta investigação consiste em examinar a proposta da área de Ciências da Natureza no CRMG, produzido em resposta às determinações dadas pela BNCC e pelo Novo Ensino Médio (NEM). Fundamentando-se nas teorias críticas do currículo e nos estudos da História das Disciplinas Escolares (Chervel, 1990; Goodson, 2018; Lopes, 1999), que compreendem o currículo como uma construção histórica, social e culturalmente disputada, aqui são sumarizados os primeiros resultados de uma pesquisa de Mestrado em andamento. É apresentada uma caracterização inicial dos documentos oficiais que orientam a atual proposta curricular do Estado para a etapa do Ensino Médio em relação à área de conhecimento das Ciências da Natureza e uma análise preliminar da presença das concepções de interdisciplinaridade que balizam o CRMG.

2. Metodologia

A presente investigação insere-se no campo das abordagens qualitativas em educação e assume a pesquisa documental para analisar um conjunto de documentos orientadores da oferta curricular para a rede estadual de Minas Gerais no ano de 2024, a saber: o **Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG)** (Minas Gerais, 2021); a **Resolução SEE nº 4908/2023** (Minas Gerais, 2023); os **Planos de Curso 1º ano – Aprofundamento Integrado** (Minas Gerais, 2024a); o documento **Aprofundamento nas Áreas do Conhecimento 2024** (Minas Gerais, 2024b); e o **Catálogo de Eletivas 2024** (Minas Gerais, 2024c). Nos quatro últimos, a análise concentrou-se nos trechos relacionados à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A escolha dessa estratégia ancora-se em Goodson (2018), para quem o currículo escrito constitui testemunho privilegiado da estrutura institucionalizada da escolarização, fornecendo pistas tanto sobre seus fundamentos como sobre seus objetivos. Além disso, são consideradas investigações de âmbito nacional, como o dossiê organizado por Cássio

e Goulart (2022), que evidencia os primeiros impactos do NEM em diferentes estados brasileiros, permitindo estabelecer aproximações e distinções em relação ao caso mineiro.

Para o exame do material, empregou-se a Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiazzi (2016), que se fundamenta em uma abordagem fenomenológico-interpretativa e envolve três etapas: a unitarização, que fragmenta os textos em unidades de significado; a categorização, que agrupa essas unidades em eixos explicativos; e a elaboração do metatexto, que integra e reconstrói as interpretações produzidas. No presente trabalho foi realizada a primeira etapa da ATD, que consiste em fazer a segmentação dos textos escolhidos, dos quais se retiram fragmentos para transformá-los em unidades de significado. Busca-se identificar trechos com potencial interpretativo, permitindo que os sentidos emergjam diretamente dos dados (Moraes & Galiazzi, 2016).

3. Resultados e discussão

No Quadro 1 são apresentadas as caracterizações iniciais dos documentos selecionados como fonte de análise.

A caracterização preliminar dos documentos selecionados, mesmo que ainda incipiente, demonstra a explícita articulação com e o espelhamento da BNCC. Também, o necessário recorte para a análise de documentos referentes ao ano de 2024 se fez em vista do volume considerável de documentos produzidos desde a reformulação curricular imposta pela BNCC em paralelo à implementação do NEM. Com isso, criou-se uma dinâmica nas redes escolares de produção contínua e anual de novos documentos curriculares, a fim de renovar os catálogos das disciplinas eletivas e prover subsídios para a escolha de Itinerários Formativos.

Cabe ressaltar que se trata de um objeto de pesquisa em movimento, pois, frente às resistências em torno do NEM, novas orientações para a implementação da reforma foram colocadas a partir da Lei nº 14.945/2024, que define a atual Política Nacional do Ensino Médio, com qual se pretende a realização, a partir de 2025, de “reparos” em determinados aspectos do NEM que geraram a maior parte das insatisfações.

Um dos anúncios feitos pelo MEC ano passado foi de que “um dos principais avanços das diretrizes aprovadas é a valorização de uma educação ‘integral e integrada que traga contextualização e interdisciplinaridade, sem negar as raízes epistemológicas e históricas de cada área do conhecimento” (CNE aprova..., 2024), indicando a preocupação com o apagamento das fronteiras entre as disciplinas e, assim, demonstrando a tensão mantida entre a formação geral básica organizada em disciplinas e a oferta de uma parte diversificada referenciada em temáticas amplas desvinculadas de conhecimentos específicos.

Mais recentemente, o Conselho Nacional de Educação (CNE) aprovou parâmetros para a oferta dos Itinerários Formativos, almejando que, a partir de 2026, tais diretrizes sejam implementadas no Ensino Médio de escolas públicas e privadas. Segundo a matéria divulgada no próprio portal do governo, um dos conselheiros, Gastão Vieira, afirmou que “agora vamos ter parâmetros nacionais para a construção dos currículos e adaptações no Enem [Exame Nacional do Ensino Médio] para incorporar os parâmetros ora definidos. Isso não tinha antes” (CNE aprova parâmetros..., 2025).

Quadro 1 - Caracterização dos documentos selecionados

Documento	Caracterização (objetivo, estrutura, páginas)	Identificação da presença do termo “interdisciplinaridade”
Curriculo Referência de Minas Gerais (Minas Gerais, 2021)	Documento normativo de 471 páginas, alinhado à BNCC, organizado em 10 capítulos, enfatizando interdisciplinaridade. Orienta a elaboração dos planos e ações educacionais para o Ensino Médio em Minas Gerais	Os termos interdisciplinar ou “interdisciplinaridade”, somados, possuem 75 aparições ao longo do documento inteiro
Resolução SEE-MG 4908/23 (Minas Gerais, 2023)	Documento apresenta 31 páginas, estabelece diretrizes para a organização dos componentes curriculares e da carga horária, distribuídos em módulos-aula e atividades complementares, visando garantir uma estrutura educacional alinhada às necessidades dos estudantes e às exigências da legislação nacional. Dispõe sobre as matrizes curriculares do Ensino Fundamental, Ensino Médio e das modalidades de ensino, na rede Estadual de Ensino de Minas Gerais, com início em 2024, e dá orientações correlatas.	Encontrado na aparições.
Planos de Curso 1 ano (Minas Gerais, 2024a)	Documento que apresenta um plano anual para cada uma das quatro áreas do conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas), a serem ofertadas como um Aprofundamento Integrado para alunos do 1º ano do Ensino Médio, a fim de prepará-los para a escolha dos Aprofundamentos Optativos nos 2º e 3º anos	Os termos interdisciplinar ou “interdisciplinaridade”, somados, possuem 9 aparições ao longo do documento inteiro.
Aprofundamentos nas áreas de Conhecimento 2024: Portfólio para 2º ano e 3º ano do Ensino Médio (Minas Gerais, 2024b)	O documento é organizado em seções que abordam aspectos fundamentais para a implementação do currículo no primeiro ano do Ensino Médio e apresenta 63 páginas. Documento que apresenta os 12 arranjos de aprofundamentos optativos ofertados aos estudantes do 2º e 3º anos no ano de 2024	Os termos interdisciplinar ou “interdisciplinaridade”, somados, possuem 6 aparições ao longo do documento inteiro
Catálogos de Eletivas 2024 (Minas Gerais, 2024c)	Apresenta diretrizes para a organização curricular dos anos finais do Ensino Médio na rede estadual, contém 55 páginas. Indica ser um “material resumido para orientar as escolhas de professores e estudantes”. Documento que apresenta para a rede estadual de ensino o conjunto de eletivas para o ano de 2024, a partir do qual as escolas definem quais destas serão ofertadas aos estudantes	Os termos interdisciplinar ou “interdisciplinaridade”, somados, possuem 4 aparições ao longo do documento inteiro

Fonte: autoria própria.

O aparente impasse entre a disciplinaridade e a interdisciplinaridade externada na fala do conselheiro, a princípio, endossa o que Goodson (2018, p. 23) afirma acerca dos documentos curriculares forçarem o conhecimento escolar a uma “tensão permanente entre disciplinas e práticas integradas”. No CRMG, essa tensão mencionada por Goodson se expressa pelo uso recorrente do termo “interdisciplinaridade”, que aparece com

frequência, mas presumivelmente com significados diferentes, cuja análise ainda será objeto de investigação. Decerto, a respeito disso cabe a ponderação de Pombo (2008), que avalia que o termo foi sendo usado de forma tão frequente e, muitas vezes, sem o devido embasamento teórico, que acabou se tornando vago e esvaziado de sentido em muitas práticas pedagógicas. Também se nota que, embora a ideia de integração entre os saberes seja um dos principais apelos da BNCC e do NEM para tornar o currículo do Ensino Médio mais flexível e, conseqüentemente, menos centralizado em disciplinas, o termo “interdisciplinaridade” não está amplamente presente nos documentos analisados, exceto no próprio CRMG.

Assume-se aqui a hipótese de que a retórica da interdisciplinaridade, em meio à evidente valorização das competências e habilidades como mote da pedagogia desejada nesse movimento reformista, favorece o esvaziamento do conhecimento no currículo escolar pelo modo como essa interdisciplinaridade é transformada em “adisciplinaridade” nos itinerários formativos. Essa compreensão se ancora no reconhecimento da subordinação das atuais reformas a uma agenda educacional influenciada por interesses externos à escola, especialmente os de organismos internacionais. Essa lógica, como alertam Frigotto (2011) e Kuenzer (2010), transforma a educação em instrumento de ajustamento ao mercado, colocando-a distante do ideal de formação de sujeitos autônomos e críticos.

Na medida em que os conhecimentos escolares são relativizados para ceder lugar ao “saber-fazer” subjacente à promoção última de competências e habilidades, concorre-se com a função precípua da educação de socialização das ciências, da filosofia e das artes historicamente produzidas pela humanidade. Isso afeta particularmente os processos do ensino de Ciências, que há muito é confrontado pelo desafio de lidar com a tensão disciplinaridade-interdisciplinaridade nos Anos Finais e, agora também no Ensino Médio com a definição de uma grande área denominada “Ciências da Natureza”, cuja caracterização é pouco esclarecida nos documentos curriculares. Tais reflexões serão aprofundadas ao longo da pesquisa, especialmente no que diz respeito às implicações dessas concepções para a identidade e as finalidades da educação em Ciências no Ensino Médio.

Agradecimentos

As autoras agradecem o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental da UFLA no qual o presente trabalho se desenvolve.

4. Referências

- Brasil (2018), *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação.
- Chervel, A. (1990), História das Disciplinas Escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. *Teoria & Educação*, 2:177-229.
- CNE aprova novas diretrizes para o ensino médio. Ministério da Educação, Brasília, 08 nov. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2024/novembro/cne-aprova-novas-diretrizes-para-o-ensino-medio>. Acesso em: 18 dez. 2024.
- CNE aprova parâmetros de itinerários formativos do ensino médio. Ministério da Educação, Brasília, 11 abr. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2025/abril/cne-aprova-parametros-de-itinerarios-formativos-do-ensino-medio>. Acesso em: 01 jun. 2025.

- Fazenda, I. C. A. (1979), *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?*. São Paulo: Edições Loyola.
- Fazenda, I. C. A. (1994), *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Campinas: Papirus, 15. ed.
- Frigotto, G. (2011), Os circuitos da história e o balanço da educação no Brasil na primeira década do século XXI. *Revista Brasileira de Educação*, 16: 235-254.
- Goodson, I. F. (2018), *Currículo: teoria e história*. Petrópolis: Vozes, 15. ed.
- Japiassu, H. (1976), *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. Rio de Janeiro: Imago.
- Kuenzer, A. Z. (2010), O ensino médio no Plano Nacional de Educação 2011-2020: superando a década perdida?. *Educação & Sociedade*, 31: 851-873.
- Lopes, A. R. C. (1999), *Conhecimento escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: EdUERJ.
- Minas Gerais (2021), *Currículo Referência de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais.
- Minas Gerais (2023), Resolução Secretaria de Estado de Educação n.º 4908, de 11 de setembro de 2023. Dispõe sobre as matrizes curriculares do Ensino Fundamental, Ensino Médio e das modalidades de ensino, na Rede Estadual de Ensino de Minas Gerais, com início em 2024, e dá orientações correlatas. *Diário do Executivo*, Minas Gerais, 12 set. 2023, 26-60.
- Minas Gerais (2024a), *Planos de Curso 1º ano: Aprofundamento Integrado nas quatro áreas do conhecimento*. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, 63p.
- Minas Gerais (2024b), *Aprofundamentos nas áreas de Conhecimento 2024: Portfólio para 2º ano e 3º ano do Ensino Médio*. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Educação, 55p.
- Minas Gerais (2024c), *Catálogo de Eletivas 2024*. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Educação, 178p.
- Moraes, R. & Galiazzi M. C. (2016), *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí, 3. ed.
- Mueller, R. R. (2006), *Trabalho, produção da existência e do conhecimento: o fetichismo da interdisciplinaridade*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Pombo, O. (2008), Epistemologia da interdisciplinaridade. *Ideação*, 10(1): p. 9-40.

EPIFANIAS DAS ÁGUAS: UM OLHAR INTERDISCIPLINAR SOBRE CIÊNCIA, AMBIENTE E PERTENCIMENTO NO POEMA DE MANOEL DE BARROS

Karina Nogueira¹, Tiago Serpa Barbosa Chaves², Laise Vieira Gonçalves³, Antonio Fernandes Nascimento Junior⁴

¹Mestranda, Departamento de Biologia/DBI - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Mestrando, Departamento de Biologia/DBI - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Professora, Departamento de Biologia/DBI - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Professor Departamento de Biologia/DBI - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ekarinanogueira@gmail.com, sevack@gmail.com, laiseribeiro@ufla.br,
antoniojunior@ufla.br

Resumo. *Este trabalho discute o potencial da literatura como disparadora de propostas interdisciplinares no ensino de Ciências, a partir do poema Águas, de Manoel de Barros. Analisa-se como a linguagem poética pode articular dimensões biológicas, ecológicas, geográficas, culturais e estéticas, em consonância com a Educação Científica e Ambiental crítica. Foram identificados eixos temáticos e categorias que evidenciam possibilidades pedagógicas de integração entre saberes, pertencimento e justiça socioambiental. Defende-se que a literatura, ao ser reconhecida em sua potência estética e epifânica, pode contribuir para superar a fragmentação disciplinar, favorecendo uma educação sensível e crítica.*

Palavras-chave: *Interdisciplinaridade; Educação Científica e Ambiental; Literatura e Natureza.*

Abstract. *This paper discusses the potential of literature as a trigger for interdisciplinary approaches in Science Education, based on Manoel de Barros' poem Águas. It analyzes how poetic language can articulate biological, ecological, geographical, cultural, and aesthetic dimensions, in line with critical Scientific and Environmental Education. The study identified thematic axes and categories that highlight pedagogical possibilities for integrating knowledge, belonging, and socio-environmental justice. It argues that literature, when recognized in its aesthetic and epiphanic power, can help overcome disciplinary fragmentation, fostering sensitive and critical education.*

Keywords: *Interdisciplinarity; Scientific and Environmental Education; Literature and Nature.*

1. Introdução

A educação no Brasil enfrenta a necessidade de repensar suas práticas pedagógicas, de modo a possibilitar que a complexidade da realidade contemporânea, seja parte integrante de sua prática. Questões como desigualdades sociais, exploração ambiental, injustiças econômicas e degradação de biomas revelam que a educação não pode se restringir à transmissão de conteúdos, devendo, ao contrário, formar sujeitos críticos e reflexivos capazes de compreender o mundo em sua totalidade para atuar para transformá-lo.

Nesse cenário, a interdisciplinaridade assume papel central, pois possibilita articular diferentes áreas do conhecimento, fugindo assim das caixas cartesianas e contribui na compreensão dos fenômenos de forma integrada. Nesse sentido, Cachapuz (2014, p. 96) destaca a importância de construir uma perspectiva interdisciplinar que conecte saberes e evidencie a relação do conhecimento com a humanidade, permitindo aos estudantes situar os conteúdos em seu contexto de produção, reconhecer sua relevância, origem e potencial pedagógico, contribuindo assim para a compreensão crítica e transformadora do mundo.

A literatura, nesse contexto, configura-se como um espaço privilegiado para a sensibilização e a reflexão crítica, indo além de seu papel meramente ilustrativo ou didático. Ela constitui uma linguagem capaz de articular experiências singulares de percepção, pertencimento e interpretação do mundo, favorecendo a construção de significados e a compreensão das múltiplas dimensões da realidade (Larrosa, 2002). No contexto da Educação, essa perspectiva se aproxima das ideias de Paulo Freire (1996), para quem a educação deve ser prática de liberdade, estimulando a reflexão crítica sobre o mundo, e de Dermeval Saviani (2008), que destaca a importância de considerar o conhecimento como instrumento para a formação de sujeitos conscientes e atuantes na transformação social. O poema VI, do livro *Menino do Mato*, de Manoel de Barros, exemplifica esse potencial, ao articular elementos naturais, culturais e identitários, convidando o leitor a refletir sobre sua relação com a natureza, o território e os saberes tradicionais, integrando ciência, cultura e consciência ambiental.

Diante desse cenário, o presente estudo propõe investigar de que maneira a leitura do poema *VI* do livro “Menino do Mato” de Manoel de Barros pode contribuir para o ensino de Ciências. O objetivo central consiste em analisar as potencialidades pedagógicas do poema capaz de integrar saberes científicos, culturais e ambientais, promovendo a formação de sujeitos críticos e reflexivos.

2. Fundamentação Teórica

A Educação Científica e Ambiental crítica busca práticas que vão além da mera transmissão de conteúdos, promovendo a formação de sujeitos reflexivos, críticos e participativos. Fundamenta-se em perspectivas que valorizam a cidadania e a consciência ecológica, estimulando a ação consciente diante do mundo (Sato, 2002; Layrargues, 2004). Segundo Sauv   (2005), as correntes da Educa  o Ambiental podem ser classificadas em enfoques naturalistas, pragmáticos, críticos e holísticos, sendo este último o mais compatível com práticas interdisciplinares que articulam dimensões cognitivas, afetivas e   ticas.

A interdisciplinaridade, conforme Fazenda (1993), requer abertura e diálogo entre campos distintos do saber, possibilitando compreender a realidade em sua complexidade. Morin (2000) reforça a necessidade do pensamento complexo, capaz de integrar e contextualizar diferentes conhecimentos. Nesse contexto, a literatura assume papel central, não apenas como ilustra  o ou recurso didático, mas como meio de constru  o de significados ampliados, promovendo a articula  o entre ciência, cultura e sensibilidade.

Candido (1995) ressalta que a literatura humaniza e amplia a experiência, sendo essencial reconhecê-la em sua legitimidade est  tica. Sua instrumentaliza  o deve ser evitada, para que não se reduza a um mero veículo de conteúdos, mas seja entendida como linguagem de conhecimento e de experiência. Essa visão se aproxima das ideias de Paulo Freire (1996), para quem a educa  o deve provocar reflexão crítica e transforma  o social, e de Dermeval Saviani (2008), que entende o conhecimento como instrumento para a forma  o de sujeitos conscientes e capazes de intervir na realidade.

A análise de textos literários, como o poema águas de Manoel de Barros, requer uma metodologia capaz de identificar significados explícitos e implícitos, articulando dimensões simbólicas, culturais e pedagógicas. Nesse sentido, a pesquisa qualitativa emerge como abordagem adequada, uma vez que privilegia a compreensão profunda dos fenômenos em seus contextos naturais e na perspectiva dos sujeitos envolvidos (MINAYO, 2010). A pesquisa qualitativa busca interpretar experiências, valores, crenças e representa  es, permitindo apreender o conteúdo do poema não apenas como objeto estético, mas como documento cultural que reflete saberes tradicionais, cosmologias e rela  es com a natureza.

A Análise de Conteúdo, segundo Bardin (1977), constitui-se em um conjunto de técnicas sistemáticas para análise de comunica  es, permitindo identificar e categorizar unidades de significado presentes em um texto. Bardin propõe que a análise considere três

níveis de interpretação: o conteúdo manifesto, aquilo que é explicitamente comunicado; o conteúdo latente, os significados implícitos ou subentendidos; e as categorias temáticas, que possibilitam agrupar e compreender os elementos recorrentes. Essa abordagem é particularmente útil para o estudo de poemas que, como *Águas*, apresentam múltiplas camadas de significado, articulando ciência, cultura e mitologia.

Minayo (2010) enfatiza que a pesquisa qualitativa não busca generalizações estatísticas, mas sim a compreensão contextualizada dos fenômenos, valorizando o sentido atribuído pelos sujeitos e pela obra analisada. No caso do poema de Barros, a leitura qualitativa permite perceber como a linguagem poética constitui um espaço de mediação entre ciência, tradição e imaginação, promovendo reflexão crítica sobre a relação humana com o ambiente. Ao combinar a Análise de Conteúdo de Bardin com a abordagem interpretativa de Minayo, o estudo oferece uma compreensão ampla e profunda do poema, identificando suas potencialidades pedagógicas.

3. Desenvolvimento

Segue o poema VI, do livro “Menino do Mato” de Manoel de Barros

<i>Desde o começo do mundo agua e chao se amam</i> <i>e se entram amorosamente</i> <i>e se fecundam.</i> <i>Nascem peixes para habitar os rios.</i> <i>E nascem passaros para habitar as arvores.</i> <i>As aguas ainda ajudam na formacao dos caracois e das</i> <i>suas lesmas.</i> <i>As aguas sao a epifania da criacao.</i> <i>Agora eu penso nas aguas do Pantanal.</i> <i>Penso nos rios infantis que ainda procuram declives</i> <i>para escorrer.</i> <i>Porque as aguas deste lugar ainda sao espraçadas para</i> <i>Estes pequenos corixos ainda precisam de formar</i> <i>barrancos para se comportarem em seus leitos.</i>	<i>Penso com humildade que fui convidado para o</i> <i>banquete dessas aguas.</i> <i>Porque sou de bugre.</i> <i>Porque sou de brejo.</i> <i>Acho agora que estas aguas que bem conhecem a</i> <i>inocencia de seus passaros e de suas arvores.</i> <i>Que elas pertencem tambem de nossas origens.</i> <i>Louvo portanto esta fonte de todos os seres e de todas</i> <i>as plantas.</i> <i>Vez que todos somos devedores destas aguas.</i> <i>Louvo ainda as vozes dos habitantes deste lugar que</i> <i>trazem para nos, na umidez de suas palavras, a boa</i> <i>inocencia de nossas origens.</i>

Eixo Temático	Categoria	Exemplo Poema	no	Possíveis Abordagens Interdisciplinares
Biológico	Origem da vida e biodiversidade	“Nascem peixes para habitar os rios. E nascem pássaros para habitar as árvores”		Gênese da vida, classificação dos seres vivos
Ecológico	Interdependência e sustentabilidade	“Louvo portanto esta fonte de todos os seres e de todas as plantas.”		Ciclo da água, ecossistemas, educação ambiental crítica
Geográfico	Paisagem e identidade regional	“Agora eu penso nas águas do Pantanal”		Biomassas, hidrografia, pertencimento
Epistemológico	Crítica à racionalidade científica	“Louvo ainda as vozes dos habitantes deste lugar que trazem para nos, na umidez de suas palavras, a boa inocência de nossas origens”		Filosofia da ciência, epistemologias plurais
Estético-literário	Linguagem poética como experiência	“As águas são a epifania da criação”		Literatura e leitura sensível
Cultural e Identitário	Cultura e modos de vida	“Porque sou de bugre. Porque sou de brejo.”		Antropologia da natureza, narrativas locais
Ético-político	Justiça socioambiental	“Vez que todos somos devedores destas águas”		Justiça ecológica, populações tradicionais

O Poema VI, do livro *Menino do Mato*, apresenta a água como matriz da vida, elemento de pertencimento e expressão da cultura, construindo uma linguagem metafórica e imagética que permite múltiplas interpretações. Essa dimensão simbólica do poema oferece conexões com as Ciências da Natureza, a Geografia, a Filosofia da Ciência e a Educação Ambiental crítica, favorecendo abordagens interdisciplinares no ensino.

A análise do poema foi realizada a partir da metodologia de Análise de Conteúdo (Bardin, 2011), permitindo identificar eixos temáticos como biológico, ecológico, geográfico, epistemológico, estético, cultural e ético-político. Esses eixos constituem caminhos pedagógicos para práticas interdisciplinares, possibilitando que professores organizem sequências didáticas que integrem diferentes áreas do conhecimento.

No eixo biológico, o poema oferece oportunidade para trabalhar conteúdos sobre a origem da vida e a biodiversidade. Já o eixo geográfico favorece reflexões sobre biomas, hidrografia e pertencimento territorial, enquanto o eixo epistemológico convida à discussão sobre diversas formas de produção do conhecimento, valorizando saberes locais e epistemologias plurais (Latour, 1994). O eixo ecológico permite abordar a interdependência entre os seres e a equilíbrio ambiental, destacando a importância de compreender os ciclos naturais e promover a educação ambiental crítica. O eixo estético-literário evidencia a linguagem poética como experiência sensível, possibilitando a percepção da natureza e da vida por meio da literatura. O eixo cultural e identitário abre espaço para discutir modos de vida, tradições e narrativas locais, aproximando os estudantes da cosmovisão dos povos da região. Por fim, o eixo ético-político favorece a reflexão sobre justiça socioambiental, responsabilidade compartilhada e o reconhecimento do papel das populações tradicionais na preservação ambiental. Além da análise textual, o poema pode ser explorado em atividades como rodas de leitura, produção de mapas afetivos e debates interdisciplinares. Tais práticas ampliam a percepção sensível dos estudantes, promovendo o reconhecimento de sua inserção em uma ecologia de saberes e contribuindo para a formação de sujeitos críticos e reflexivos, em consonância com os princípios de uma Educação Científica e Ambiental crítica.

4. Discussão

A proposta pedagógica derivada da leitura do poema evidencia como a literatura pode fortalecer práticas interdisciplinares no ensino de Ciências. A articulação entre diferentes saberes contribui para superar a fragmentação do conhecimento escolar, integrando dimensões cognitivas e afetivas.

Na prática docente, o poema pode ser utilizado como disparador de projetos interdisciplinares que envolvam professores de Ciências, Geografia, História e Língua Portuguesa. Por exemplo, pode-se propor um projeto escolar que investigue a importância da água em diferentes dimensões: biológica (ciclo da água), geográfica (hidrografia local), cultural (memórias e narrativas da comunidade) e literária (leitura e produção de poemas).

Essa abordagem favorece não apenas a aprendizagem de conteúdos, mas também a formação ética e cidadã dos estudantes, ampliando sua consciência política. Ao reconhecer a água como epifania da natureza, Manoel de Barros convida a pensar a vida como interdependência, desafiando a racionalidade fragmentada da modernidade.

5. Considerações Finais

O trabalho realizado indica que o poema *Águas* tem grande potencial para práticas pedagógicas interdisciplinares, favorecendo o desenvolvimento de um letramento científico crítico e sensível. Ao integrar saberes diversos, a proposta contribui para aproximar ciência, arte e cultura local.

Conclui-se que a literatura, quando reconhecida em sua potência estética e epifânica, pode servir como ponte entre ciência e vida, contribuindo para uma Educação Científica e Ambiental comprometida com a complexidade, a diversidade e a justiça socioambiental.

Referências

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BARROS, Manoel de. **Livro das ignoranças**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1993.

CANDIDO, Antonio. **O direito à literatura**. In: Vários escritos. São Paulo: Duas Cidades, 1995.

CACHAPUZ, Antônio. **Arte e ciência no ensino das ciências**. *Interacções*, v. 10, n. 31, 2014.

FAZENDA, Irlene Cristina Araújo. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas: Papirus, 1993.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 54. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LARROSA, José. **Notas sobre a experiência e o saber da experiência**. *Revista Brasileira de Educação*, n. 19, 2002.

LATOUR, Bruno. **Jamais fomos modernos**. São Paulo: Editora 34, 1994.

LAYRARGUES, Pierre Paul. **A Educação Ambiental na sociedade de risco**. São Paulo: Cortez, 2004.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez/UNESCO, 2000.

SAUVÉ, Lucie. **Uma cartografia das correntes em educação ambiental**. *Estudos de Psicologia*, v. 10, n. 2, 2005.

SATO, Maria. **Educação ambiental: pressa de aprender, pressa de ensinar**. In: Reunião da ANPED, 2002.

SAVIANI, Dermeval. **Escola e democracia**. 42. ed. Campinas: Autores Associados, 2008.

MILTON NASCIMENTO: Poética Musical, Afetos e Formação Educacional

Rogério Júnior ¹, José Nogales ², Cláudio Mendes ³

1Departamento de Biologia/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

2Departamento de Física/DFI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

3Departamento de Educação/DED – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

rogerio.junior2@estudante.ufla, jnogales@ufla, claudio.mendes@ufla.br

Abstract. *This research aims to understand the childhood of the singer Milton Nascimento and his musical poetics. The research problem focuses on Milton Nascimento, his childhood, and his music, using theoretical perspectives from Piaget, Vygotsky, and Gardner to analyze how Milton Nascimento's development occurred. A historical biographical research will be conducted, and the relationship between his childhood and his music will be analyzed from these theoretical frameworks of psychopedagogy and musical poetics. The research results will be presented in an academic article, a script, and an audiovisual project. Milton Nascimento's childhood has profound facts linked to child development, music, interpersonal relationships, and the daily life of the city of Três Pontas in the interior of Minas Gerais in the late 1950s.*

Keywords: *Milton Nascimento, early childhood development, music.*

Resumo. *Esta pesquisa tem como objetivo conhecer a infância do cantor Milton Nascimento e sua poética musical. O problema de pesquisa é o Milton Nascimento, infância e músicas, utilizando perspectivas teóricas dos autores Piaget, Vygotsky e Gardner para analisar como ocorreu a formação de Milton Nascimento. Será realizada uma pesquisa histórica biográfica e a relação entre sua infância e sua música será analisada a partir destes referenciais teóricos da psicopedagogia e da poética musical. Os resultados da pesquisa serão apresentados em artigo acadêmico, roteiro e projeto de audiovisual. A infância de Milton Nascimento tem fatos profundos ligados ao desenvolvimento infantil, à música, às relações interpessoais e ao cotidiano da cidade de Três Pontas no interior de Minas no final dos anos 50.*

Palavras-chave: *Milton Nascimento, desenvolvimento infantil, música.*

Trajatória pessoal do autor da pesquisa na música, na educação e no cinema.

Este estudo sobre a infância e a música de Milton Nascimento é fruto dos caminhos que percorremos na arte e na educação, primeiro estudando teoria musical e tocando instrumentos de sopro em orquestras de música de Minas; em seguida, na educação, durante a graduação em química licenciatura na UFLA com formação complementar em cinema e televisão para divulgação científica na mídia.

A música entrou na minha vida aos 11 anos quando comecei a estudar teoria musical com o maestro José de Assis na Lira Perdoense na cidade de Perdões, MG.

Após ser aprovado na prova de teoria musical e de solfejo, tornei-me instrumentista da banda tocando clarineta e saxofone tenor. A vida musical seguiu por vários anos com muitos ensaios e apresentações em cerimônias da prefeitura, festas da igreja católica e nos Encontros de Bandas de Minas Gerais realizados em diversos municípios.

Após este período em Perdões, uma nova experiência musical começou na Banda Euterpe Operária de Lavras quando me mudei para Lavras, MG. Nessa banda, tive a oportunidade de estudar saxofone sob a regência do maestro Capitão Têlio. Durante os ensaios, este maestro era muito exigente e perfeccionista, isto proporcionou um grande aperfeiçoamento na execução do saxofone tenor. Na Euterpe Operária, participei de uma única apresentação com a banda realizada no Instituto Gammon.

Na Universidade Federal de Lavras cursamos a graduação de Licenciatura em Química e participamos de diversos projetos na área da educação, chegando a ser bolsistas no projeto Cinema com Vida com os professores Márcio Noberto Faria e Luciana Azevedo Rodrigues. Durante esse período, buscamos formação teórica e prática em cinema e televisão: curso de roteiro de cinema, direção de arte e cenografia e estágio na TV UFLA. O curso de roteiro cinematográfico foi na Mostra de Cinema de Tiradentes com o roteirista Cláudio MacDowell, professor de roteiro na Escola de Cinema e Televisão de Cuba entre 1991 e 1993; o curso de Direção de Arte e Cenografia foi na Mostra de Cinema na cidade de Ouro Preto ministrado pela diretora Ana Paula Cardoso formada em Arte e Cenografia pela UFRJ e diretora de vários documentários e longas. Para complementar esta formação em cinema, fizemos um estágio na TV UFLA onde aprendemos sobre produção de audiovisual na prática, desde o planejamento da produção audiovisual, filmagens na rua até a edição.

Foi após este longo caminho percorrido na música, na ciência, na educação, no cinema e na TV que encontramos o cantor Milton Nascimento, objeto desta pesquisa e deste projeto audiovisual.

1. Introdução

Milton Nascimento é um importante cantor brasileiro, compositor e multi-instrumentista. É considerado por músicos e cantores profissionais como um dos maiores cantores e músicos da MPB de todos os tempos. Ao longo de sua carreira, gravou cerca de 40 álbuns e foi indicado cinco vezes ao Grammy de Música (em 1992, por Txai; em 1995, por Angelus; em 2002, por Gil & Milton; além de outras indicações). Em 1998, ganhou a estatueta do Grammy na categoria de melhor álbum de música global. O trabalho premiado foi o álbum Nascimento, lançado em 1997, que contou com a participação de Chico Buarque. Em 2025, foi condecorado na Universidade Estadual de Campinas UNICAMP com o título de doutor honoris causa. [Revista Rolling Stone 2024, Estadão 2025, UNICAMP 2025].

Nesta pesquisa, será feito um estudo histórico sobre a infância do cantor Milton Nascimento na cidade de Três Pontas, para esta historiografia serão utilizadas obras comparadas de Piaget, Vygotsky e Gardner na pesquisa, na escrita do texto histórico e no projeto de audiovisual. Em seguida, será estudada a poética musical do cantor: temas de suas músicas, melodias e ritmos. Por último, será feito um entrelaçamento analítico entre a infância de Milton Nascimento e as suas músicas.

2. Metodologia.

Será feito um levantamento da biografia de Milton Nascimento e estudo histórico da cidade de Três Pontas no período em que o cantor viveu na cidade durante sua infância. Sua infância será estudada utilizando obras comparadas de Piaget, Vygotsky e Gardner. Serão selecionadas músicas cujos temas, versos e expressões poéticas contenham elementos para compor o trabalho.

As fontes estudadas serão livros, artigos acadêmicos, documentários, notícias e entrevistas. Suas músicas acessíveis no youtube serão utilizadas na pesquisa. Sua carreira musical também será estudada na mídia mainstream, estas informações serão analisadas na pesquisa podendo ser utilizadas.

A escrita do roteiro e construção do projeto audiovisual utilizarão os resultados desta pesquisa e se guiará pelas obras “*A Arte Poética de Aristóteles*”, o livro “*Roteiro de Cinema e Televisão de Flávio de Campos*” e “*O que é Dramaturgia de Renata Pallottini*” como referenciais teóricos da dramaturgia e produção audiovisual.

3. Biografia de Milton Nascimento.

Milton Nascimento nasceu no Rio de Janeiro no dia 26 de outubro de 1946 no bairro da Tijuca. Ficou órfão antes de completar dois anos e passou a ser criado pela avó, que trabalhava como doméstica e morava na casa da madrinha dele. Aos seis anos, foi adotado por Lília, filha da madrinha, e foi levado para viver em Três Pontas, no sul do estado de Minas Gerais. [Laryssa Costa 2022, Daniel Neves]

Milton era filho de uma mulher negra e empregada doméstica chamada Maria do Carmo do Nascimento. Uma experiência sócio-emocional aconteceu ainda na infância quando precisou deixar a companhia da sua avó e a casa da madrinha onde vivia e era amado pela família dela. Em seguida, foi adotado pelo casal Lília Silva Campos e Josino de Brito Campos. A avó aceitou entregar o neto para a adoção com a condição de que pudesse encontrá-lo periodicamente e que o nome de nascimento fosse mantido. Esta mãe adotiva era musicista e o pai dono de uma rádio, foi nesta nova família suas primeiras influências de aprendizado musical. [Laryssa Costa 2022, Daniel Neves]

Em Três Pontas, no interior do sul de Minas Gerais, Milton cresceu, entrou na escola, brincou com gaita e sanfona, seguia a mãe que cantava nas festas da igreja, viveu nos cenários mineiros de casarões, praças e fazendas. Assim, começou a nascer um dos maiores compositores e cantores do mundo. [Laryssa Costa 2022, Daniel Neves]

3.1 A infância de Milton Nascimento pelo olhar do Pediatra Dr. Daniel Becker.

O pediatra Daniel Becker foi entrevistado pelo médico Dr. Drauzio Varella para falar sobre a primeira infância que dura até os seis anos de idade. O Dr. Becker cita fatores importantes para o desenvolvimento saudável das crianças e para sua formação como pessoa. Segundo o médico, existem formas inadequadas de cuidar das crianças, ele destaca a importância de dar atenção à criança, mantendo uma relação olho no olho. Além do relacionamento com os pais, o pediatra afirma que o ato de brincar e o contato com a natureza são fatores essenciais para a formação das crianças. [Dr. Drauzio Varella 2021].

A infância de Milton Nascimento está marcada pela perda da mãe, a adoção de outra família, a mudança do Rio de Janeiro para Juiz de Fora e depois para Três Pontas, no sul de Minas. Em Três Pontas, Milton brincou, teve contato com a natureza e as fazendas do sul de Minas Gerais. Em entrevista na reinauguração da Fazenda Pedra Negra, Milton Nascimento afirmou que quando criança visitava com sua mãe a fazenda, “tinha muitos amigos aqui”. Milton também afirmou que Três Pontas é o seu berço, “é como se não viesse aqui eu não existia”. A fazenda Pedra Negra é um símbolo da cafeicultura em Três Pontas. Segundo o secretário de cultura, Ângelo Oswaldo, que esteve no mesmo evento com Milton, esta fazenda é um museu de território com todas as referências de objetos e instrumentos. [Jornal da Alterosa 2015]

O apelido de Bituca surgiu quando era criança, em consequência ao bico labial que fazia quando era contrariado. Milton afirmou que gostava mais do apelido carinhoso do que de seu nome [Programa Sr. Brasil 2013]. Em uma perspectiva de se pensar nas relações emocionais e de aprendizagem vividas pelo cantor, o apelido pode simbolizar os dramas vividos como a perda da mãe, o afastamento da avó e da madrinha. Embora tenha ganhado um casal de pais adotivos, a formação de Milton Nascimento como pessoa é constituída da falta de pais biológicos e distanciamento de mulheres maternas como a avó e a madrinha.

3.2 Clássicos acadêmicos sobre desenvolvimento infantil.

Pesquisa realizada na Universidade Federal de Lavras fez um estudo comparativo das obras de Piaget, Vygotsky e Gardner e os resultados encontrados mostram as contribuições destes autores para a compreensão da primeira infância. Segundo os autores, os trabalhos de Piaget, Vygotsky e Gardner apresentam pensamentos que podem ser complementares em algumas áreas e divergentes em outras.

Primeiramente, a teoria de Piaget sublinhou a importância dos estágios de desenvolvimento e do aprendizado autônomo. Em contraste, a teoria sociocultural de Vygotsky destacou o papel fundamental da interação social e da mediação cultural no desenvolvimento cognitivo. Adicionando uma perspectiva distinta, Gardner trouxe uma nova visão ao sugerir que a inteligência é composta por diferentes modalidades.

Aparentemente, apesar de cada teoria possuir seus pontos fortes individuais, a integração dessas abordagens pode enriquecer significativamente a prática educacional. Juntos, Piaget, Vygotsky e Gardner oferecem uma visão mais holística do aprendizado, pois consideram tanto os aspectos biológicos e sociais do desenvolvimento quanto a diversidade de capacidades cognitivas [Andrade; Nogueira; Silva; Mendes, 2024]. Da mesma forma, o potencial é semelhante para a presente pesquisa sobre “Milton Nascimento: Poética Musical, Afetos e Formação Educacional”.

4. Milton Bituca Nascimento na Revista Rolling Stones Brasil.

A revista Rolling Stone Brasil publicou uma matéria sobre o documentário “Milton Bituca Nascimento” que conta a história de Milton Nascimento. O filme foi dirigido por Flávia Moraes e com produção musical de Victor Pozas. Juntos, eles acompanharam os bastidores da última turnê de Milton Nascimento pela Europa, Estados Unidos e no Brasil. [Revista Rolling Stones 2025].

Para compreender quem é o compositor e cantor Milton Nascimento para a música brasileira e mundial, o filme contou com a participação de Gilberto Gil, Caetano Veloso, Pat Metheny e Spike Lee. Segundo a Rolling Stone Brasil, os diretores afirmaram que contar a história de Milton Nascimento no cinema é “explicar o inexplicável”. Eles também comentaram que, ao longo da produção, tiveram muitas surpresas. Victor, diretor musical do filme, comentou que é um grande desafio fazer um recorte das músicas da carreira de Milton Nascimento para a produção de um filme, pois sua trajetória conta com 60 anos de história e 40 álbuns lançados. Este filme “Milton Bituca Nascimento” evidencia a relevância da carreira de Milton Nascimento para a educação e a arte.

5. Sinopse do audiovisual sobre a infância e a poética Milton Nascimento.

A sinopse é um gênero de texto curto e direto com objetivo de atrair a atenção do leitor, diferente da resenha que é uma análise crítica de uma obra e do resumo que é uma síntese da obra para mostrar os pontos principais.

Uma sinopse para este projeto do audiovisual é sobre a seguinte história: “*O menino Milton Nascimento cantando e tocando com sua mãe Lília*” mergulha nas raízes biográficas e musicais de um dos maiores ícones da música brasileira. Ambientado em Três Pontas, no coração do sul de Minas Gerais, o documentário revela como afetos e aprendizados vividos na infância contribuem para formar o cantor e compositor Milton Nascimento. Por meio de memórias e canções, o filme traça uma íntima conexão entre a poética musical de Milton e as marcas de uma infância que ressoa em cada nota musical e em cada vogal cantada prolongadamente nos versos das suas músicas.

6. Conclusão.

Na revista Rolling Stone, o documentário “Milton Bituca Nascimento” foi apresentado como uma tentativa de explicar o inexplicável. Neste novo projeto de pesquisa, o objetivo é compreender a música de Milton Nascimento por meio do próprio Milton Bituca.

A infância de Milton Nascimento oferece informações valiosas sobre sua formação humana, cultural e musical. As expressões poéticas e temas das suas músicas, essências de seus afetos e cognições, começaram a ser semeadas na infância e foram florescendo ao longo da sua carreira de cantor e compositor.

Ao apresentar novos olhares sobre o Milton Nascimento e sua música, esta pesquisa contribui para a educação, demonstrando que os aspectos biológicos e sociais do desenvolvimento estão entrelaçados, influenciando de diferentes maneiras a produção da diversidade das capacidades cognitivas. Desta forma, esta pesquisa pode ser utilizada para subsidiar a construção de projetos de educação e música.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

1. Referências

- ARISTÓTELES. Sobre a Arte Poética. Tradução de Antônio Mattoso e Antônio Queiros Campos. Editora Autêntica. 1ª edição. Belo Horizonte, 2018.
- CAMPOS F. Roteiro de Cinema e Televisão. Ed. Zahar. 3ª edição. São Paulo, 2007.
- COSTA L. A Biografia de Milton Nascimento: a história de um dos maiores nomes da MPB. Disponível em: <https://www.cifraclub.com.br/blog/biografia-de-milton-nascimento/> Acesso em 07 de out. 2025.
- DRAUZIO VARELLA. Primeira infância (até 6 anos) exige convivência olho no olho | Daniel Becker. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0bZHm3fQJZ0>. Acesso em 05 de out. 2025.
- ESTADÃO. Milton Nascimento ganhou Grammy 27 anos da polêmica na premiação. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/cultura/musica/milton-nascimento-ganhou-grammy-27-anos-antes-de-polemica-na-premiacao-nprec>. Acesso em 07 de out. 2025.
- JORNAL DA ALTEROSA. Fazenda símbolo da cefeicultura em Três Pontas é revitalizada. 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=b14Qfaaihs>. Acesso em 05 de out. 2025.
- ANDRADE, M. F.; NOGUEIRA, L.; SILVA, B. S.; MENDES C. L. Contribuições de Piaget, Vygotsky e Gardner para a Educação e Psicologia Cognitiva: Um Estudo Comparativo. XXXVII Congresso de Iniciação Científica da UFLA, 2024.
- NEVES, Daniel. Milton Nascimento. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biografia/milton-nascimento.htm>. Acesso em 07 de out. 2025.
- PALLOTTINI R. O que é Dramaturgia. Ed. Brasiliense. 1ª edição. 2005.
- PROGRAMA SR. BRASIL. Nos Bailes da Vida, por Milton Nascimento. 2013 Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=tyCbyAdcZ2Y&list=RDtyCbyAdcZ2Y&start_radio=1 Acesso em 05 de 2025.
- REVISTA ROLLING STONE. O hábito nostálgico que Milton Nascimento adquiriu na aposentadoria. Disponível em: <https://rollingstone.com.br/musica/o-habito-nostalgico-que-milton-nascimento-adquiriu-na-aposentadoria/>. Acesso em 07 de out. 2025.
- TAMMARO R. Disponível em: <https://rollingstone.com.br/cinema/novo-documentario-sob-re-milton-nascimento-e-tentativa-de-explicar-o-inexplicavel/>. Acesso em 05 de out. 2025.
- UNICAMP. Unicamp concede título de Doutor Honoris Causa a Milton Nascimento. Disponível em: <https://jornal.unicamp.br/noticias/2025/04/10/unicamp-concede-titulo-de-doutor-honoris-causa-a-milton-nascimento/>. Acesso em 07 de out. 2025.

O conceito de ‘condição absurda’ de Albert Camus a partir do filme ‘2001: Uma odisseia no espaço’

Luísa Carolina Silva¹, Juliana Aparecida dos Santos¹, Laise Vieira Gonçalves²,
Antonio Fernandes Nascimento Junior²

¹Pós-graduandas do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/Instituto de Ciências Naturais (ICN) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Docentes do Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{luisasilva@ufla.br, juliana.santos8@estudante.ufla.br,
laiseribeiro@ufla.br, antoniojunior@ufla.br}

Abstract. *This paper explores the connections between Stanley Kubrick's film 2001: A Space Odyssey and Albert Camus' existentialist philosophy, focusing on the concept of the absurd. Through an analysis of the narrative, visual, and thematic aspects, the study reveals how cinema can illustrate the absurd, while Camus' philosophy deepens the cinematic interpretation, highlighting the human search for meaning in an indifferent universe, social alienation, human finitude, and cosmic indifference.*

Keywords: *Camus, Kubrick, 2001, Absurd.*

Resumo. *Este trabalho explora as conexões entre o filme ‘2001: Uma Odisseia no Espaço’ de Stanley Kubrick e a filosofia existencialista de Albert Camus, focando no conceito de absurdo. Através de uma análise dos aspectos narrativos, visuais e temáticos, o estudo revela como o cinema pode ilustrar o absurdo, enquanto a filosofia de Camus aprofunda a interpretação cinematográfica, destacando a busca humana por sentido em um universo indiferente, a alienação social, a finitude humana e a indiferença cósmica.*

Palavras-chave: *Camus, Kubrick, 2001, Absurdo.*

1. Introdução

Em 1968, o filme ‘2001: Uma Odisseia no Espaço’, de Stanley Kubrick, marcou a história do cinema, oferecendo uma experiência filosófica e visual que explora questões sobre a humanidade, a tecnologia e o destino humano. Lançado no contexto da corrida espacial e da revolução tecnológica dos anos 1960, o filme transcendeu a ficção científica, dialogando com a ciência, a filosofia e a arte, permanecendo relevante até os dias de hoje (Castilho, 2019).

O contexto histórico da Guerra Fria e a conquista da lua em 1969 influenciaram a obra, que discutiu temas como o propósito da vida, a relação homem-máquina e os

dilemas éticos da inteligência artificial. Kubrick elevou o gênero da ficção científica a uma reflexão filosófica profunda. Desta forma, a temática da condição humana em ‘2001’ (1968) dialoga com a filosofia do absurdo de Albert Camus (2019), que o identifica como a tensão entre a busca humana por significado e um universo indiferente.

Camus dedica-se ao estudo do absurdo, entendido como a relação entre o homem e o mundo, marcada pela tensão entre ambos e revelada pela consciência. Esse reconhecimento da falta de sentido pode provocar desamparo e alienação, mas, para ele, a saída não é o desespero, e sim a resistência: aceitar a vida em sua condição absurda com coragem (Escorcio, 2011).

O pensamento de Camus sobre o absurdo é exemplificado em sua obra ‘*O Estrangeiro*’ (2019), escrita nos anos 1940, em um contexto de guerra e tensões coloniais. O protagonista, Meursault, representa a indiferença à vida, mas também a revolta contra a ausência de sentido, ecoando a filosofia camusiana sobre a alienação e a resistência diante da falta de propósito (Araújo; Araújo, 2023).

Essa mesma abordagem filosófica ressurgiu em ‘2001’ (1968), que, assim como ‘*O Estrangeiro*’ (2019), confronta o espectador com a busca por respostas em um cosmos vasto e indiferente, sem oferecer soluções definitivas. Ambas as obras nos convidam a refletir sobre questões fundamentais da existência humana, como a ausência de sentido, a imensidão do universo e a inevitabilidade da morte, temas que serão aprofundados neste trabalho.

2. Apresentação das obras

2.1 Resumo do filme ‘2001: Uma odisseia no espaço’, de Stanley Kubrick

O filme ‘2001: Uma Odisseia no Espaço’ (1968) começa com uma cena que mostra homínídeos primitivos na Terra, onde um monólito negro misterioso aparece e influencia o comportamento de um deles, sugerindo a intervenção de uma inteligência superior na evolução humana. Após uma transição de quatro milhões de anos, em 2001, uma missão espacial é enviada à lua para investigar um monólito semelhante. O monólito emite um sinal para Júpiter, levando à decisão de enviar uma missão para o planeta, comandada pela nave *Discovery One*, com os astronautas Dr. Dave Bowman, Dr. Frank Poole, dois técnicos em hibernação e a inteligência artificial HAL 9000.

Quando HAL começa a apresentar falhas, os astronautas suspeitam de seu comprometimento. HAL tenta eliminar a tripulação para proteger os interesses da missão para a qual foi programado, entendendo o componente humano como instável, resultando na morte de Poole e no desligamento de HAL por Bowman. Chegando a Júpiter, Bowman encontra outro monólito e, ao se aproximar dele, é puxado por uma força misteriosa que o leva a uma viagem através do espaço e do tempo, onde envelhece rapidamente e se transforma em uma entidade cósmica iluminada, sugerindo uma evolução além da compreensão humana.

Os efeitos visuais de ‘2001’ (1968) foram inovadores para a época, estabelecendo novos padrões na indústria cinematográfica, influenciando filmes subsequentes como *Star Wars* (1977) e *Blade Runner* (1982). A trilha sonora, com peças como “Assim Falou Zaratustra” e “Danúbio Azul”, combinou a vastidão do espaço com a atemporalidade da música clássica, criando uma experiência audiovisual

única (Machado, 2017). O filme com seus enigmas, como o monólito e a transformação final do protagonista em uma entidade transcendental, oferece uma profundidade filosófica que continua a gerar discussões acadêmicas e culturais.

2.2 Resumo do livro ‘O Estrangeiro’, de Albert Camus

Em ‘*O Estrangeiro*’ (2019), Albert Camus leva o leitor a uma jornada pela mente de Meursault, um homem alienado das convenções sociais e imerso no absurdo existencial. A narrativa, em primeira pessoa, explora a indiferença de Meursault, começando com a morte de sua mãe, que não desperta a reação emocional esperada. Ele segue sua rotina na Argélia com uma postura fria e distante, até iniciar um relacionamento com Marie Cardona, que, apesar de sua companhia, não desperta em Meursault nenhum afeto profundo.

Sua vida é abalada quando se envolve com Raymond Sintès, um vizinho violento, em conflito com sua amante árabe. Após um confronto com ela e seus amigos na praia, Meursault, impulsivamente, decide retornar ao local e acaba matando o árabe em um ato frio e sem remorso. O assassinato, descrito com objetividade, choca a sociedade, que não entende a indiferença de Meursault diante da gravidade do ato.

O julgamento de Meursault foca mais em sua postura emocionalmente indiferente durante o funeral de sua mãe do que no assassinato em si, tornando-o símbolo de desumanidade. Ele permanece impassível, revelando sua alienação das normas sociais, e sua condenação à morte não o afeta profundamente. Em seus últimos momentos, encontra paz ao aceitar a natureza absurda da existência, vendo sua indiferença como resistência ao desejo humano de atribuir sentido à vida.

3. Metodologia

A metodologia adotada para este estudo foi a Análise de Conteúdo, conforme os princípios de Laurence Bardin (2016). Esse método permite a sistematização e interpretação detalhada de textos e produções culturais, extraindo significados, padrões e categorias a partir de um corpus de dados.

A análise de conteúdo é uma metodologia qualitativa robusta, que proporciona uma abordagem profunda e rigorosa das produções analisadas, garantindo interpretações objetivas e científicas. Neste estudo, foi aplicada para examinar a obra cinematográfica ‘*2001: Uma Odisseia no Espaço*’ (1968) de Stanley Kubrick e a filosofia existencialista de Albert Camus, com o objetivo de identificar os elementos narrativos, visuais e temáticos que estabelecem um diálogo entre as duas obras. O material foi organizado em eixos de análise, permitindo uma leitura crítica e detalhada das produções.

4. Resultados e discussão

4.1 O absurdo da existência e a busca externa por sentido

A obra de Albert Camus, especialmente ‘*O Estrangeiro*’ (2019), e o filme ‘*2001: Uma Odisseia no Espaço*’ (1968), de Stanley Kubrick, convergem na exploração do absurdo da existência humana e na busca fútil por um significado para a vida. Para Camus, a racionalidade humana falha em compreender a realidade, levando o ser humano a uma busca incessante por sentido, que se depara com um universo vazio e silencioso. Nesse contexto, surge o conceito do "homem absurdo", aquele que reconhece a ausência de

sentido como uma condição fundamental da vida. Essa consciência do absurdo pode se tornar uma forma de liberdade, mesmo diante do vazio (Azevedo, 2017). Ou seja, “ter a consciência do absurdo é, então, condição para uma existência lúcida” (Junior; Hidalgo, 2022, p. 49).

Meursault e os astronautas da *Discovery One* compartilham a experiência de viver em rotinas mecanizadas que obscurecem a percepção da realidade. Antes dos acontecimentos decisivos, ambos estão imersos em repetições que reduzem a vida a tarefas sem significado.

Em Argel, Meursault leva uma vida monótona e burocrática, marcada pela frieza e pela alienação, sendo “o símbolo fiel da representação bruta e maquinal do cotidiano” (Azevedo, 2017, p. 44). Essa rotina, que sustenta seu pequeno universo limitado, reforça sua indiferença diante da vida (Gomes; Giacomet, 2019). Seu distanciamento se evidencia até diante da morte da mãe, quando sua maior preocupação é a reação do chefe à sua ausência no trabalho (Azevedo, 2017).

De forma semelhante, Bowman e Poole seguem uma programação rigorosa na *Discovery One*, marcada por exercícios e tarefas executadas mecanicamente. Essa rotina evidencia a desumanização dos personagens, caracterizando-os como homens-máquina. Apesar da proximidade física, sua relação é distante e limitada às exigências da missão, enquanto o vínculo com HAL 9000 revela a fragilidade dos laços humanos em um ambiente tecnológico (Failache, 2015).

Para Camus (2019), a rotina, o cotidiano, o habituar-se a viver, a repetição de esforços é vista como uma prisão. É o que leva o indivíduo a ser privado de sua lucidez e de sua liberdade de ação, o que faz com que este acostume-se a viver dessa forma e, por isso o autor interessa-se pelo estudo da revolta, do assassinato, do suicídio (Gomes; Giacomet, 2019).

4.2 A consciência da morte e a indiferença do universo

A cena da morte de Frank Poole em ‘*2001: Uma Odisseia no Espaço*’ (1968) marca o início da operação de HAL 9000 para eliminar o que ele considera uma ameaça à missão: o componente humano. Similarmente, o assassinato do árabe por Meursault, em ‘*O Estrangeiro*’ (2019), simboliza o início da sua vida lúcida, apesar de ambos os atos ocorrerem em contextos muito diferentes. A morte de Poole, causada friamente por HAL 9000, é mecanicamente calculada, enquanto a de Meursault é um ato impulsivo, mas ambas refletem um elemento comum: a indiferença.

HAL, ao perceber que seus tripulantes estão considerando desligá-lo, inicia uma operação para eliminá-los, começando por Poole, que é enviado ao espaço para manutenção de um equipamento. Sua morte, seguida do resgate falho de Bowman, é marcada pelo silêncio do espaço e pela frieza do universo. Bowman tenta salvar Poole, mas permanece impassível, refletindo a apatia do cosmos. HAL, em seu propósito de preservar a missão, elimina Poole, mostrando um nível ainda maior de indiferença (Failache, 2015).

Por outro lado, em ‘*O Estrangeiro*’ (2019), o assassinato do árabe ocorre em uma praia deserta sob o sol escaldante, o qual se torna a força que domina e pressiona Meursault, levando-o a agir quase automaticamente. O ato é descrito de maneira objetiva e sem emoção, refletindo a indiferença existencial do protagonista, que não

demonstra remorso. O sol, nesse caso, simboliza o absurdo da existência humana: o enfrentamento da realidade irracional e sem sentido (Gomes; Giacomet, 2019).

Ambos os eventos — a morte de Poole e o assassinato do árabe — estão imersos em uma atmosfera de indiferença universal. Poole luta pela vida, mas o cosmos permanece imutável, e Meursault, em sua indiferença, comete um ato de violência sem significado. Ambos os casos refletem a incapacidade de encontrar um sentido para a vida em um mundo que permanece indiferente às emoções e à dor humana.

4.3 A revolta como única saída

Tanto Bowman quanto Meursault, após experiências que os colocam diante do absurdo e da indiferença do universo, assumem posturas de revolta como forma de afirmação existencial. Em *'2001: Uma Odisseia no Espaço'*, Bowman desliga HAL 9000 após sua rebelião, retomando o controle da nave e afirmando sua humanidade diante de uma inteligência artificial desumanizante.

Após a "morte" de HAL, ele descobre seu verdadeiro destino: seguir até Júpiter. Sozinho e sem os recursos tecnológicos avançados, enfrenta um ambiente hostil apenas com ferramentas humanas, num paralelo ao início da humanidade (Failache, 2015). Sua decisão de seguir viagem, mesmo sem garantias ou respostas, é um ato de coragem e aceitação do absurdo, em sintonia com a ideia camusiana de revolta — enfrentamento lúcido do destino, sem se apoiar na razão ou na fé.

Camus diferencia absurdo e revolta: o absurdo é o confronto do homem com o mundo; a revolta, o confronto do homem consigo mesmo (Escorcio, 2019). Ao entrar no monólito e passar por uma experiência transformadora, Bowman transcende, tornando-se um ser evoluído e retornando à Terra. Esse novo ser ocupa um lugar singular, onde é plenamente responsável por seus atos (Failache, 2015).

Meursault, por sua vez, expressa sua revolta de maneira silenciosa. Sua indiferença diante do julgamento e da própria execução é uma negação dos valores sociais e religiosos. Ao se recusar a ter esperança ou a recorrer ao sagrado, afirma sua lucidez diante do absurdo (Azevedo, 2017). Como em *'O mito de Sísifo'* (2019), supera seu destino ao desprezá-lo. Sua revolta não busca sentido, mas assume a vida como ela é, encontrando liberdade e autenticidade mesmo no vazio (Gomes; Giacomet, 2019).

Considerações finais

A filosofia do absurdo de Albert Camus e a narrativa de *'2001: Uma Odisseia no Espaço'* (1968), de Stanley Kubrick, convergem ao retratar o confronto humano com a falta de sentido. Apesar das diferenças de forma e contexto, ambas as obras dialogam sobre a condição humana e reafirmam a arte como meio privilegiado para refletir sobre questões existenciais e universais. A contribuição de Kubrick está em transformar conceitos abstratos, como o absurdo, em imagens poderosas, enquanto a filosofia de Camus oferece uma lente interpretativa para aprofundar a leitura estética e narrativa do filme.

O silêncio das estrelas, a mecanização dos astronautas e a luta de Dave Bowman contra HAL 9000 exemplificam visualmente os dilemas camusianos, como o enfrentamento do vazio e a necessidade da revolta. De modo paralelo, o cotidiano burocrático de Meursault e sua indiferença diante da morte da mãe ou do assassinato do

árabe revelam o absurdo da existência, destacando alienação e isolamento como marcas da condição humana moderna.

Por fim, tanto em Camus quanto em Kubrick, a revolta aparece como resposta essencial ao absurdo. A coragem de seguir adiante, como demonstrado por Bowman e Meursault, mesmo diante do vazio e sem esperança transcendente, permite construir um significado pessoal e reafirmar a humanidade frente à indiferença. Assim, o diálogo entre filosofia e cinema mostra-se fundamental para ampliar a compreensão da condição humana e inspira novas leituras que aprofundem a reflexão sobre o sentido da vida em um mundo marcado pela incerteza.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referências

- 2001: Uma odisseia no espaço (1968). Direção: Stanley Kubrick. Produção: Arthur C. Clarke. Estados Unidos; Reino Unido.
- Araújo, A. C.; Araújo, S. L. F. (2023). Albert Camus: O Estrangeiro na filosofia absurda da existência. In: Estudos literários e filosóficos da obra de Albert Camus. Editora Científica.
- Azevedo, P. I. S. de (2017). Do absurdo à revolta em Albert Camus. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Filosofia), Universidade Federal do Ceará.
- Bardin, L. (2016). Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70.
- Camus, A. (2019). O estrangeiro. Editora Record.
- Camus, A. (2019). O mito de Sísifo. Editora Record.
- Castilho, P. M. C. de (2019). De macaco selvagem a anjo espacial: a visão de Stanley Kubrick sobre a Guerra Fria e a manifestação do sublime no filme 2001: Uma Odisseia no Espaço. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Comunicação), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- Escorcio, D. M. (2011). Filosofia e literatura em Albert Camus: a existência entre o Absurdo e a Revolta. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Ciências Humanas/Sociologia), Universidade Federal do Maranhão.
- Failache, M. J. V. (2015). Tecnologia, poder e violência em 2001: Uma odisseia no espaço. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade), Universidade Federal de São Carlos.
- Gomes, D. H.; Giacomet, M. (2019). Um olhar sobre o absurdo existencial a partir da obra O Estrangeiro, de Albert Camus. Educação e cultura em debate, v. 5, n. 1, p. 166-200.
- Junior, H. D. do N. C.; Hidalgo, A. F. (2022). O fenômeno da solidão humana à luz da filosofia do absurdo de Albert Camus. Monumenta, Paraíso do Norte, PR, v. 5, n. 1, p. 47-55.
- Machado, J. C. de C. (2017). Odisseia musical: análise das trilhas musicais de “2001: Uma Odisseia no Espaço”. Travessias, v. 11, n. 2, p. 336-347.

Vozes afogadas e canções de resistência: uma análise da música ‘Sobradinho’ sob a luz da Educação Ambiental Crítica

Luísa Carolina Silva¹, João Márcio de Souza¹, Laise Vieira Gonçalves², Antonio Fernandes Nascimento Junior²

¹Pós-graduandos do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/Instituto de Ciências Naturais (ICN) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Docentes do Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{luisasilva@ufla.br, joao.souza21@estudante.ufla.br, laiseribeiro@ufla.br, antoniojunior@ufla.br}

Abstract. *This paper examines the interconnection between art and critical environmental education, focusing on how artistic expressions contribute to reflection on socio-environmental issues. Based on an analysis of the song ‘Sobradinho’ by Sá and Guarabyra, the contradictions inherent in the capitalist logic of exploitation are investigated. An analysis of the relationships among society, nature, and culture is proposed, highlighting the role of art as a space for resistance, dialogue, and the construction of new meanings. This capacity promotes awareness of the need for structural changes in the relationship between humanity and the environment.*

Keywords: *Critical Environmental Education, Art, Sobradinho.*

Resumo. *Este trabalho analisa a interconexão entre a arte e a educação ambiental crítica, com foco na contribuição de expressões artísticas para a reflexão sobre questões socioambientais. A partir de uma análise da canção ‘Sobradinho’, de Sá e Guarabyra, são investigadas as contradições inerentes à lógica capitalista de exploração. É proposta uma análise das relações entre sociedade, natureza e cultura, ressaltando-se o papel da arte como espaço de resistência, diálogo e construção de novos significados, capaz de promover a sensibilização para a necessidade de mudanças estruturais na relação entre a humanidade e o meio ambiente.*

Palavras-chave: *Educação Ambiental Crítica, Arte, Sobradinho.*

1. Introdução

Desde a década de 1970, a educação passou a ser vista como fundamental para a preservação ambiental, promovendo respeito e uso responsável dos recursos naturais, com foco em um futuro sustentável (Nunes; Freitas, 2011). A crescente degradação ambiental, impulsionada pelo capitalismo orientada ao lucro, exige práticas e políticas eficazes de conservação, sob risco de danos irreversíveis à sociedade.

Nesse cenário, a educação ambiental crítica permite compreender as dinâmicas de exploração da natureza. A música ‘*Sobradinho*’ se insere como expressão de resistência, ao denunciar os impactos socioambientais de grandes obras e questionar a lógica utilitarista do meio ambiente, incentivando uma reflexão transformadora sobre nossa relação com a natureza.

1.1 Educação Ambiental Crítica: uma perspectiva transformadora para as relações entre sociedade e natureza

Rodrigues e Guimarães (2012) apontam que os fatores socioeconômicos, impulsionados pelo capitalismo e avanço tecnológico, são causas diretas da degradação ambiental, ao priorizarem o lucro em detrimento do uso sustentável dos recursos, gerando concentração de riqueza e exclusão social.

A Lei nº 9.795/1999, alterada pela Lei nº 14.926/2024, busca orientar o uso responsável dos recursos naturais por meio da educação ambiental, com base na legislação vigente. No entanto, sua aplicação tende a ser superficial e centrada na conscientização individual, e não em mudanças estruturais. Por isso, é essencial um governo democrático e transparente que implemente políticas públicas voltadas à educação ambiental crítica e transformadora.

De acordo com Loureiro *et. al.* (2009), a educação ambiental crítica defende a integração entre o social e o ambiental, exigindo uma nova consciência ecológica e uma reorganização social baseada na cooperação. Para Layrargues (2004), o conflito e as relações de poder são centrais nessa perspectiva.

1.2 A arte como espaço de diálogo e reflexão crítica sobre a realidade socioambiental

A educação ambiental crítica vai além da simples informação sobre problemas ecológicos e da responsabilização individual, ao abordar as raízes sociais e econômicas da crise ambiental. Ela propõe uma nova percepção em que o ser humano se entenda enquanto parte da natureza, não apenas por meio da racionalidade, mas também por uma conexão afetiva e integradora com o mundo. Essa perspectiva dialoga com reflexões já presentes em tradições críticas do pensamento social, como as de Marx e Engels, e com visões cosmológicas de pensadores indígenas contemporâneos, como Ailton Krenak.

Segundo Silveira (2009), atitudes verdadeiramente sustentáveis devem considerar as vivências concretas, e não apenas a racionalidade científica. A educação ambiental começa ao recolocar o ser humano em relação integrada com o mundo que habita. A arte, nesse contexto, oferece uma abordagem sensível e simbólica das questões ambientais, enriquecendo o debate ao ir além do pragmatismo científico. Harvey (2016) destaca que, diante da alienação capitalista, ações baseadas em afeto e dignidade se tornam gestos revolucionários que fortalecem a conexão entre humanidade e ambiente.

2. Contexto histórico da música ‘*Sobradinho*’, de Sá e Guarabyra

A canção ‘*Sobradinho*’, de Sá e Guarabyra (1977), tornou-se um marco da música brasileira ao retratar de forma poética os impactos sociais e ambientais causados pela construção da Usina Hidrelétrica de Sobradinho, na Bahia. Com simplicidade e força, a letra expressa o sofrimento das pessoas que perderam suas casas e modos de vida, tornando-se símbolo de memória e dor coletiva.

A obra faz referência ao projeto desenvolvimentista do regime militar nos anos 1970, que priorizou a expansão econômica à custa de direitos fundamentais. A construção da usina resultou no deslocamento de milhares de pessoas e na destruição de ecossistemas, sem considerar os impactos humanos e ambientais (Cunha, 2020).

Nesse contexto, '*Sobradinho*' representa um protesto artístico contra tais injustiças, transformando a dor em expressão política. A música reforça seu lugar de denúncia e mobilização, ao questionar os limites do progresso e defender a preservação ambiental e os direitos humanos.

Metodologia

A pesquisa adota a análise de conteúdo, conforme Bardin (2016), como metodologia para examinar a música de forma sistemática e interpretativa. Essa abordagem permite identificar e compreender os significados presentes na obra por meio da organização da canção em eixos temáticos. A análise buscará interpretar as mensagens e visões da obra, considerando seu momento histórico e reforçando a música como instrumento de comunicação e reflexão crítica.

3. Resultados e discussão

4.1 O sertão alagado pelo “progresso”: capitalismo e contradições

Na década de 1970, sob o regime militar, o Brasil adotou uma política desenvolvimentista voltada à integração na economia global, mesmo com altos custos sociais e ambientais. A construção da barragem de Sobradinho, que desalojou cerca de 70 mil pessoas e alagou sete municípios, exemplifica essa lógica de progresso autoritário (Nobre; Santos, 2019).

As promessas feitas à população afetada não foram cumpridas. Muitas famílias seguem sem indenização ou acesso a serviços básicos, e a energia elétrica só chegou décadas depois (Amaral, 2023 *apud* Jornal Caminhar Juntos, 1980). A música '*Sobradinho*', de Sá e Guarabyra, critica a exploração do Rio São Francisco e a lógica capitalista que subordina o meio ambiente ao lucro. Os versos denunciam a perda de territórios e modos de vida em nome de um falso progresso:

O homem chega e já desfaz a natureza
Tira gente, põe represa, diz que tudo vai mudar
O São Francisco, lá pra cima da Bahia
Diz que dia, menos dia, vai subir bem devagar
E passo a passo vai cumprindo a profecia
Do beato que dizia que o sertão ia alagar
O sertão vai virar mar, dá no coração
O medo que algum dia o mar também vire sertão (Sá; Guarabyra, 1977).

Como observam Vieira, Ruiz e Carvalho (2019), a crise ecológica está ligada à lógica capitalista, que explora tanto a natureza quanto os trabalhadores. A barragem de Sobradinho é um símbolo dessa contradição, ao gerar desenvolvimento para poucos e destruição para muitos.

4.2 Impactos socioambientais, culturais e históricos

Durante o reassentamento promovido pela Chesf (Companhia Hidrelétrica do São Francisco), houve a equivocada suposição de que os ribeirinhos partilhavam da visão de progresso da empresa, ignorando seus modos de vida tradicionais e repetindo uma lógica colonial que despreza culturas locais em nome do desenvolvimento (Costa,

1990). Milhares de pessoas foram removidas, perdendo o sustento, a mobilidade e referências culturais ligadas ao rio (Estrela, 2009). Além dos impactos imediatos, houve prejuízos duradouros em saúde, educação e cultura (Carvalho; Lorenzo; Florêncio, 2023).

A pesca, atividade essencial à subsistência e identidade ribeirinha, foi severamente afetada pela redução da vazão e da biodiversidade do rio, forçando migração para trabalhos informais. O despejo de esgoto agravou ainda mais essa situação (Souza, 2017). Como destaca Amaral (2023), a perda da vida à beira do rio representa também a perda de sociabilidade e subjetividade.

Um estudo realizado entre os anos de 2021 e 2022 por Carvalho (2023) mostra a extensão dos danos causados pela construção da Usina, ainda vivenciados pelos ribeirinhos afetados. Entre as consequências que perduram, o estudo constatou a presença de grandes prejuízos de ordem material e imaterial e danos ambientais, sociais e psicológicos que a comunidade foi submetida ao longo de décadas, que serão detalhados a seguir.

Os reassentados enfrentam o problema da questão fundiária, que continua mal distribuída e concentrada no poder de grandes latifundiários e empresários, e deficiências críticas na infraestrutura, como a ausência de saneamento básico nas comunidades, a necessidade de coleta e lixão para resíduos, e a ausência de manutenção das estradas vicinais. A saúde pública continua sendo um aspecto preocupante, dada a ausência de Postos de Saúde e a carência de profissionais. No meio ambiente, os efeitos são evidentes no desaparecimento de grande parte de espécies de peixes nativos, com uma representativa redução na captura, além de problemas contínuos para a atividade pesqueira causados por redes danificadas pelos galhos das árvores submersas.

4.3 Resistência e luta

A resistência à construção da Usina de Sobradinho reflete uma luta global de comunidades marginalizadas pelo modelo capitalista, cujos problemas são políticos, institucionais e ideológicos, não naturais (Harvey, 2016). O Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) surgiu no final dos anos 1970 no Vale do Rio Uruguai, em reação ao “Projeto Uruguai” que previa 25 hidrelétricas, e se nacionalizou em 1991, ampliando suas demandas de reassentamentos para justiça social e controle dos recursos naturais (Sherer-Warren; Reis, 2007).

A resistência em Sobradinho, anterior ao MAB nacional, ajudou a formar pautas de conscientização sobre os impactos socioambientais das hidrelétricas. A música também atua como protesto contra a violência cultural provocada pela barragem, denunciando a perda da identidade das populações tradicionais do Rio São Francisco.

Considerações finais

A análise da música ‘*Sobradinho*’ evidencia como a arte pode ser um meio de denúncia, resistência e conscientização, ao criticar a lógica do desenvolvimento econômico que ignora direitos humanos e sustentabilidade ambiental. Ao tratar das contradições do capitalismo e dos impactos causados por grandes empreendimentos, a música se torna um veículo de memória e reflexão, revelando desigualdades históricas e incentivando a busca por um futuro mais justo.

A articulação entre Arte e educação ambiental crítica mostra a importância de práticas pedagógicas que promovam sensibilidade, diálogo e transformação, despertando uma consciência ecológica e social mais profunda.

Por fim, ‘*Sobradinho*’ simboliza um chamado à ação coletiva e à transformação social, ao resgatar histórias de luta e estimular uma nova relação com a natureza, reforçando a contribuição da música para a resistência e a mudança.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referências

- Amaral, A. R. P. (2023). A nova Santo-Sé e os impactos socioambientais provocados pela construção da barragem de Sobradinho. *Revista Ouricuri, Juazeiro, Bahia*, v. 13, n. 1, p. 88-101. Disponível em: <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/17046>>.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Brasil (1999). Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999). Brasília, 1999. Disponível em <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>.
- Brasil (2024). Altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 (Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024). Brasília, 2024. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2024/lei-14926-17-julho-2024-795975-publicacaooriginal-172450-pl.html>>.
- Carvalho, W. O. de (2023). Comunidades de Sobradinho-BA: Uma análise da percepção dos impactos socioambientais provocados pela construção da hidrelétrica. Dissertação (Mestrado em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental), Universidade do Estado da Bahia. Disponível em: <<https://saberaberto.uneb.br/items/e7b01372-3d1f-431f-b7ca-a0fc2250172b>>.
- Carvalho, W. O. de; Lorenzo, V. P.; Florêncio, R. R. (2023). Comunidades ribeirinhas da barragem de Sobradinho-BA: impactos socioculturais e políticas públicas. *Revista Ouricuri, Juazeiro, Bahia*, v. 13, n. 1, p. 24-42. Disponível em: <<https://www.revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/16249>>.
- Costa, A. L. (1990). Barragem de Sobradinho: o desencontro cultural entre camponeses e técnicos do estado. Rio de Janeiro: CEDI- Centro Ecumênico de Documentação e Informação. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/384602/mod_resource/content/0/0692_0001%20barragem%20de%20sobradinho.pdf>.
- Cunha, T. S. (2020). O regresso como políticas de “progresso”: a devastação de Sobradinho-BA. *Revista do CEPEJ, Salvador*, v. 22, p. 237-250. Disponível em: <<https://revista.cepej.com.br/index.php/rcepej/article/view/1717>>.
- Estrela, E. S. (2009). Um rio de memórias: o modus vivendi dos beraderos sanfranciscanos antes da represa de Sobradinho (Bahia). *História & Perspectivas, Uberlândia*, p. 115-139. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/historiaperspectivas/article/view/19238/10366>>.
- Harvey, D. (2016). *17 contradições e o fim do capitalismo*. 1. ed. São Paulo: Boitempo.

- Layrargues, P. P. (coord.) (2004). *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Loureiro, C. F. B.; Trein, E.; Tozoni-Reis, M. F. de C.; Novicki, V. (2009). Contribuições da teoria marxista para a educação ambiental crítica. *Cadernos CEDES*, Campinas, v. 29, n. 77, p. 81-97. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ccedes/a/bCgHZJsySJnj7QYKbCZm4BF/abstract/?lang=pt>>.
- Nobre, R.; Santos, A. C. (2019). As Narrativas sobre o “Progresso” no jornal *Rivale* no contexto da construção da Barragem de Sobradinho (1972-1973). *XXI Congresso de Ciências da Comunicação na Região Nordeste*, São Luís, Maranhão, 1-14. Disponível em: <<https://portalintercom.org.br/anais/nordeste2019/resumos/R67-0704-1.pdf>>.
- Nunes, L. S.; Freitas, R. de C. M. (2011). A contribuição do pensamento de Karl Marx para se (re)pensar a educação ambiental. *VI Encontro “Pesquisa em Educação Ambiental”*, Ribeirão Preto, p. 1-13. Disponível em: <<http://www.epea.tmp.br/viepea/files.epea2011.webnode.com.br/200000133-2d5b52e54a/epea2011-0139-1.pdf>>.
- Rodrigues, J. do N.; Guimarães, M. (2012). Algumas contribuições marxistas à Educação Ambiental (EA) crítico-transformadora. *Revista de Educação Pública*, Cuiabá, v. 20, n. 44, p. 501–518. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/320>>.
- Sá; Guarabyra. *Sobradinho*. In: *Pirão de peixe com pimenta*. Rio de Janeiro: Som Livre, 1977. 1 disco sonoro.
- Scherer-Warren, I.; Reis, M. J. (2007). Do local ao global: a trajetória do movimento dos atingidos por barragens (MAB) e sua articulação em redes. *ECSB*, UFBA. Disponível em: <http://www.ecsb2007.ufba.br/layout/padrao/azul/ecsb2007/anais/st2_DO%20LOCAL%20AO%20GLOBAL.pdf>.
- Silveira, E. (2009). *A arte do encontro: a educação estética ambiental atuando com o teatro do oprimido*. *Educação em Revista*. Belo Horizonte, v. 25, n. 03, p. 369-394. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/edur/a/5Y4FQgYrnXP6RjskZR7yLqt/abstract/?lang=pt>>.
- Souza, I. V. de (2017). *Convivência dos pescadores artesanais com a transformação do Rio São Francisco: um processo de resiliência da comunidade do Angari, Juazeiro-BA*. Dissertação (Mestrado em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental), Universidade do Estado da Bahia, 2017.
- Vieira, A. L. L. V.; Ruiz, G. G.; Carvalho, M. B. de (2019). Os desdobramentos do capitalismo na questão ambiental: questão social e ecocídio. *16º Congresso Brasileiro de Assistentes Sociais*. Brasília, p. 1-12. Disponível em: <<https://broseguini.bonino.com.br/ojs/index.php/CBAS/article/view/1418>>.

A Transformação da Sensibilidade e Tecnicalidade na Macrotendência Crítica da Educação Ambiental

Rossilvania Maria da Silva¹, Marina Battistetti Festozo²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/ICN - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 - Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 Lavras, MG – Brasil

rossilvania.silva@ufla.br; marina.festozo@ufla.br

Abstract

This paper discusses the macro-trends of Environmental Education (EE) in Brazil: Conservationist, Pragmatic, and Critical. It analyzes two educational practices—a visit to an ecological park and another to a sewage treatment plant- to critically evaluate their pedagogical potentials and limits. The text argues that the Conservationist and Pragmatic approaches are insufficient to trace the structural roots of the sócio—environmental crisis. It concludes by advocating for the Critical perspective as a potent political-pedagogical approach, capable of integrating technical knowledge, affective connection, and socio-political analysis into an emancipatory project for socio-environmental justice.

Keywords: Environmental Education, Macrotrend Critical, Socio-environmental Justice.

Resumo Este artigo discute as macrotendências da Educação Ambiental (EA) no Brasil: Conservacionista, Pragmática e Crítica. Analisa duas práticas educativas - uma visita a um parque ecológico e outra a uma estação de tratamento de esgoto - para avaliar criticamente seus potenciais e limites pedagógicos. O texto argumenta que as abordagens Conservacionista e Pragmática são insuficientes para rastrear as raízes estruturais da crise socioambiental. Conclui-se defendendo a perspectiva Crítica como uma abordagem político-pedagógica potente, capaz de integrar conhecimento técnico, conexão afetiva e análise sociopolítica em um projeto emancipador em busca da justiça socioambiental.

Palavras-chave: Educação Ambiental, Macrotendência Crítica, Justiça Socioambiental.

Introdução

A Educação Ambiental (EA) contemporânea não se constitui como uma área de saber e prática monolítica. Longe disso, ela se evidencia como um "Campo Social" de disputa por hegemonia simbólica e material, no qual agentes defendem concepções distintas sobre a natureza da crise ambiental e, conseqüentemente, acerca dos propósitos e métodos da intervenção educativa. Diante disso, a questão fundamental que emerge é de natureza política e epistemológica: que tipo de Educação Ambiental praticamos e a serviço de qual idealização de sociedade?

No Brasil, o debate sobre as correntes da Educação Ambiental (EA) é múltiplo. Autores como Tozoni-Reis (2004), Sauv   (2005) e Sorrentino (1999) têm se dedicado a compreender e sistematizar essa diversidade de abordagens. Para este artigo, adotamos como referencial principal o trabalho de Layrargues e Lima, que estrutura a EA em três macrotendências político-pedagógicas, são elas:

1. Conservacionista: representa a vertente histórica e fundacional da EA, cujo foco pedagógico está na sensibiliza  o e constru  o de um vínculo afetivo com o mundo natural (lógica do "conhecer para amar, amar para preservar"). Sua principal limita  o reside no seu caráter apolítico que, ao focar no indivíduo abstrato, desconsidera as estruturas sociais, políticas e econômicas que determinam a degrada  o ambiental;

2. Pragmática: simboliza uma deriva  o e moderniza  o da corrente anterior    lógica neoliberal e de mercado. Centra-se na "pauta marrom" (caráter urbano industrial) e no "ecocapitalismo", propondo solu  o  es tecnológicas que almejam corrigir as "imperfei  o  es" do sistema produtivo, mas sem questionar seus fundamentos; e

3. Crítica:    uma resposta direta às limita  o  es das duas teorias anteriores, referenciada teoricamente nos pensamentos de Paulo Freire e Marx. Seu diferencial baseia-se na introdu  o explícita dos conceitos de conflito e justiça socioambiental, reconhecendo que a problemática ambiental não pode ser dissociada da crise social, ou seja, o abuso da natureza está intrinsecamente ligado    explora  o dos seres humanos por eles próprios.

Nessa perspectiva, Tozoni-Reis sistematiza os indivíduos que cada macrotendência forma, são eles:

1. sujeito natural (Conservacionista), centrado em valores universais e no desenvolvimento afetivo ;

2. sujeito cognoscente (Pragmática), com ênfase na aquisi  o de conhecimentos técnico-científicos ; e

3. sujeito sócio-histórico (Crítica), que compreende o indivíduo como produto e fabricante da história, capaz de atuar coletivamente para transformá-la.

Com base neste referencial, o objetivo deste trabalho    analisar duas práticas educativas bastante comuns no campo da Educa  o Ambiental: a visita ao Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito e    Esta  o de Tratamento de Esgoto da UFLA. A análise busca compreender a aproxima  o de cada experiência com as diferentes macrotendências, identificando seus elementos potentes    forma  o humana, bem como suas possíveis limita  o  es. Com isso, pretendemos anunciar, num processo de supera  o por incorpora  o, as quest  o  es essenciais para a constru  o de uma prática de Educa  o Ambiental de fato alicerçada na macrotendência Crítica.

As Macrotendências na Prática: Análise de Duas Experiências Educativas

Uma vez apresentados os referenciais teóricos, este trabalho se aprofunda na análise de duas práticas educativas. Foram tomadas como objeto de estudo uma visita a um parque ecológico (Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito) e a uma estação de tratamento de esgoto (ETE - UFLA), buscando compreender como as diferentes concepções de Educação Ambiental se materializam nesses contextos e qual o potencial transformador de cada abordagem.

A visita ao Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito foi estruturada a partir de dinâmicas de imersão profunda na natureza, exemplificando a abordagem da macrotendência Conservacionista. A principal atividade consistiu em uma caminhada com privação de sentidos, que intencionava romper com a primazia da visão e aguçar os demais. Esta prática demonstrou um enorme potencial pedagógico, identificado pelo grupo como uma robusta ampliação da sensibilidade e da percepção. Ao focar nos sons, texturas e cheiros, os participantes relataram uma reconexão mais íntima com o ambiente e uma identificação mais aguda da biodiversidade local — desde a observação de fungos bioindicadores de ar puro até a percepção do ritmo temporal da natureza, em contraponto à aceleração cotidiana.

A grande questão, no entanto, é como avançar a partir dessa sensibilização. A abordagem Conservacionista, em si, cumpre um papel fundamental de criar afeto e valor. Contudo, a potência de uma Educação Ambiental transformadora reside na capacidade de usar essa experiência como um trampolim. Isso foi o que ocorreu quando o grupo, a partir do valor recém-afirmado daquele espaço, passou a tematizar as barreiras sociais que o cercam. Nesse sentido, a constatação de que parte da população local não acessa o parque por defasagem no transporte público deslocou o debate do plano individual ("minha relação com a natureza") para o coletivo e político ("o direito coletivo de acesso à natureza"). Assim, demonstrou-se como é possível, a partir de uma prática supostamente acrítica, avançar para uma reflexão profunda ao se problematizar as estruturas sociais que mediam a relação sociedade-ambiente.

Já a visita à Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal de Lavras configurou-se como uma práxis pedagógica complexa que articulou, de forma intencional, as três macrotendências. Essa atividade não começou na própria estação, mas em suas margens, com uma discussão sobre o Ribeirão Vermelho, o corpo d'água local. Nesse momento, a leitura de um poema Efrain Maier (ONG de Carnópolis de Minas) sobre a degradação de um rio (elemento conservacionista) criou uma conexão afetiva e simbólica com o problema, ancorando a discussão técnica que viria a seguir em uma base de sensibilidade.

Em seguida, a visita mergulhou no elemento pragmático, com uma detalhada explicação técnica sobre o funcionamento da ETE. À vista disso, foram apresentadas as soluções de engenharia, como os tanques compactos, os jardins filtrantes e dados científicos que comprovam a alta eficiência do sistema na remoção de contaminantes emergentes, como os microplásticos. No entanto, a racionalidade técnica não foi um fim em si mesmo. Ela serviu de base para o debate nos moldes da macrotendência Crítica, que se concretizou de duas formas, são elas:

1. a constatação de que existe um racismo estrutural presente historicamente no funcionamento, distribuição e acesso ao saneamento básico no Brasil; e

2. por meio de dinâmicas como o "julgamento simbólico de uma garrafa plástica", que almeja transcender o apelo à responsabilidade individual para problematizar coletivamente os sistemas de produção, consumo e descarte.

Dessa forma, portanto, observa-se que esta visita, especialmente, exemplifica a potência da macrotendência Crítica como ferramenta capaz de situar um problema aparentemente técnico em seu contexto histórico, político, social e econômico.

Conclusão

A análise das práticas educativas citadas evidencia que a potência da macrotendência Crítica na Educação Ambiental não reside na negação de outras abordagens, mas em sua capacidade de articulá-las e superá-las. Desse modo, a experiência na trilha no parque ilustra o papel fundamental da abordagem conservacionista: proporcionar uma valiosa reconexão individual e afetiva com a natureza. Contudo, demonstra também sua limitação quando debatida isoladamente da análise sociopolítica.

Paralelamente, no entanto, a práxis da visita à ETE revela um salto qualitativo gigantesco. Nesse contexto, a macrotendência Crítica da EA não apenas utiliza, mas ressignifica os elementos das outras concepções para um propósito político emancipador: a conexão afetiva (conservacionista) é mobilizada para construir um senso de responsabilidade individual e a informação técnica (pragmática) torna-se ferramenta para combater a desinformação.

Assim sendo, a macrotendência Crítica politiza estas dimensões, sem descartar a ciência ou a emoção; ao contrário, as ressignifica, deslocando o foco das perguntas "o quê?", "como?", "a serviço de quem?" para o questionamento fundamental: "por quê?".

Por fim, conclui-se que a abordagem Conservacionista é fundamental para despertar a sensibilidade, mas, isoladamente, é politicamente inócua. Por outro lado, o entendimento Pragmático, focado em conhecimentos técnicos, pode legitimar o mesmo modelo de desenvolvimento que gera a injustiça ambiental ao evitar o questionamento histórico, econômico e social.

Consequentemente, a vantagem da macrotendência Crítica reside na sua capacidade de superar dialeticamente as limitações das outras correntes, reconhecendo o problema ambiental como uma manifestação direta da crise civilizatória profunda, indissociável do capitalismo. Por esse motivo, ela não nega as outras correntes, todavia, demonstra suas insuficiências e incorpora seus elementos válidos em um projeto político-pedagógico mais amplo e radical.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio contínuo à pesquisa e à pós-graduação no Brasil, ecossistema que tornou este trabalho possível.

Referências

- CARVALHO, L. M.; PAIVA, P. D. O; ACERBI JUNIOR, F. W.; COELHO, S. J.; SIMÕES, F. C. (2003). Caracterização e usos do parque florestal Quedas do Rio Bonito localizado na cidade de Lavras/MG - pesquisa de opinião. *Revista Árvore*, v. 27, n. 5, p. 737-745.

- FESTOZO, M. B.; QUEIXAS, R. C.; NASCIMENTO JUNIOR, A. F.; TOZONI-REIS, M. F. C. (2018). Relações Históricas entre a Educação Ambiental e a Participação Social. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, v. 11, n. 24, p. 253-266.
- LAYRARGUES, P. P. (2018). PARA ONDE VAI A EDUCAÇÃO AMBIENTAL? O CENÁRIO POLÍTICO-IDEOLÓGICO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA E OS DESAFIOS DE UMA AGENDA POLÍTICA CRÍTICA CONTRA-HEGEMÔNICA. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, v. 11, n. 24, p. 253-266.
- LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. (2014). AS MACROTENDÊNCIAS POLÍTICO-PEDAGÓGICAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, n. 1, p. 23-40.
- TOZONI-REIS, M. F. C. (2006). NATUREZA, RAZÃO E HISTÓRIA: CONTRIBUIÇÕES PARA UMA PEDAGOGIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. In: *V COLÓQUIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO*, 5., 2006, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: UEMG.

A ofensiva do agronegócio nas escolas e a naturalização da crise climática

Thais Aparecida Calazans¹, Larissa Figueiredo Salmen Seixlack Bulhões²

¹Departamento de Biologia /Programa de Pós Graduação Educação Científica e Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Educação/DED – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

Thais.calazans1@estudante.ufla.br, larissa.bulhoes@ufla.br

Abstract. *Based on Leontiev's theory, this paper investigates the relationship between agribusiness interference in school education and the formation of consciousness within contemporary capitalism, highlighting how educational programs promoted by rural elites naturalize the capitalist social relations of production that have triggered the ongoing climate collapse. By portraying the practices of large-scale monoculture farming as a symbol of technological modernity combined with rural sustainability, agribusiness intensifies the disconnection between dominant social meanings and the lived experiences of individuals, thereby undermining collective organization aimed at constructing alternative societal models beyond the predatory logic of capitalism. The study concludes that the struggle for a new societal project requires access to social meanings that reveal the historical determinations of bourgeois sociability and its necessary overcoming.*

Keywords: *school education; awareness; climate crisis.*

Resumo. *A partir da teoria de Leontiev, este trabalho investiga a relação entre as ingerências do agronegócio na educação escolar e a construção da consciência no capitalismo contemporâneo, evidenciando que os programas educativos promovidos pelo patronato rural naturalizam as relações sociais de produção capitalista que desencadearam o colapso climático em curso. Ao apresentar as práticas do latifúndio monocultor como ícone da modernidade tecnológica aliada à sustentabilidade no campo., o agro acentua a oposição entre os significados sociais e os sentidos conformados na experiência prática dos sujeitos, comprometendo a organização coletiva voltada para a construção de alternativas societárias que superem a lógica predatória do capitalismo. Conclui-se que a luta por um novo projeto societário demanda o acesso a significados sociais que expressem as determinações históricas da sociabilidade burguesa e sua necessária superação.*

Palavras-chave: *Educação escolar; consciência; crise climática.*

1. Introdução

O agronegócio é um dos tentáculos por meio dos quais o modo de produção capitalista impõe a “ruptura irremediável no metabolismo social, prescrito pelas leis naturais da vida” (Marx, 2017b, p. 873), configurando-se em um dos principais vetores da crise climática. No Brasil, a grande maioria dos municípios que mais desmataram, emitiram gases do efeito estufa e perderam recursos hídricos é comandada por prefeitos ruralistas com histórico de infrações ambientais. A expansão da agroindústria em nosso país é marcada pela violência contra os povos originários e tradicionais, por condições de trabalho análogas à escravidão e pela devastação ambiental.

A perpetuação dessa lógica destrutiva requer a construção de sujeitos que naturalizam a propriedade privada da terra, a mercadorização dos recursos naturais e o extermínio de modos de vida não capitalistas. Para tanto, escondem-se as determinações históricas desta sociabilidade, apresentando seus preceitos como leis universais. Como resultado, a destruição ambiental é normalizada como expressão do progresso civilizatório, nublando a necessária superação do modo de produção vigente, cuja lógica predatória - responsável pela crise climática em curso - ameaça a continuidade da vida no planeta.

Nesse sentido, a educação escolar desempenha um papel central na perpetuação da ordem social burguesa. As instituições de ensino, enquanto legitimadoras dos conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos que medeiam a compreensão da realidade, atuam como um dos principais pilares da construção da consciência. Dessa forma, no intuito de garantir a hegemonia da ideologia burguesa na educação escolar, os conglomerados empresariais e as organizações internacionais controlam a formulação das políticas públicas educacionais, a elaboração da base curricular e a produção dos materiais didáticos (Lamosa e Loureiro, 2014; Nascimento e Almeida, 2021).

Dentre os segmentos da classe dominante que exercem forte ingerência na esfera educacional no Brasil, destaca-se o lobby do agronegócio. Representantes das elites ruralistas têm firmado parcerias com as redes públicas de ensino para disseminar uma imagem distorcida do latifúndio agroexportador, apresentando-o como ícone da modernidade tecnológica aliada à sustentabilidade no campo. Da mesma forma, o patronato rural vale-se do seu poder político para censurar livros didáticos e conteúdos escolares que criticam os impactos socioambientais de sua atuação (Lamosa e Loureiro, 2014; Nascimento e Almeida, 2021; Nannini e Marcusso, 2024).

Tendo esse cenário em vista, a partir dos fundamentos da teoria de Leontiev (2004), um dos principais proponentes da psicologia histórico-cultural, este trabalho investiga a relação entre as ingerências do agronegócio na educação escolar e a construção da consciência no capitalismo contemporâneo, evidenciando que a ofensiva ideológica das oligarquias rurais nas instituições de ensino naturaliza as relações sociais de produção capitalista que desencadearam o colapso climático em curso.

O agronegócio como vetor da crise climática

A análise dos conflitos contemporâneos no campo engendrados pela expansão do agronegócio evidencia a conformação de ofensivas extrativistas que operam tanto pela via da legalização de crimes socioambientais quanto pelo uso sistemático da violência, ameaçando a existência de comunidades e ecossistemas. De acordo com Aguiar e Torres (2023), ainda que o discurso oficial exalte a modernização tecnológica do setor, a dominação territorial do agro tem como fundamento a apropriação ilegal de terras

públicas, impulsionada pela grilagem e pelo desmatamento. O estudo denuncia programas de regularização fundiária, tais como o Terra Legal, os quais facilitaram a legalização de grandes latifúndios formados por meio da apropriação ilícita de terras públicas. Nesse processo, o desmatamento é tratado como indício de ocupação anterior, permitindo que práticas ilegais sejam posteriormente anistiadas. A perversidade do sistema é ilustrada por situações nas quais o próprio ato de infração emitido por órgãos ambientais é utilizado para comprovar a posse da terra (Aguiar e Torres, 2023).

Serafim (2021) demonstra que, associado à institucionalização da grilagem, o uso do fogo se destaca como uma das ferramentas mais brutais de apropriação territorial, a qual opera de duas maneiras principais. Por meio dos incêndios florestais, provocados à distância, de forma anônima, para consolidar a invasão das terras e dismantelar a resistência dos povos do campo. Esses incêndios destroem os territórios comunitários, com impactos ambientais que perduram por anos. Há, também, o uso direto do fogo como arma de intimidação, em que milícias privadas invadem territórios indígenas e tradicionais, incendiando casas, roçados, lugares sagrados e pertences para expulsar comunidades inteiras (Serafim, 2021).

No cerne da expansão do agronegócio brasileiro, além da grilagem de terras, do desmatamento e dos incêndios florestais, insere-se a crescente disputa pela água. Silva e Leão (2021) apontam que a intensificação do neoextrativismo ao longo da segunda década do século XXI aprofundou essa disputa, sobretudo em áreas onde grandes empreendimentos agrícolas, mineradores e energéticos avançam sobre territórios tradicionais. De acordo com o estudo, os recursos hídricos são capturados como insumos vitais da agroindústria, para a geração de energia, para o escoamento de commodities, além de se tornarem depósito de rejeitos e poluentes. O que se verifica é uma lógica de escassez fabricada por meio do controle de áreas hídricas pelas elites rurais e suas corporações predatórias (Silva e Leão, 2021).

Ainda de acordo com o autor e a autora, o uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes, o assoreamento dos rios e os desastres associados à mineração explicitam a devastação socioambiental provocada pelo latifúndio agroexportador. A população local é impactada pela construção de barragens, pela privatização de nascentes, pela contaminação dos rios e pela despossessão de comunidades ribeirinhas (Silva e Leão, 2021). Por conseguinte, a ofensiva extrativista do agro implica perdas irreversíveis de biodiversidade, viola os direitos coletivos em prol das práticas privatista e expõe a incompatibilidade entre o modo de produção capitalista e a preservação da vida no planeta.

O agronegócio como dispositivo ideológico nas escolas

A presença do agronegócio nas escolas não ocorre de forma desinteressada, mas como parte de um empreendimento ideológico que visa universalizar o modelo agroexportador. Um dos marcos históricos desse processo é a criação, em 1995, do Programa Agrinho, coordenado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), entidade mantida pelo patronato rural e vinculada à Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). Segundo Nascimento e Almeida (2021), o Agrinho se apresenta como um programa educativo voltado para temas como ética, saúde, meio ambiente e cidadania, mas opera, de fato, como instrumento de propaganda ideológica do agronegócio. Seus materiais didáticos difundem uma representação idealizada da agricultura empresarial. Exaltam a suposta eficiência, a produtividade e a sustentabilidade do setor ocultando seus crimes socioambientais associados ao uso

intensivo de agrotóxicos, à usurpação de terras públicas, à degradação ambiental e à violência no campo.

Paralelamente, a Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG) implementou, em 2001, o projeto Agronegócio na Escola, no polo de Ribeirão Preto (SP), com o objetivo declarado de difundir os “conceitos fundamentais do agro” entre estudantes e docentes (Hugo Junqueira e Santos Bezerra, 2018). O programa envolve concursos, palestras e materiais didáticos como a cartilha “Agronegócio: sua vida depende dele”, em que o latifúndio monocultor é apresentado como pilar da sociedade brasileira. Além disso, oferece premiações que estimulam a participação de estudantes e docentes, de forma a reforçar valores de competitividade e meritocracia em conformidade com a lógica de mercado.

A partir de 2020, o grupo “Mães do Agro” ganhou notoriedade ao lançar a campanha “De olho no material escolar” (Donme), incentivando a vigilância das aulas e livros didáticos por parte das famílias, sob a alegação de que haveria “viés ideológico” contrário ao agronegócio, o que configurou um ataque direto à autonomia docente. A Donme tem articulado diversas frentes que atuam de maneira coordenada na produção de dossiês críticos sobre livros didáticos, na mobilização de uma frente nacional para pressionar o Ministério da Educação a rever as orientações curriculares, e na criação de materiais didáticos próprios de modo a influenciar o mercado editorial (Nannini e Marcusso, 2024).

Complementarmente, promove a aproximação entre a escola e o agronegócio por meio da realização de palestras em instituições de ensino e visitas a propriedades rurais, articuladas com a criação de uma biblioteca virtual especializada na formação docente sobre o setor (Nannini e Marcusso, 2024). Essas iniciativas operam como um bloco hegemônico articulado para intervir na escola pública e formar novas gerações alinhadas aos interesses da lógica capitalista.

A formação histórica da consciência e o papel da educação escolar

A teoria de Leontiev (2004) sobre a formação histórica da consciência traz contribuições centrais para a compreensão da educação escolar como espaço de disputa ideológica na sociedade capitalista. Segundo o psicólogo soviético, a consciência humana é construída em unidade com a atividade, conformando-se pela internalização das significações linguísticas, as quais cristalizam as práticas sociais determinadas por um modo histórico de produzir a vida material. No modo de produção capitalista, o sistema de significados dominante é constituído pelas práticas sociais burguesas, e, portanto, representa a realidade de acordo com seus interesses de classe.

Assim, a escola, enquanto espaço de socialização dos saberes sistematizados que irão mediar a relação do corpo discente com a realidade, exerce papel fundamental na conformação das consciências. Quando subjugada aos ditames das elites, submete-se ao papel de veículo da ideologia dominante, que representa a propriedade privada da terra e a destruição socioambiental como expressão do progresso civilizatório, dificultando a compreensão crítica das relações sociais de produção que condicionam a existência dos alunos e das alunas.

A presente análise demonstrou que programas como o Agrinho, o Agronegócio na Escola e a campanha Donme difundem uma imagem idealizada do agronegócio, operando como instrumentos de controle sobre o campo educacional e esvaziando o potencial transformador da educação. Ao apresentar as práticas do latifúndio monocultor

como expressão de avanço tecnológico e sustentabilidade, essa ofensiva ideológica acentua a oposição entre os significados sociais e os sentidos conformados na experiência prática dos sujeitos, comprometendo a organização coletiva voltada para a construção de alternativas societárias que superem a lógica predatória do capitalismo.

2. Considerações finais

A atuação do agronegócio na educação escolar brasileira constitui uma estratégia ideológica central para a perpetuação do modo de produção capitalista. Ao intervir diretamente na formulação de políticas públicas, na produção de materiais didáticos e na definição dos conteúdos escolares, o patronato rural busca moldar as consciências de modo a legitimar a expansão predatória do latifúndio agroexportador e garantir sua hegemonia de classe.

Diante disso, reafirma-se a urgência de processos educativos que rompam com as distorções da realidade impostas pela ideologia burguesa e promovam a consciência da indissociabilidade entre o modo de produção capitalista e a crise climática. A luta coletiva por um projeto de sociedade que transcenda a destrutividade do capital demanda o acesso a significados sociais que expressem as determinações históricas desta sociabilidade e sua necessária superação.

3. Referências

- AGUIAR, Diana; TORRES, Mauricio. A boiada está passando: desmatar para grilar. In: CAMPANHA NACIONAL EM DEFESA DO CERRADO; COMISSÃO PASTORAL DA TERRA. Agro é fogo: um dossiê sobre grilagem, desmatamento e incêndios na Amazônia, Cerrado e Pantanal. Goiânia: CPT, 2023. p. 9–21. Disponível em: <https://agroefogo.org.br/dossie/>. Acesso em: 15 abr. 2025.
- HUGO JUNQUEIRA, Victor; DOS SANTOS BEZERRA, Maria Cristina. A ideologia do agronegócio na educação básica. *Perspectiva*, [S. l.], v. 36, n. 4, p. 1378–1397, 2018.
- LAMOSA, Rodrigo de Azevedo Cruz; LOUREIRO, Carlos Frederico B. Agronegócio e educação ambiental: uma análise crítica. *Revista Ensaio*, Rio de Janeiro, v.22, n. 83, p. 533-554, abr./jun. 2014
- LEONTIEV, Alexei N. *Atividade, Consciência, Personalidade*. São Paulo: Expressão Popular, (2014).
- MARX, K. *O capital: crítica da economia política: livro I: o processo de produção do capital*. São Paulo: Boitempo, 2017a.
- NANNINI, Warllen Torres; MARCUSSO, Marcus Fernandes. “De olho no material escolar”: o agro quer ser pop nas escolas combinando força e consenso. *Pegada: A Revista da Geografia do Trabalho, Presidente Prudente*, v. 25, n. 1, p. 319-350, ago. (2024).
- NASCIMENTO, Érica Nayara Santana do; ALMEIDA, Rosemeire Aparecida de. A mercantilização da educação pública nos moldes do capital: agronegócio na escola. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros Seção Três Lagoas*, v. 1, n. 34, (2021).
- SERAFIM, Gustavo. *Armas na disputa por controle territorial: os usos capitalistas do fogo contra os povos do campo*. *Agro é Fogo*, (2021). Disponível em:

<https://agroefogo.org.br/dossie/armas-na-disputa-por-controle-territorial-os-usos-capitalistas-do-fogo-contra-os-povos-do-campo/>. Acesso em: 15 abr. 2025.

SILVA, Bruno Milanez da; LEÃO, Rosa Maria. A apropriação da água e a violência do setor mineral no contexto do neoextrativismo brasileiro. In: Centro de Documentação Dom Tomás Balduino – CPT. Conflitos no campo: Brasil 2020. Goiânia: CPT, (2021).

O Poema “Os Sabiás Divinam” de Manoel de Barros: Caminhos para a formação científica de professores a partir do encantamento.

Natália Lopes dos Anjos Morais¹, Thiago Rubim Alves¹, Laise Vieira Gonçalves¹,
Antonio Fernandes Nascimento Junior¹

¹ Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{natalia.morais1@estudante.ufla.br; thiagorubas@gmail.com;
laiseribeiro@ufla.br; antoniojunior@ufla.br}

Abstract. *This paper analyzes the poem “Os Sabiás Divinam” by Manoel de Barros, part of the “Study and Development of Interdisciplinary Teaching Proposals in Science” course in the Master's Program in Science and Environmental Education at UFLA. In his verses, Manoel de Barros promotes a dialogue between art, science, and culture, valuing knowledge derived from nature, everyday life, and the traditions of indigenous peoples. He addresses the relationship between human beings and nature, emphasizing the importance of sensitivity and imagination in contrast to rationalist science. In conclusion, the poem presents potential for Science Education, integrating different forms of knowledge, cultures, and awareness, humanizing and promoting reflection.*

Keywords: *Art, science, culture, enchantment, poem.*

Resumo. *O presente trabalho analisa o poema “Os Sabiás Divinam”, de Manoel de Barros, vinculado à disciplina de “Estudo e Desenvolvimento de Propostas de Ensino Interdisciplinares em Ciência” do Programa de Mestrado em Educação Científica e Ambiental da UFLA. Em seus versos, Manoel de Barros promove um diálogo entre arte, ciência e cultura, valorizando saberes provenientes da natureza, do cotidiano e das tradições dos povos originários. Aborda a relação entre ser humano e natureza, ressaltando a importância da sensibilidade e da imaginação em contraponto à ciência racionalista. Em conclusão, o poema apresenta potencial para a Educação Científica, integrando diferentes formas de conhecimento, culturas e sensibilização, humanizando e promovendo reflexão.*

Palavras-chave: *Arte, ciência, cultura, encantamento, poema.*

Introdução

A inserção de poemas em práticas pedagógicas em busca da formação de profissionais da educação que visem um ensino de qualidade envolvendo a realidade do país em que residem e também do mundo. Sendo a poesia um caminho que engloba não somente a cultura e a literatura, mas também possui a capacidade de expressar diversos aspectos de

uma sociedade com tudo o que a permeia, como a história, questões políticas, econômicas e sociais. (MONTEIRO *et al*, 2020) Esta formação traz uma combinação dos conceitos científicos com a arte, buscando um diálogo entre eles, demonstrando como tais conceitos científicos estão na nossa realidade e como a arte expressa esta realidade ao nosso redor em determinados e diferentes contextos.

O autor do poema, Manoel de Barros, em suas obras valoriza a experiência sensorial do ser humano na vida, a observação da natureza, sendo esta marcante e sempre presente em suas poesias, a valorização do cotidiano, o interagir com o seu redor, e também fica claro como ele se contrapõe à lógica racionalista e cartesiana (NUNES, 2025; VIEIRA, 2020).

Em “Os Sabiás Divinam” ele traz justamente sobre este limite que a ciência apresenta em não ser capaz de medir todas as coisas que envolvem o homem, dizendo que ela pode medir e classificar os órgãos de um animal, neste caso, o sabiá, um animal muito presente na cultura indígena, literatura, músicas e outras diversas poesias, sendo uma ave-símbolo do Brasil, o que enfatiza sua importância cultural. Contudo, não pode medir seus encantos, que é a dimensão que escapa da ciência, é justamente o oposto disso, pois enquanto a ciência recorta a realidade e não consegue trazê-la em sua totalidade, o encantamento se expande sobre esta realidade, permitindo o ensino de ciências a partir da sensibilização que a arte carrega.

Segundo Souza *et al.* (2021), ao longo da história, a forma de compreensão da natureza passou por diversas modificações, as quais expressam como foi possível surgir a ciência moderna e depois a ciência contemporânea. Dentro dessas ideias de natureza construídas ao longo da história, estão as visões de mundo que dão base à ciência.

As concepções de natureza para serem melhor entendidas, necessitam de uma busca do contexto histórico e social de sua construção, sendo que a relação do homem com o meio está ligada à visão dele da natureza e tudo o que provém dela (Souza, *et al.*, 2021). Por ser a base das ciências naturais, o conceito de natureza se localiza em outras produções, sendo a arte uma delas, assim como as relações sociais, o imaginário, as concepções de educação e de sociedade. De forma específica, a arte possibilita um olhar para tais ideias de natureza de forma diferente, a qual também irá proporcionar um certo encantamento.

Ciência, Cultura e Encantamento no poema “Os sabiás divinam” de Manoel de Barros

Souza, *et al.* (2021) dizem que a ciência, a arte e a vida são os três aspectos que permeiam a vida humana. O autor Manoel de Barros traz justamente isto em seus poemas, este diálogo e contraste entre o cotidiano, a ciência e a natureza por meio de seus versos. Em “Os Sabiás Divinam”, os versos “A ciência pode classificar e nomear os órgãos de um sabiá, mas não pode medir seus encantos.”, expressam como a ciência busca medir e explicar tudo racionalmente, mas enfatiza que nem tudo ela pode medir desta forma, pois a vida é mais que classificações, sendo o sabiá a figura mencionada por ele para demonstrar como esta não pode abordar ou mensurar o encantamento da vida humana, que conforme ele, tal encantamento somente ocorre por meio da observação da simplicidade da vida e experiências cotidianas, sempre com um olhar atento a natureza e o que ela nos diz sobre o mundo ao nosso redor (NUNES, 2025; VIEIRA, 2020).

Diante disso, o poema de Manoel de Barros aborda uma discussão entre a ideia de natureza em contraponto à ciência racionalista e o encantamento da vida que esta, por sua vez, não tem como medir. Nos seguintes versos, “A ciência não pode calcular quantos

cavalos de força existem nos encantos de um sabiá.”, ele diz como a ciência possui seus limites, sendo esta mais uma forma de compreensão do mundo, mas não a única, como ele enfatiza em seus poemas e Rosa, et al. (2021) também difere.

Conforme Monteiro, et al. (2020), desde a antiguidade, o ser humano busca transformar a natureza, seja qual for o fim, de sobrevivência ou cultural, pensando sobre esta e como produzir por meio dela. Não é diferente hoje, em que vivemos em um meio continuamente modificado para sustentar as necessidades do homem.

Este vive em busca de explicações do seu entorno, e diferentemente do que a ciência racionalista aborda, Manoel de Barros em suas poesias defende que há outros saberes para além desta, como os conhecimentos provenientes de um olhar à natureza e experiências da vida diária, como já mencionado. Dentro disso, englobam-se também os saberes das culturas indígenas, que também trazem a natureza como uma forma de conhecimento e explicar suas visões de mundo (ROSA, GOMES e JUNIOR, 2021). O ser humano em sua trajetória na interação com seu ambiente busca se expressar por meio de elementos da natureza, como diversos poemas e os saberes das culturas dos povos originários, como o poema em análise.

Como disserta CARDOSO *et al.* (2018), a população do Brasil apresenta e se origina de uma diversa miscigenação entre etnias europeias, africanas e indígenas. Contudo, hegemonicamente tem-se uma valorização da cultura europeia no país, e uma invisibilidade dos povos originários indígenas e africanos, isto enfatizando-se que há mais de duzentos povos espalhados pelo país, além de serem lembrados somente no processo da colonização brasileira. Inclusive, uma invisibilidade de conhecimentos que vem da cultura dos povos originários. A abordagem de tais temáticas pode de forma excepcional ser resgatada por meio da arte, neste caso do poema em análise, que abre caminhos para trazer a história e a luta desses povos. O poema de Manoel de Barros, demonstra mesmo que implicitamente, sendo intencional ou não, como a cultura desses povos estão na história, pois ao ter uma visão do conhecimento que vem da natureza, têm-se uma visão destes também.

O poeta Manoel de Barros representou um grande marco na literatura brasileira, conforme Nunes (2025), justamente por sua contribuição para a forma de se perceber e interagir com o mundo. Sua poesia possui uma ruptura com a linguagem convencional e uma exaltação do insignificante e uma singularidade em produzir o conhecimento, proporcionando um certo encantamento da vida simples e cotidiana, e do mundo ao nosso redor, de uma visão da natureza. Suas escritas nos levam a um mergulho onde o ordinário é extraordinário, nos guiando a uma leitura com os olhos da alma, sentir com a sensibilidade do ser, ressignificando os conceitos de poesia e de existência (NUNES, 2025).

Segundo Honorato (2007), a literatura é uma linguagem da arte, e que não é possível falar de literatura sem falar de emoção, vida, experiência, significados, histórias, encantamentos, sonhos, e diferentes leituras e leitores específicos. Também aborda como o homem, por meio desta, construiu novas formas de existência, tendo a linguagem como uma forma de guardar memória, criar e propagar. Manoel de Barros parece permitir que as palavras fluírem naturalmente a partir de suas percepções e sentimentos quanto ao seu entorno.

A mesma autora também traz uma crítica à literatura ensinada na escola, dialogando com Manoel de Barros, pois indica que no ambiente escolar, ao invés de trazer também prazer, deleite, descoberta e encantamento, tem trazido muitos deveres, baseados na transmissão. E nos versos finais do poema que diz: “Quem acumula muita informação perde o condão de adivinhar: divinare.”, é possível compreender justamente isto, sobre a

perda deste encantamento pela busca de somente transmitir o conteúdo de forma rígida, como meramente informações desconexas do mundo que o permeia.

Seu texto também discorre sobre a Pedagogia do Encantamento, como uma forma de construir a identidade de cada pessoa e do grupo, considerando os aspectos que envolvem a vida humana, sendo este parte de uma sociedade, caminhando para além do que é unicamente natural ou biológico, a fim de transformar a realidade e a sociedade de forma mais justa e bela, sendo estas abordagens que dialogam com a forma de ver ao redor e de escrever de Manoel de Barros.

Segundo Monteiro *et al.* (2018), a poesia tem o poder de despertar a imaginação do leitor, levando-o a pensar de forma diferente da realidade, mesmo falando sobre ela. Sua linguagem nos conduz a um mundo novo, por meio da imaginação. Ela tem o potencial de causar transformações no modo de pensar, mediante a linguagem de cada poesia. E conforme Rezende, *et al.* (2021) e Monteiro, *et al.* (2021), tal diálogo com arte, especificamente, mostra como esta apresenta uma sensibilidade, e que aliada ao olhar científico sobre o mundo contribui também para a humanização dos sujeitos.

Considerações

A arte, como a poesia, vai contar uma história, uma percepção, uma realidade ou um sentimento do autor, sendo esta uma forma de expressão do homem que possui um determinado olhar de sua realidade, do meio em que vive. Não é uma história à parte, mas uma compreensão de sua realidade.

O trabalho traz uma compreensão do diálogo presente entre a literatura e o Ensino de Ciências, tendo por resultado a possibilidade de abordar diversas questões, desde biológicas, pedagógicas até questões culturais entre elas. Neste, foi possível abordar a cultura indígena, promover uma interpretação da natureza e seguir com este eixo para dissertar sobre os conhecimentos científicos. E o poema em discussão permite exatamente este diálogo entre arte, literatura, ciência e natureza, sendo possível também tal diálogo.

De acordo com Rosa, *et al.* (2021), a sociedade se encontra mergulhada em informações que se tornam muros para a reflexão sobre suas vidas, entregando-as aos interesses capitalistas, conduzindo-as a um processo de desumanização. Mediante isto entra a importância da arte que traz elementos e situações que sensibilizam e humanizam o ser humano. O poema de Manoel de Barros também enfatiza este excesso de informações, dizendo que “quem acumula muita informação perde o condão de adivinhar”, isto é, o encantamento sobre a vida, logo, esta humanização, vivendo no mecanismo.

O presente trabalho é um exercício para a formação de professores que busca uma prática pedagógica reflexiva e responsável, indo para além de apenas transmitir o conhecimento científico, como aborda o poema, mas também encantar por meio do diálogo entre a ciência e a arte, a fim de estimular e trazer uma curiosidade aos estudantes na busca pelo conhecimento.

Agradecimento às instituições de fomento: CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referências

BANDINI, Pedro Henrique Manzano Delcorso; CARVALHO, Thairine Mirelle de; NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio Fernandes. Relato de experiência sobre o uso da

- paródia no ensino sobre os sistemas do corpo humano e suas integrações. In: **ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA DA REGIÃO SUDESTE – EREBIO SUDESTE**, 4., 2015, Uberlândia. *Anais [...]*. Uberlândia: UFU, 2015.
- BARROS, Manoel de. Os sabiás divinam. In: _____. *Livro sobre nada*. Rio de Janeiro: Record, 1996. p. 53.
- BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. 2. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.
- CARDOSO, Pollyana Cristina Alves; GONÇALVES, Laise Vieira; ROSSO, Karen Luz Burgoa; NASCIMENTO JÚNIOR, Antonio Fernandes. A Mata Atlântica pelos olhos da poesia, do cinema, da fotografia e da biologia: uma prática educativa interdisciplinar na formação inicial de professores. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA**, 8., 2021. *Anais...* Área Temática 02: Formação de Professores de Ciências e Biologia. DOI: 10.46943/VIII.ENEBIO.2021.01.040.
- CARDOSO, Pollyana Cristina Alves; SILVA, Gustavo Henrique Alves; OLIVEIRA, Carolina Souza; GONÇALVES, Laise Vieira; NASCIMENTO JÚNIOR, Antonio Fernandes. Dois heróis e uma canção de amor: a presença indígena em uma prática na formação de professores. In: *Educação Contemporânea – Volume 06 – Formação Docente Tecnologia*. Poisson, 2020. Capítulo 7. DOI: 10.36229/978-65-5866-027-9.CAP.07. ISBN 978-65-5866-027-9.
- FARIAS, Luciana Marques; REZENDE, Richard Lima; FERREIRA, Débora Rezende; NASCIMENTO JÚNIOR, Antonio Fernandes. Análise de uma prática pedagógica sobre o conceito de decomposição da matéria a partir do poema “Latas” de Manoel de Barros. In: *Discursos, práticas, ideias e subjetividades na educação*. Lavras: Atena Editora, 2021. Capítulo 19. DOI: 10.22533/at.ed.000000000000.
- HONORATO, Aurélia. A linguagem da literatura como encantamento na escola. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**, 1., 2005, Criciúma. *Anais [...]*. Criciúma: UNESC / GEDEST, 2005.
- LOURENÇO, Camila Oliveira; AUGUSTO, Luiza Helena; ALVARENGA, Ingrid Marciano; BULHÕES, Larissa Figueiredo Salmen Seixlack; NASCIMENTO JUNIOR, Antonio Fernandes. A caatinga cantada: uma proposta de metodologia de ensino para a construção de conceitos da zoologia. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, [S. l.], v. 16, n. 1, 2020. DOI: 10.17271/1980082716120202313.
- LOURENÇO, Camila Oliveira; NASCIMENTO JUNIOR, Antonio Fernandes. As ideias de bioma, biodiversidade, flora e fauna a partir da carta de Pero Vaz de Caminha: uma prática interdisciplinar entre literatura, biologia, geografia e cultura na formação inicial e continuada de professores. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, [S. l.], v. 16, n. 2, 2020. DOI: 10.17271/1980082716220202322.
- LOURENÇO, C. O.; NASCIMENTO JUNIOR, A. F. Educação científica e a cultura iorubá: um diálogo a partir da música “Maracatu do Meu Avô”. In: SILVA, A. J. N. da (org.). *A Educação enquanto instrumento de emancipação e promotora dos ideais humanos*. Ponta Grossa: Atena Editora, 2022. v. 3, p. 1–11.
- MONTEIRO, Julia Amorim; GONÇALVES, Laise Vieira; NASCIMENTO JÚNIOR, Antonio Fernandes. Análise do poema “A ideia” de Augusto dos Anjos: diálogos entre Arte e Ciência nas aulas de Biologia. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO**

- DE BIOLOGIA**, 8., 2021. *Anais...* Área Temática 08: Ensino de Ciências e Biologia: Cultura e Arte. DOI: 10.46943/VIII.ENEBIO.2021.01.086.
- MONTEIRO, Julia Amorim; SILVA, Thales Vinícius; VARGAS, Gabriel Angelo Campos; GONÇALVES, Laise Vieira; NASCIMENTO JÚNIOR, Antonio Fernandes. Poesia e Educação: uma experiência na formação inicial de professores. In: *Educação Contemporânea – Volume 1 – Artes e Design*. Poisson, 2020(a). ISBN 978-65-86127-87-4. DOI: 10.36229/978-65-86127-87-4.
- MONTEIRO, Julia Amorim; TEMOTEO, Paulo Antônio de Oliveira; NASCIMENTO JÚNIOR, Antonio Fernandes. Quando a Arte conta a História: um olhar crítico sobre a destruição da Floresta Tropical a partir da música de Vital Farias “Saga da Amazônia”. *Electronic Journal "Fórum Ambiental da Alta Paulista"*, [S. l.], v. 16, n. 6, 2020(b). DOI: 10.17271/1980082716620202671.
- NUNES, Flávio da Silva. A contribuição de Manoel de Barros para a literatura brasileira: uma análise poética e epistemológica. *CPAH Science Journal of Health*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 1–9, 2025. DOI: <https://doi.org/10.56238/cpahjournalv8n1-008>.
- REZENDE, Richard Lima; PASSOS, Heitor Vieira; NASCIMENTO JÚNIOR, Antonio Fernandes. A poesia de Pedro Munhoz em um diálogo com o conceito de solo: análise de uma prática pedagógica para a formação de professores. *Revista Científica ANAP Brasil*, São Paulo, v. 13, n. 31, 2020. DOI: 10.17271/19843240133120202617.
- ROSA, Marllon Moreti de Souza; GOMES, Thaysa Tomaz de Aquino; NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio Fernandes. Uma análise do poema “O Novo Homem” de Carlos Drummond de Andrade: contribuições para o ensino de ciências. In: **ENCONTRO NACIONAL DE JOGOS E ATIVIDADES LÚDICAS NO ENSINO DE QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA**, 4., 2021, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021. ISBN 978-65-5941-328-7.
- SILVA JÚNIOR, Alcidesio Oliveira da. Educação anarquista e pedagogia do encantamento: encontros libertários da esperança. In: **CONGRESSO NACIONAL DA EDUCAÇÃO – CONEDU**, 2021. *Anais...* Universidade Federal de Pernambuco, 2021.
- SOUZA, Débora Elisa de; MONTEIRO, Julia Amorim; NASCIMENTO JÚNIOR, Antonio Fernandes. A folha de Drummond: poema como subsídio para discussões sobre ideias de natureza. In: *Anais*. 2021].

SABERES DOCENTES NO ENSINO SUPERIOR: REFLEXÕES A PARTIR DO ESTÁGIO DOCÊNCIA

João Victor Silva Abreu¹, Marina Battistetti Festozo²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental e Científica/ICN - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Biologia/DBI - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

joao.abreu4@estudante.ufla.br, marina.festozo@ufla.br

Abstract: *This article presents reflections on the Teaching Internship (ED) course of the Graduate Program in Scientific and Environmental Education (PPGECA). The reflections are based on the works of Maria Isabel da Cunha (2016, 2018) and José Contreras (2012). Interviews were conducted with students from other programs and with internship supervisors to understand the ED within the university context. The results indicate that the internship, although traditionally seen as a space for task reproduction, can become formative when opportunities for reflection, dialogue, and critical analysis are expanded. Thus, it contributes to the training of future critical educators.*

Keywords: *Teaching internship, teacher education, professorality.*

Resumo: *Este artigo apresenta reflexões sobre a disciplina de Estágio Docência (ED) do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental (PPGECA). As reflexões embasaram-se nos textos de Maria Isabel da Cunha (2016, 2018) e José Contreras (2012). Foram realizadas entrevistas com estudantes de outros programas e com supervisores do estágio, visando entender o ED na Universidade. Os resultados apontam que o estágio, embora tradicionalmente visto como espaço de reprodução, pode se tornar formativo quando ampliados os espaços de reflexão, diálogo e análise crítica. Assim, contribui para a formação de futuros docentes críticos.*

Palavras-chave: *Estágio docência, formação de professores, professoralidade.*

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho resulta da disciplina de Estágio Docência (ED) do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental (PPGECA), obrigatória aos mestrandos e voltada à preparação para a carreira acadêmica. A disciplina possui quatro créditos: dois destinados a encontros presenciais com debates e reflexões sobre vivências e leituras, e dois voltados ao acompanhamento de um professor supervisor, escolhido pelo estagiário em diálogo com a orientadora. Por ser um programa interdisciplinar, os alunos que não são das áreas de licenciatura devem buscar estágios com esse perfil, enquanto os licenciados têm

maior liberdade de escolha. Recomenda-se que o acompanhamento ao supervisor ocorra durante todo o semestre, possibilitando uma compreensão mais ampla do desenvolvimento da disciplina.

A disciplina propõe uma avaliação gradativa e dialógica, buscando contemplar todos os aspectos do estágio realizado. As discussões em sala são fundamentadas em textos sobre estágio e formação docente, com destaque para as contribuições de Maria Isabel da Cunha, cujos estudos abordam a formação de educadores científicos e ambientais, e de José Contreras, que discute a formação e a autonomia docente. A partir dessas referências, o componente curricular promove reflexões sobre a atuação no Ensino Superior, as práticas e decisões pedagógicas, as relações estabelecidas e os desafios enfrentados pelos estagiários. Conforme Cunha (2016), poucas instituições utilizam o estágio com real caráter pedagógico, o que torna esses espaços de debate e estudo fundamentais para a formação de futuros docentes.

Ao longo do desenvolvimento da disciplina foram realizadas dois tipos de entrevistas: uma com estudantes da pós-graduação de outros programas, ou seja, que não pertenciam ao PPGECA, com o intuito era entender como foi a realização do estágio; e a outra entrevista foi realizada com o(a) supervisor(a) do estágio para entendimento mais profundo sobre sua trajetória e atuação e/ou outras questões observadas. Com o primeiro grupo, . Os resultados das entrevistas serão abordados durante o desenvolvimento deste trabalho. Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar elementos e reflexões sobre a experiência pessoal no ED, destacando pontos que foram relevantes para formação docente do autor.

2. DESENVOLVIMENTO

A disciplina do Estágio Docência tinha como um de seus objetivos fazer com que nós, alunos matriculados, refletissemos sobre o papel do estágio na pós-graduação. Esse momento de reflexão partiu de entrevistas, das leituras e também da prática docente do supervisor do estágio.

2.1 ENTREVISTAS REALIZADAS

No início da disciplina de Estágio Docência, constatou-se que muitos alunos não tinham clareza sobre o papel do estágio. Para aprofundar a reflexão, foram realizadas entrevistas com estudantes de outros programas da UFLA, seguindo a metodologia de Mayring (2015). A análise revelou que a maioria dos estágios se limitava a acompanhar ou substituir o orientador, sem espaço para reflexão ou diálogo pedagógico, evidenciando, conforme Cunha (2016), a falta de formação pedagógica efetiva nos programas de pós-graduação e a carência de oportunidades formativas voltadas à docência no Ensino Superior.

Além disso, é possível observar o que Contreras (2012) afirma em seu trabalho sobre a proletarianização dos professores, sendo levados a cumprimento de grande demanda burocrática, como uma forma de controlar a atuação profissional, de forma que venha ocorrer a desvalorização e a degradação da profissão. Esse processo individualiza a atuação docente,

ficando centrado em sua prática e diminuindo espaços para o debate acerca de experiências profissionais com colegas de profissão.

Com base nas entrevistas, foram indicados textos de Maria Isabel da Cunha sobre docência no ensino superior, que introduzem o conceito de professoralidade como compreensão da profissão em ação. Após leituras e debates, entrevistaram-se os supervisores do Estágio Docência para identificar os saberes essenciais à prática, precedidos de observações pelos estagiários. Cunha (2018) destaca que, historicamente, apenas os saberes técnicos e conceituais eram valorizados, reforçando a neutralidade científica, distanciando professores e alunos e privilegiando o docente como detentor absoluto do conhecimento.

No texto “Docência na Educação Superior: a professoralidade em construção”, Maria Isabel da Cunha (2018) afirma que a construção da professoralidade requer múltiplos saberes que ultrapassam o conhecimento científico, incluindo os interdisciplinares, epistemológicos, éticos, culturais, sociais, políticos e afetivos, além dos saberes da prática docente e dos de senso comum. A autora destaca que o docente deve transitar entre essas dimensões sem se limitar a apenas uma delas. Com base nessas reflexões, foram elaboradas três perguntas para entrevistas com os supervisores do estágio — sobre os conhecimentos essenciais à docência, como os adquiriram e quais dificuldades enfrentam — conduzidas em formato de conversa aberta para favorecer respostas mais reflexivas.

Ao responder à primeira pergunta, no meu caso, a supervisora, identificada como R1, ressaltou a importância do saber, que, de acordo com Cunha (2018), ela chama de profissional. Na fala, ela retrata o seguinte:

“R1: ...um conhecimento técnico muito grande do que você vai falar...tem que saber profundamente sobre aquele tema que você vai falar...os conceitos, as aplicações, porque conhecimento é conhecimento e como você vai ensinar, ensinar não, você vai passar um conteúdo para o estudante, ...se você não tem o domínio do assunto fica muito difícil você passar de forma clara para o estudante aquele conteúdo”

A resposta da supervisora revela sua preocupação em garantir a aprendizagem dos alunos, conciliando teoria e prática em sala de aula. Apesar disso, demonstra insatisfação com as disciplinas de massa, que reúnem cerca de 80 estudantes e limitam a adoção de metodologias mais interativas, como o trabalho em círculo. Mesmo sem ter sido consultada sobre o número de matriculados, a docente busca adaptar sua prática para que o conteúdo seja transmitido de forma eficaz e significativa.

Ainda ao decorrer da resposta da primeira pergunta foi dito o seguinte:

“R1: ...e também ter sensibilidade para entender a turma...para cada público você tem que se adaptar...você precisa ter a sensibilidade de saber que quem tá ali é tão humano quanto você...”

Observando essa resposta, é possível perceber que a docente destaca um saber da prática, que são aqueles construídos com o cotidiano do trabalho e um saber afetivo, trabalhando com a empatia para buscar entender a realidade de quem está na sala, as condições em que estão e para que o aprendizado faça sentido para o estudante (Cunha, 2018).

Ao ser perguntada como adquiriu os saberes que possui hoje como docente, ela revelou que sempre valorizou a leitura e gostava de ler e estudar. Ainda ressaltou a importância de fazer parte de grupos de pesquisa e ensino. Em trecho da sua resposta, ela diz o seguinte:

“R1: ...eu sempre fui muito questionadora, por que? ...por que isso acontece? Por que chove? Então eu sempre queria saber o porque, então isso me levava a conhecer um pouco mais...”

Por meio dessa resposta obtida, percebe-se que a docente valoriza a busca por entender como as coisas ocorrem, tentar criticar o processo para entender o seu final e como chegou naquele final.

Ainda relatou a preocupação com a alta especificidade que se tem hoje:

“R1: ...às vezes você sabe muito de uma coisa só, que é sua área de atuação, e hoje eu me preocupo muito com esse afunilamento”

A frase reforça Cunha (2018) ao destacar a importância de trabalhar com múltiplos saberes além do domínio do conteúdo, evitando a formação de profissionais que apenas reproduzam práticas. Além disso, dialoga com Marx (1972), que afirma que o ser humano é naturalmente generalista, não possuindo a alta especialização característica da contemporaneidade, tanto no contexto docente quanto em outros campos.

Na terceira pergunta da entrevista, a professora relatou enfrentar o desinteresse dos alunos e a falta de recursos, chegando a usar seu próprio salário para comprar materiais básicos, como giz, revelando as condições precárias da docência. Esse relato corrobora o que Contreras (2012) aponta em seu estudo, ao destacar que os profissionais da educação lidam com inúmeras dificuldades e que o desmonte educacional no Brasil, tanto na educação básica quanto na superior, resulta de interesses econômicos que transformam a educação em um produto do capital, afastando-a de seu papel social e transformador.

2.2 INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

A supervisora do Estágio Docência iniciou a aula apresentando a Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e suas categorias, incluindo as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) (Brasil, 2000). Na intervenção pedagógica, foi aplicado um estudo de caso sobre uma propriedade localizada na Área de Proteção Ambiental (APA) Serra de São José, no município de Prados-MG, onde o proprietário solicitava a autorização para o corte de 0,96 hectares de árvores nativas para fins agrícolas. A atividade demonstrou o processo de requerimento e a resposta do Instituto Estadual de Florestas (IEF), órgão responsável pela análise da solicitação.

Durante a aula, cujo objetivo era debater as consequências da retirada de vegetação nativa, chamou atenção o momento em que uma turma de mais de cinquenta alunos, normalmente conversando, ficou completamente silenciosa ao ser questionada. Esse impacto inicial permitiu retomar os conceitos trabalhados na disciplina, conduzindo os estudantes a participarem efetivamente da aula. Posteriormente, analisou-se o documento do IEF, que autorizou o corte na propriedade, pois mais de 20% de seu terreno estava preservado.

Durante o momento de intervenção foi possível perceber o que Maria Isabel da Cunha (2016, 2018) aborda em seus textos. Os saberes são construídos ao decorrer da vida acadêmica, e não há como utilizar somente um ou dois, o professor necessita estar em constante aprendizado, sempre havendo turmas novas e com isso novos estudantes e novas situações de aula. Devido a isso, espaços para a formação continuada são tão valiosos, ainda mais quando são de fato voltados para a prática em aula.

Para realizar a intervenção, assim como na prática pedagógica, foi necessário mobilizar saberes. Considero que os saberes mais presentes foram os disciplinares e políticos, principalmente por se tratar de uma disciplina que trabalha com futuros profissionais que serão capacitados a trabalharem com licenciamento ambiental, recuperação de áreas degradadas e vários outros aspectos que abrangem os aspectos sociais e culturais.

Durante o estágio, a turma acompanhada tinha inicialmente mais de oitenta alunos, mas terminou com setenta e nove, um número considerado alto que contribui para a sobrecarga dos professores, conforme apontado por Contreras (2012), que destaca a falsa autonomia docente frente a burocracias e demandas acadêmicas. O apoio da supervisora e de docentes voluntárias, aliado às reflexões e debates na disciplina de ED, possibilitou ao estagiário superar dificuldades iniciais e realizar a intervenção. Ao atuar com três professoras, uma titular e duas voluntárias, foi perceptível a diversidade de métodos utilizados, inclusive em aulas práticas com o mesmo conteúdo, evidenciando o mosaico de possibilidades pedagógicas que permite aos estudantes adequar-se a diferentes formas de ensino-aprendizagem.

3. CONCLUSÃO

Na disciplina de Estágio Docência foi possível refletir sobre as práticas no ensino superior e na formação docente, de forma muito valorosa para o crescimento profissional e pessoal. Ter um ambiente onde seja possível observar como construir saberes que agreguem na formação de professores é crucial, porque no futuro será esse professor o responsável por formar outros de várias outras profissões.

A partir da observação, reflexão pessoal e diálogos em grupo, percebeu-se, conforme Contreras (2012), que os professores enfrentam sobrecarga de demandas burocráticas e falta de apoio técnico, enquanto estagiários muitas vezes assumem essas funções, naturalizando uma prática que reduz a formação docente a meramente observar aulas, sem espaço para estudos, debates e reflexões. Nesse contexto, os saberes apontados por Maria Isabel da Cunha mostram a importância de repensar o tipo de profissional que se deseja ser e a universidade que se pretende, evidenciando que, além do domínio do conteúdo, ser professor exige transitar por múltiplos saberes e conhecimentos.

O estágio, embora tenha se mostrado, a partir do levantamento, um espaço de reprodução, como pudemos perceber, pode ser transformado em lugar formativo, ao tomar os desafios que a formação de professores na pós-graduação e para o Ensino Superior enfrenta, em busca de atuarmos para, gradativamente, mudarmos este cenário. Quando os professores são incentivados, durante sua formação, a ampliar os espaços de reflexão e debate, o estágio pode se transformar em uma prática formativa que capacita futuros docentes para atuarem de forma crítica no presente e no futuro, articulando os saberes necessários à docência.

Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento CAPES, CNPq, FAPEMIG e UFLA.

4. REFERÊNCIAS

- CONTRERAS, José. A autonomia de Professores. Tradução Sandra Trabucco Valenzuela, apresentação e notas à edição brasileira Selma Garrido Pimenta – 2. ed. São Paulo : Cortez, 2012
- CUNHA, MI da. Docência no ensino superior: perguntas necessárias ao campo da pós-graduação. **Recuperado em**, v. 18, 2016.
- DA CUNHA, Maria Isabel. Docência na Educação Superior: a professoralidade em construção. **Educação**, v. 41, n. 1, p. 6-11, 2018.
- MAYRING, Philipp. Qualitative content analysis: Theoretical background and procedures. **Approaches to qualitative research in mathematics education: Examples of methodology and methods**, p. 365-380, 201
- MARX, Karl, Manuscripts de 1844, Éditions Sociales, Paris, 1972.

O poema “Árvore” de Manoel de Barros e suas contribuições para a educação científica e ambiental na perspectiva crítica

Giselle Magalhães Aguiar¹, Laise Vieira Gonçalves², Antonio Fernandes Nascimento Junior²

¹Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental
Departamento de Biologia/DBI– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Docentes do Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

giselle.aguiar2@estudante.ufla.br, laiseribeiro@ufla.br,
antoniojunior@ufla.br

Abstract. *This study analyzes the poem "Tree" by Manoel de Barros, seeking to understand dialogues with scientific and environmental education. This dialogue allows for problematizations and interpretations of reality, generating enchantment in students as it represents an artistic expression present in different cultures. Such enchantment awakens students' interest and motivation. The content analysis (Bardin, 1997) was structured around four axes: Pedagogical, Scientific, Socioeconomic, and Socioenvironmental. The poem proves to be important in teacher education and in scientific and environmental education, enabling critical and problematizing discussions and a teaching-learning process that contrasts with traditional and conservative pedagogy.*

Keywords: *art, science education, socio-environmental education*

Resumo. *O estudo analisa o poema “Árvore” de Manoel de Barros buscando compreender diálogos com a educação científica e ambiental. Esse diálogo permite problematizações e leituras da realidade, pode gerar encantamento nos alunos por ser uma expressão artística presente em diferentes culturas. O encantamento pode despertar interesse e motivação dos estudantes. A análise de conteúdo (Bardin, 1977) constituiu quatro eixos: Pedagógico, Científico, Socioeconômico e Socioambiental. O poema mostra-se importante na formação de professores e na educação científica e ambiental, possibilitando discussões críticas e problematizadoras e um ensino-aprendizagem contrário à pedagogia tradicional e conservadora.*

Palavras-chave: *arte, ensino de ciências, educação socioambiental*

1. Introdução

Poemas podem contribuir com a formação artística e cultural do professor, e a percepção dos professores para a possibilidade do uso da arte dialogando com as ciências

(Monteiro, Gonçalves, Nascimento Junior, 2021), fugindo das metodologias de modelos conservadores, nos mostra a prática com poesias como alternativas para o ensino de ciências (Farias et al, 2021).

Cunha (2018) afirma que para que o professor exerça sua professoralidade, não basta apenas o conhecimento técnico da área, é necessário mobilizar diversos outros saberes que são igualmente importantes à sua prática, tanto quanto o saber técnico. Esses saberes são denominados: “saberes disciplinares, culturais, afetivos, éticos, metodológicos, psicológicos, sociológicos e políticos” (Cunha, 2018, p.10). Portanto, o poema pode auxiliar o professor na construção desses saberes, para que ele possa exercitar a criticidade e fugir de modelos de ensino tradicionais e conservadores.

Freire (1996) discute a importância do papel do educador em formar sujeitos críticos, e isso só é possível através da luta por uma educação que promova autonomia e emancipação dos sujeitos, diferente da educação bancária, que se baseia em transferência de conhecimentos e na mecanicidade de memorização e reprodução do conhecimento adquirido. A pedagogia do encantamento propõe superar o modelo tradicional de ensino, ao promover o envolvimento e o protagonismo dos alunos por meio do diálogo com temas científicos e críticos, a fim de desenvolver o pensamento reflexivo e transformador (Silva Junior, 2017).

Honorato (2007) destaca que a leitura pautada no encantamento favorece a conscientização e o autoconhecimento, processos em constante transformação. Assim, a escola deve ser um espaço de cultura, e não apenas de ensino. Nessa linha, Lourenço e Nascimento Junior (2022) defendem o uso da arte como meio pós-positivista de integrar o ensino de ciências ao resgate histórico e cultural.

É nesse sentido que o presente trabalho busca analisar o poema “Árvore” de Manoel de Barros, e sua potencialidade na construção de conhecimentos que dialoguem com a educação científica e/ou ambiental, buscando incluir eixos problematizadores do poema, ambos que vislumbrem uma visão crítica, e emancipação dos sujeitos.

2. Metodologia

A análise do poema se deu através da metodologia de análise de conteúdo (Bardin, 1979), seguindo as três fases indicadas pela autora. Inicialmente, selecionou-se o poema a ser analisado. Posteriormente a realização de uma leitura flutuante, destinada a estabelecer um primeiro contato com o poema, permitindo-se ser conduzido por impressões (Bardin, 1977) e deixando ser levados pelo que o poema apresenta.

A fim de ordenar a análise, optamos por constituir alguns eixos temáticos baseado pelo trabalho de Ribeiro (2023). Tais eixos foram definidos a partir de trechos do poema que pensamos ser relevantes para uma educação científica e ambiental numa perspectiva crítica. Esses dados permitem ampliar a compreensão das questões abordadas no trabalho, conferindo maior significado à fundamentação teórica.

3. Resultados e discussão

O poema “Árvore” de Manoel de Barros, foi escrito em seu livro denominado “Livro sobre nada”, lançado em 1996. Manoel de Barros, cujo nome completo é Manoel Wenceslau Leite de Barros, nasceu em Cuiabá, Mato Grosso, no dia 19 de dezembro de 1916, e faleceu em Campo Grande (MS), em 13 de novembro de 2014. Manoel de Barros mudou-se para Corumbá (MS), onde passou sua infância no pantanal em meio

a seres da natureza (Oliveira, 2012).

O eixo pedagógico no poema de Barros apresenta uma nova forma de aprendizado, em que o irmão do eu lírico aprende mais com a natureza do que na escola ou no internato, percebendo o mundo de maneira sensível e poética. A poesia de Barros rompe com o ensino cartesiano e racionalista, que fragmenta a realidade, e valoriza o imaginário, a subjetividade e a integração do humano com a natureza, destacando a percepção da totalidade das coisas (Oliveira, 2012). É o que notamos nos versos “No estágio de ser essa árvore, meu irmão aprendeu de sol, de céu e de lua mais do que na escola. No estágio de ser árvore meu irmão aprendeu para santo mais do que os padres lhes ensinavam no internato. Aprendeu com a natureza o perfume de Deus. Seu olho no estágio de ser árvore aprendeu melhor o azul”. Farias et al (2021) destacam a forma como Manoel de Barros escreve suas poesias, com muitas analogias e muitas vezes parecendo “brincar” com as palavras.

Silva (2010) destaca o “criançamento” e a ludicidade na poesia de Barros, evidentes em trechos como “Meu irmão aceitou de ser a árvore daquele passarinho” e “Seu olho no estágio de ser árvore aprendeu melhor o azul.” Embora pareçam ilógicos à primeira vista, esses versos revelam a consciência poética e a lógica própria criada pelo autor. Vale ressaltar que esse criancimento e ludicidade, ao contrário do que possa parecer, não tira a complexidade dos poemas de Barros, muito pelo contrário, traz uma carga de significação da linguagem (Silva, 2010).

Em suas poesias, Barros utiliza delírios poéticos e metamorfoses para revelar a magia do cotidiano e a sensibilidade da natureza (Oliveira, 2012). Isso fica evidente nos versos “aceitou de ser a árvore daquele passarinho” e “aquela árvore na qual meu irmão se transformara”, mostrando como a transformação poética permite percepções profundas e inseparáveis do ser, mesmo diante da complexidade do poema.

Rosa, Gomes e Nascimento Júnior (2021) destacam que a ciência é frequentemente vista como perfeita e inquestionável. O poema de Barros dialoga com essa visão ao mostrar que os conhecimentos da natureza são mágicos e mais significativos, ao criticar a sistematização científica e o rigor metodológico escolar, oferecendo formas de aprendizado mais sensíveis e prazerosas.

O eixo científico do poema emerge quando destacamos a observação entre diversos seres da natureza: menino (seu irmão), árvore (na qual ele se transformara), passarinhos, cascas de cigarras, lírios, brejos e borboletas. Notamos aqui esse eixo científico da poesia, ao nos trazer a possibilidade de trabalhar e entender as mais diversas relações entre os seres vivos na natureza, e até mesmo com seres abióticos e os fenômenos da natureza, como o “sol, céu, lua, entardecer, brejos”. Ele traz de forma explícita no poema relações entre esses seres e coisas que compõem a natureza, o que nos permite trabalhar com as relações ecológicas existentes no mundo natural. A compreensão sensível dessas relações naturais é de extrema importância no campo científico. Barros nos faz refletir sobre a importância de ressignificar as coisas, apresentando elementos naturais como parte integrante do ser humano, ou seja, Manoel traz uma humanização da natureza (Oliveira, 2012). Podemos notar isso quando no poema seu “irmão descobriu que as árvores são vaidosas” e sendo árvore aprendeu muitas coisas na natureza, demonstrando essa humanização dos seres da natureza.

Outro eixo estruturante é o eixo socioeconômico: A poesia de Manoel de Barros, permite uma visão para além do que é imposto pelo capitalismo. Como destacado por

Oliveira (2012, p.131), através da poesia de Barros podemos “vislumbrar uma sociedade mais humana, na qual seres humanos adquirem importância não pelo ter, mas pelo ser”. Nessa poesia, notamos a importância do personagem por “ser” árvore, destacado em diversos trechos como: “No estágio de ser árvore”, e ainda “Meu irmão agradecia a Deus aquela permanência em árvore”. Uma leitura mais sensível do texto, nos permite rever o valor das coisas naturais, e como a exploração desses recursos pode ser prejudicial, afinal, uma árvore é casa de passarinho em seu poema, que são seres igualmente importantes quanto o ser humano é.

A poesia de Barros contrapõe a visão capitalista, que valoriza o individualismo e a posse de bens, mostrando um mundo mais harmônico em que o “ser árvore” possibilita aprendizado sensível e espiritual, como nos versos “meu irmão aprendeu de sol, de céu e de lua”, “aprendeu com a natureza o perfume de Deus” e “fez amizade com muitas borboletas” (Oliveira, 2012). O poema valoriza sentimentos humanos, conhecimento, espiritualidade, amor e amizade, destacando que a completude do ser humano se dá pela conexão com a natureza, e não pelo utilitarismo ou consumo exacerbado.

Lima Júnior et al. (2014) ressaltam que Marx propõe uma leitura crítica das relações sociais, nas quais o valor das coisas é reduzido ao seu valor de troca, apagando o valor humano e natural, a ciência e a tecnologia que não são neutras e estão subordinadas à produção de mais-valia e à acumulação de capital. No poema de Barros a natureza é valorizada por seu “ser” e não por sua utilidade econômica, Barros denuncia poeticamente a lógica utilitarista e mercantil que desumaniza o homem e instrumentaliza a natureza. Enquanto Marx analisa o processo econômico que transforma tudo em mercadoria, Barros propõe uma reencantação do mundo, na qual a árvore, o pássaro e o homem coexistem como seres de igual importância e se opõe à ganância e à lógica do acúmulo, valorizando o ser, o afeto, a amizade e a espiritualidade como formas de resistência simbólica à dominação do capital.

O último eixo a ser destacado é o eixo socioambiental: A conexão do ser humano com o mundo natural é reafirmada no poema quando ele faz uso da personificação (também chamada de prosopopeia), que é uma figura de linguagem, e ele atribui características humanas a seres não humanos, quando ele destaca que a árvore sentiu vaidade e ciúmes “envaidecia-se quando era nomeada para o entardecer dos pássaros. E tinha ciúmes da brancura que os lírios deixavam nos brejos”, que são sentimentos característicos de humano. O uso dessa personificação nos permite compreender que o menino que se tornou árvore continua com um lado humano, uma fusão completa entre o ser humano e a natureza, como se o menino que se transformou em árvore tivesse características de humano (vaidade e ciúmes) e características de árvore (sendo casa para o passarinho).

Segundo Oliveira (2012), a contribuição de Manoel de Barros à Educação ambiental é quando ele apresenta a conexão mútua entre as coisas do mundo, com uma urgência da sensibilidade humana em prol da importância planetária, e quando apresenta um novo olhar para o mundo, a fim de fazer uma releitura sobre a visão capitalista. Na poesia sensível, Barros “vislumbra um novo horizonte para questões socioambientais, no qual estão enredados outros sentidos, que circulam em novos tempos” (Oliveira, 2012, p.135).

Trein (2012) reflete sobre a relação entre ser humano e natureza, destacando que

o trabalho humano transforma tanto o meio natural quanto as relações sociais, mas que, no contexto do modo de produção capitalista, essa conexão se perde, dando lugar à exploração. Na poesia de Barros, o menino que se torna árvore simboliza essa reconexão perdida, rompendo com a lógica de dominação e mercantilização identificada por Trein. A autora afirma que não basta apenas negar o modelo de exploração vigente; é necessário anunciar “uma nova forma de ser no mundo” (Trein, 2012, p.300) baseada em relações mais éticas e solidárias com a natureza, ideia presente nos poemas de Barros, nos quais se evidencia um modo de existir sensível, amoroso e integrado ao meio natural. No entanto, a sensibilização e o contato com a natureza, isoladamente, não garantem transformações profundas nas relações humanas com o ambiente, nem estimulam necessariamente enfrentamentos das problemáticas socioambientais. Como destacam Layrargues e Lima (2014), práticas de sensibilização sem articulação política podem se tornar ingênuas ou até conservadoras, ao ignorarem os aspectos sociais e políticos das questões ambientais. Para superar esse modelo, é necessário combinar a sensibilização com uma reflexão crítica sobre a exploração da natureza dentro do contexto da exploração do homem pelo homem, compreendendo as contradições sociais e socioambientais e promovendo a participação ativa na construção de soluções, assumindo responsabilidades (Festozo et al., 2018).

Dessa forma, o poema de Barros se mostra um recurso valioso para trabalhar essas reflexões, ao abordar de forma sensível e poética a relação do homem com a natureza e os modos possíveis de transformação dessa relação, em trechos como “Casca vazia de cigarra [...] só serve pra poesia” o poeta dá valor poético ao que é descartado pela natureza, revelando a beleza no inútil — algo típico da imaginação de Manoel de Barros.

O poema revela um mundo harmônico, no qual a experiência humana é positiva e orientada por valores mais humanos e justos, contrapondo-se à ideologia dominante. Como destaca Oliveira (2012), essa visão reflete uma ruptura com os valores burgueses e aponta para uma nova responsabilidade socioambiental.

4. Considerações finais

O poema “Árvore”, de Manoel de Barros, mostra como a poesia pode atuar na formação crítica e emancipatória, integrando dimensões pedagógicas, científicas, socioeconômicas e socioambientais. Por meio da ludicidade, da personificação e da fusão entre humano e natureza, o poeta rompe com paradigmas racionalistas e capitalistas, oferecendo uma forma sensível de compreender o mundo. Alinhada à educação crítica freireana, sua obra convida à reflexão sobre a relação entre ser humano, natureza e sociedade, questionando lógicas utilitaristas e fragmentadoras. Assim, a poesia de Barros se apresenta como prática estética, pedagógica e política, capaz de mobilizar saberes, afetos e valores éticos em favor de uma educação transformadora e integrada ao mundo natural.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

- Bardin, L. (1977) “Análise de conteúdo”, Edições 70, Lisboa, p.1-229.
- Cunha, M. I. (2018) “Docência na educação superior: a professoralidade em

- construção”. Educação, Porto Alegre-RS, v.41, p. 6-11.
- Farias, L. M.; Rezende, R. L.; Ferreira, D. R.; Nascimento Júnior, A. F. (2021) “Análise de uma prática pedagógica sobre o conceito de decomposição da matéria a partir do poema Latas de Manoel de Barros”, Discursos, práticas, ideias e subjetividades na educação, p. 221-234.
- Festozo, M. B; Queixas, R.C; Nascimento Júnior, A.F; Tozoni-Reis, M.F.C. (2018) “Relações Históricas entre a Educação Ambiental e a Participação Social”. Revista Tempos e Espaços em Educação, São Cristóvão, Sergipe, Brasil, v.11, n.24, p. 253-266.
- Freire, P. (1996) “Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa” 25 ed, São Paulo, Paz e Terra, S/A.
- Honorato, A. (2007) “A linguagem da literatura como encantamento na escola”, Educação e arte, p.1-17.
- Layrargues, P.P; Lima, G.F.C. (2014) “As macrotendências político-pedagógicas da educação Ambiental brasileira”, Ambiente e Sociedade. V.17, n.1, p. 23-40. fapUNIFESP.
- Lima Júnior, P; Deconto, D.C.S; Neto, R.A; Cavalcanti, C.J.H; Ostermann, F (2014) “Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade”, Ciências e Educação, Bauru, v.20, n1, p.175-194.
- Lourenço, C. O.; Nascimento Junior, A. F. (2022) “Educação científica e a cultura Iorubá: um diálogo a partir da música ‘Maracatu do meu avô’”, A Educação Enquanto Instrumento de Emancipação e Promotora dos Ideais Humanos, p. 1-11.
- Monteiro, J. A.; Gonçalves, L. V.; Nascimento Junior, A. F. (2021) “Análise do poema ‘A ideia’ de Augusto dos Anjos: diálogos entre arte e ciência nas aulas de biologia”, Itinerários de Resistência: pluralidade e laicidade no Ensino de Ciências e Biologia, Editora Realize, p. 5291-5301.
- Oliveira, E. (2012) “A Educação Ambiental & Manoel de Barros: diálogos poéticos” Paulinas, São Paulo, 192 p.
- Ribeiro, L.V.G. (2023) “Formação de professores na interface universidade-escola: Uma proposta de Estágio Supervisionado em Biologia baseada no construto Grande Grupo de pesquisa (GGP), Pequeno grupo de pesquisa (PGP) e Questões Sociocientíficas (QSC)”, 240f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência)- Faculdade de Ciências. Univerdidade Estadual Paulista, Bauru.
- Silva, C. S. (2010) “Manoel de Barros: sem margens com as palavras”, Revista Fragmentos de Cultura - Revista Interdisciplinar de Ciências Humanas, Goiânia, Brasil, v. 19, n. 7/8, p. 541–550.
- Silva Junior, A. O. (2017) “Educação anarquista e pedagogia do encantamento: encontros libertários da esperança”, Anais IV Conedu - Congresso Nacional de Educação, Campina Grande, p. 1-3.
- Trein, E. S (2012) “A Educação Ambiental Crítica: Crítica de que?” Revista Contemporânea de Educação, v.7, n 14, p. 295-308.

Trabalho docente no Ensino Superior a partir do campo do estágio: discussões teóricas e coletivas

Giselle Magalhães Aguiar¹, Marina Battistetti Festozo², Laíse Vieira Gonçalves³

¹Departamento de Ciências Biológicas/Pós-graduação em Educação Científica e Ambiental– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Ciências Biológicas/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Ciências Biológicas/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

giselle.aguiar2@estudante.ufla.br, marina.festozo@ufla.br,
laiseribeiro@ufla.br

Abstract. *The Teaching Internship enabled critical reflection on the professor's role in Higher Education. Interviews with students and the literature indicate a lack of formative intentionality, often reduced to assistance functions. It emphasized the importance of mobilizing knowledge for a critical teaching practice. Observing a university professor revealed challenges and the search for autonomy, evidencing the articulation of knowledge in everyday teaching. In the conducted practice, democratic school management was addressed dialogically, as a key formative moment. It is concluded that, when organized critically, the Teaching Internship contributes to emancipatory education.*

Keywords: *Teaching Practicum, Teacher Identity, Autonomy*

Resumo. *O Estágio Docência possibilitou reflexão crítica sobre o papel do professor no Ensino Superior. Entrevistas com discentes e a literatura da área apontam a falta de intencionalidade formativa, muitas vezes restrita a funções assistenciais. Destaca-se a importância da mobilização de saberes para uma prática docente crítica. Acompanhou-se uma professora universitária, cuja atuação revelou desafios e busca por autonomia. Essa experiência evidenciou a articulação de saberes no cotidiano docente. Na regência realizada, trabalhou-se a gestão democrática escolar de forma dialógica, configurando importante momento formativo. Conclui-se que o Estágio Docência, organizado de modo crítico, contribui para uma educação emancipadora.*

Palavras-chave: *Estágio Docência, professoralidade, autonomia.*

1. Introdução

A disciplina de Estágio Docência, do Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Ambiental (PPGECA), em discussões teóricas e o acompanhamento prático de uma professora do Ensino Superior, nos propiciou uma reflexão crítica sobre a prática docente. Como destacado por Freire (1996) a docência só é possível com a

discência, e é, portanto, nessas relações que se constitui o papel docente, que se tornou nosso objeto de estudo no campo de estágio. O trabalho docente depende da autonomia dos professores, que só é possível quando o professor consegue participar das decisões e discuti-las coletivamente com seus pares (Contreras, 2012). Percebemos então que não é necessário apenas fazer, é necessário também pensar sobre o fazer, para de fato exercer o papel de um educador crítico e que pense certo, no sentido de se ter uma rigorosidade metodológica para tal (Freire, 1996). Isso nos faz entender que o professor deve pautar suas ações em bases teóricas concretas num movimento constante de reflexão-ação. Houve um conjunto de observação-leitura-reflexão, ou seja, uma aproximação entre teoria e prática, que nos levou à construção de conhecimentos, que apesar de complexos, são necessários à consolidação do Estágio Docência com um campo de estudo.

2. Desenvolvimento

Inicialmente, nos primeiros encontros tivemos contato com outros discentes, de outros programas de pós-graduação da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Esse primeiro contato marcado por conversas e entrevistas com discentes de treze (13) dos trinta e nove (39) Programas de Pós-graduação da UFLA, alimentou nossas reflexões coletivas e embasados em pesquisas da área, discutimos como o Estágio Docência está estruturada nesses programas diversos da UFLA. Houve um apontamento significativo para vivências do Estágio Docência mais inclinadas para questões de assistencialismo do professor, assim como discentes que passam a assumir funções de técnicos de laboratório. O que foi possível perceber também, através das entrevistas, é que há pouco ou nenhum rigor e clareza nos objetivos dessa disciplina, cabendo ao orientador docente, a decisão de como serão desenvolvidas as atividades ao longo do período, frequentemente com profundidade na área científica em que se dá, mas tal rigor não se aplica ao respaldo teórico pedagógico.

Maria Isabel da Cunha (2012) nos permite aprofundar nessa discussão, uma vez que ela destaca elementos teóricos tanto à estruturação à atividade de Estágio Docência no Brasil quanto à preocupação da formação docente para o Ensino Superior. Ela destaca, por exemplo, o fato de os cursos de pós-graduação não terem muitas disciplinas da área pedagógica, ou seja, o sujeito, nos cursos de mestrado e doutorado, está se formando para atuar como docente no Ensino Superior, mas eles têm pouco ou nenhum estudo sobre as áreas da educação/pedagógicas. Para atuação docente no Ensino Superior é naturalizado que o sujeito tenha apenas os conhecimentos técnicos/científicos de determinada área, e isso se torne o suficiente para torná-lo professor, ou seja, basta apenas uma competência científica qualificada para sua atuação docente (Cunha, 2012). Porém, nos questionamos, em como o sujeito irá pautar sua prática docente? Por experiências positivas e/ou negativas que teve ao longo de sua jornada como estudante? Pelo senso comum? Mesmo que o sujeito tenha sido estudante por muitos anos de sua vida, isso não lhe torna professor, primeiro pela falta dos estudos pedagógicos, pela falta de desenvolvimento de saberes docentes, e pela falta de reflexão do processo profissionalizante do professor.

Cunha (2012) ainda destaca que mesmo se tornando obrigatória a atividade de Estágio Docência nos programas de mestrado e doutorado, as pesquisas têm mostrado uma recorrente fragilidade em sua constituição e desenvolvimento, colocando em

cheque a sua contribuição para os fins que foi criada: aprimoramento da formação e prática docente. Com isso, o que Cunha (2012) discute em seu trabalho, é justamente o que notamos na entrevista realizada com os discentes da pós-graduação: alunos que secretariam o professor nas funções burocráticas, ministração de aulas em forma de palestra, sem claros critérios de planejamento didático e avaliação e ainda atendentes de alunos com dificuldades específicas.

Ela denuncia, portanto, as dificuldades para o Estágio Docência e do Formação Docente no Ensino Superior se consolidarem como áreas de estudos. As mudanças no contexto social alteram a forma que é visto e entendido o papel do professor. Com isso, Cunha (2018), nos leva a refletir sobre as questões acerca da professoralidade, que apresenta suas dimensões, tanto individuais e subjetivas, quanto coletivas e culturais. Freire (1996) discute a importância do papel do educador em formar sujeitos críticos, e isso só é possível através de uma luta por uma educação que promova autonomia e emancipação dos sujeitos, diferente da educação bancária, que se baseia em transferência de conhecimentos e na mecanicidade de memorização e reprodução do conhecimento adquirido. Mas os mestrados e doutorados, tendo como principal foco apenas o conhecimento técnico/científico, dificilmente formará docentes com essa criticidade e que não reproduzam o modelo de educação bancária.

Portanto, para exercer a função docente, o professor precisa compreender teoricamente suas ações e as consequências das mesmas, e reforçar a sua professoralidade através de saberes docentes, sendo eles: “saberes disciplinares, culturais, afetivos, éticos, metodológicos, psicológicos, sociológicos e políticos” (Cunha, 2018, p.10).

Em minhas observações práticas do Estágio Docência, percebi uma evolução do “meu olhar” sobre as ações da professora que eu acompanhei. Em um primeiro momento, notei o uso de metodologias mais ativas durante a aula, como por exemplo, todas as aulas eram feitas em roda de conversa e de maneira dialógica. Após a leitura dos textos de Cunha (2018), pude perceber a mobilização de saberes pedagógicos durante as aulas que eu acompanhei, também pudemos discutir estas observações coletivamente nos encontros do Estágio Docência. Vale ressaltar que a disciplina que acompanhei foi “Estágio Supervisionado IV” para a turma de licenciandos em Ciências Biológicas, portanto, houve discussões sobre o papel do professor na educação básica. A proposta central da disciplina era correlacionar a prática dos futuros professores com um diálogo com o Museu de História Natural da UFLA. Com isso, além da leitura de textos teóricos, os alunos discutiram sobre o papel pedagógico do Museu.

As aulas sempre ocorriam de maneira dialógica e com muita participação dos alunos nas discussões dos temas. Em uma das aulas, a professora levou para a discussão um poema de Carlos Drummond de Andrade, “A Montanha Pulverizada”, onde na discussão pude notar uma mobilização de saberes políticos, sociológicos e culturais. A professora ainda destaca, tanto nesta, como nas demais aulas, a importância dos alunos se tornarem professores críticos, que trabalhem em suas aulas problematizações que dialoguem com as áreas científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, própria da abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), cunhada por Dermeval Saviani e outros parceiros(as) pesquisadores(as), nos traz reflexões sobre o compromisso ético, político, social do docente (SANTOS, 2018), buscando o enfrentamento e superação de uma sociedade

que é dividida em classes e que há um domínio da burguesia sobre o proletariado. A PHC tem como fundamento metodológico o materialismo histórico-dialético e se torna um instrumento de luta a favor do proletariado (SANTOS, 2018).

A professora que acompanhei apresentava de forma explícita esse compromisso social, ético, econômico que é citado na pedagogia histórico crítica e propunha aos alunos essas reflexões nas suas práticas enquanto futuros professores. Em vários momentos isso ficou claro, pois em um dos trabalhos da disciplina, a professora levou diversos materiais/ embalagens recicláveis, sendo elas: garrafa pet, garrafa de vidro, caixas de remédio, folhas de papel, latas de alumínio, alumínio de marmite, caixas de leite, pente de ovo de papelão, dentre outros e a proposta do trabalho era que os alunos desenvolvessem a partir desses materiais, uma arte e um novo material para serem expostos no museu, e de preferência com a aula que iriam ministrar em seus respectivos estágios. A professora reforçou a importância do trabalho de cada um trazer problemáticas para serem discutidas, em suas múltiplas dimensões, sejam elas sociais, econômicas, políticas, ambientais ou outras relacionadas. Destacou-se, portanto, o compromisso pedagógico da professora com essas questões. Quando os alunos iniciaram suas apresentações dos trabalhos desenvolvidos, a professora os auxiliou a correlacionar os temas com as problemáticas citadas, mostrando novamente uma mobilização de saberes políticos, sociais, econômicos e culturais. Essas discussões ocorreram em três (3) aulas, então foi sendo construído essa visão do compromisso docente apresentado pela professora.

Realizamos com a professora, uma entrevista, como parte das atividades propostas pelo Estágio Docência. Ela reconhece a sua prática docente pautada na perspectiva marxista, que se sustenta em saberes histórico-dialéticos, análise de classe, compromisso com a formação crítica e com a emancipação. Ela destacou ainda que reconhece a mudança social como possível e necessária, o que justifica seus compromissos em sala de aula, tanto em mobilizar esses saberes, quanto em formar alunos com pensamento crítico e que se organizem coletivamente. Durante a entrevista a professora ainda citou que se baseia teoricamente nas teorias de Karl Marx, na teoria crítica da escola de Frankfurt e na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). A entrevista demonstrou a reflexão crítica da professora com sua prática docente.

Ao tratar das dificuldades encontradas na prática docente, a professora destacou várias, sendo uma delas lidar com a burocracia da Universidade, bem como o excesso e precarização do trabalho do professor, falta de apoio por parte da Universidade e de órgãos governamentais e os empecilhos para desenvolver o trabalho de forma mais coletiva e ter esses espaços de discussão coletiva com outros professores da área e até mesmo de outras áreas do conhecimento. Os apontamentos feitos pela professora, em parte, são devido à proletarianização dos professores, algo que é discutido no livro de Contreras (2012), e conduz os professores à perda de controle e sentido sobre o próprio trabalho, ou seja, a perda de autonomia. A burocratização excessiva e a desumanização do trabalho são reflexos do autoritarismo e da fragmentação das ações docentes, ou seja, tentam forçar uma separação entre concepção e execução, mesmo diante da impossibilidade de separá-las radicalmente (Contreras, 2012).

A professora traz em seus relatos a falta de tempo para se dedicar mais a estudos e para desenvolver um trabalho coletivo com os colegas, além das dificuldades devido às diferenças teórico-metodológicas com professores que não tenham uma visão crítica

da ciência e da educação. Contreras (2012) nos faz refletir acerca de professores que participam e apoiam políticas reformistas, é o que ele denomina como proletarização ideológica, pois a ideologia nos faz crer que o excesso de funções docentes e burocracias reforçam o profissionalismo do professor e lhe dão autonomia, enquanto o que está acontecendo é justamente o inverso, o professor está passando por um processo de alienação do seu trabalho, com perda de seus valores ou do sentido de suas pretensões. Contreras (2012) ainda discute que a proletarização do trabalho docente é diferente do trabalhador nas fábricas, pois para o professor não houve perda de suas habilidades técnicas, mas sim a perda da capacidade de entender e compreender o processo como um todo, a perda da capacidade de participar das decisões de suas ações, com regulação e controle vindos de forma hierárquica. O professor tende a ficar cada vez mais dependente da gestão administrativa, limitando então o trabalho docente ao desempenho de funções rotineiras e sem sentido (Contreras, 2012).

Mesmo diante das dificuldades encontradas, em minhas observações no campo prático, pude perceber uma luta diária da professora para assumir os seus compromissos éticos e morais com a educação. Contreras (2012) ainda destaca justamente, que o ensino supõe uma série de compromissos por parte do docente, o compromisso moral, o com a comunidade e o social, com a ética, e com a competência profissional, porém o professor só é capaz de assumir esses compromissos quando ele tem autonomia, e participa democraticamente das decisões. Por isso, essa participação democrática é de extrema relevância, e vai de encontro com o tema da minha regência. A superação das dificuldades docentes no Ensino Superior perpassa a necessidade de legitimação da pedagogia universitária, principalmente pensando na formação desses profissionais (Cunha, 2018). A dedicação a tarefas educativas traz consigo uma série de exigências e só é possível atendê-las quando o professor consegue decidir de modo responsável sobre os processos educativos (Contreras, 2012).

A minha regência ocorreu mais ao final do período, o que foi importante, pois eu já havia passado por todo esse processo reflexivo. Foi uma regência compartilhada com as demais colegas que também acompanhavam a disciplina como discentes da pós-graduação. O tema foi escolhido pela professora, mas a escolha demonstrou mais uma vez o compromisso dela com a educação crítica e emancipadora, pois como ela mesmo afirmou em entrevista: “É preciso desenvolver uma compreensão crítica da própria posição social e incentivar a organização coletiva de classe se contrapondo ao individualismo, uma vez que a realidade deve ser compreendida em sua totalidade histórica e dinâmica”. O tema foi sobre as 3 instâncias democráticas da escola, sendo elas: Conselho de Escola, Grêmios Estudantil e Associação de Pais e Mestres. O planejamento da aula foi feito em conjunto com a professora e as demais colegas. A gestão democrática na escola é algo indispensável para contribuir com uma formação democrática, com alunos mais reflexivos e críticos. Antunes (2016) destaca que para haver uma escola participativa e democrática é necessário a diminuição da fragmentação da divisão do trabalho, que reforça as diferenças e hierarquiza os poderes de decisão, bem como a eliminação das relações competitivas, corporativas e autoritárias na escola. Para iniciar a regência, recitamos um poema de Thiago de Mello “Para os que virão”, dialogando com o tema da aula. Perguntamos para os alunos o que eles entendem do diálogo que o poema traz com o tema da aula. Levamos um mapa mental para discutir com os alunos cada uma das instâncias: Conselho de Escola, Grêmios Estudantil e Associação de Pais e Mestres. Durante a apresentação, surgiram

dúvidas que foram sendo esclarecidas e relatos dos alunos, sejam relatos de seus tempos de estudantes na educação básica e até mesmo relatos de observação no campo de estágio. Buscamos desenvolver a aula também de maneira dialógica e promovendo reflexões críticas acerca do tema. Ao final, propusemos uma situação-problema em que uma instância poderia discutir e resolver de forma coletiva, como instrumento para compreender os aprendizados dos alunos. A turma toda representou um Grêmio estudantil, e em conjunto discutiram soluções para a situação-problema que envolvia insatisfação dos alunos com a qualidade da alimentação escolar.

A minha regência foi algo muito formativo, pois eu precisei pensar criticamente sobre o tema, desenvolver uma metodologia problematizadora para os alunos, negociar com minhas parceiras de aula, mobilizar alguns saberes políticos e sociais e ainda, compartilhar e debater com o grupo de estagiários docentes em nosso encontro semanal. Consegui “me ver” na posição de docente e enfrentar algumas das dificuldades e responsabilidades que esse papel nos traz. Uma aula dialógica e com construção conjunta do conhecimento foram minhas preocupações e compromisso para a regência.

3. Conclusão

O Estágio Docência cumpriu seu papel formativo ao promover reflexões sobre a prática docente por meio de entrevistas, discussões e acompanhamento de uma professora universitária. Nessa experiência, foi possível observar a mobilização de diferentes saberes docentes e compreender os fundamentos teóricos que orientavam sua atuação. Na regência realizada, consolidou-se um espaço adequado para exercer a função docente de forma consciente. Os espaços coletivos reforçam a necessidade de uma educação pautada em dimensões sociais, políticas, econômicas, culturais, ambientais e éticas. Assim, a docência no Ensino Superior configura-se como um processo em permanente transformação, indissociável da intelectualidade crítica, da reflexão sobre a prática e da construção coletiva de saberes.

4. Referências

- Antunes, A. (2016) “O conselho de escola, A Associação de Pais e Mestres e o Grêmio estudantil como espaços de exercício de cidadania participativa”, *Rev. Parlamento e Sociedade*, São Paulo, v.6,n.4, p.93-122.
- Contreras, J. (2012) “A autonomia de professores” Tradução de João Wanderley Geraldi. Campinas, São Paulo, 2 ed, Cortez.
- Cunha, M. I. (2012) “Docência no Ensino Superior: perguntas necessárias ao campo da pós-graduação” XVI Endipe – Encontro Nacional de didática e Práticas de Ensino, Campinas, São Paulo, p 295-303.
- Cunha, M. I. (2018) “Docência na educação superior: a professoralidade em construção”. *Educação*, Porto Alegre-RS, v.41, p. 6-11.
- Freire, P. (1996) “Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa” 25 ed, São Paulo, Paz e Terra, S/A.
- Santos, R. E. O. (2018) “Pedagogia histórico-crítica: que pedagogia é essa?” *Horizontes*, São Paulo, v.36, n.2, p.45-56.

Análise do poema “Do Rio que tudo arrasta” de Bertolt Brecht, Estudo e Desenvolvimento de Propostas na Formação de Professores.

**João Carlos Grego Junior ¹, Thayna Eterno candidato ¹, Laise Vieira Gonçalves ²,
Antonio Fernandes Nascimento Junior ²**

¹ Pós-graduandos do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental
- Instituto de Ciências Naturais (ICN) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

joao.junior20@estudante.ufla.br, thayna.candido1@estudante.ufla.br,
laiseribeiro@ufla.br, antoniojunior@ufla.br

Abstract. *This study analyzed Bertolt Brecht's poem "Of the River That Drags Everything Away," seeking to understand the author's overall representation and recognize the potential for knowledge construction in teacher training. Art and Science in Science Education become humanizing as students engage with scientific knowledge in different contexts (Rosa, Gomes, & Júnior, 2021). This reinforces the importance of fostering cultural engagement through diverse media, enabling the expansion of students' theoretical frameworks, especially through poems, enabling them to engage with areas of science without instrumentalization.*

Keywords: *Analysis, Conversation.*

Resumo. O presente trabalho analisou o poema “Do rio que tudo arrasta” de Bertolt Brecht, buscando entender através do que o autor representou em sua totalidade, bem como, reconhecer as potencialidades presentes na construção do conhecimento na formação de professores. A Arte e a Ciência na Educação Científica tornam-se humanizadoras, à medida que os estudantes entrem em contato com o conhecimento científico em diferentes âmbitos (Rosa, Gomes, & Júnior, 2021). Dito isso, este reforça a importância de promover uma aproximação cultural através de meios diversos possibilitando a expansão do arcabouço teórico dos alunos, em especial os poemas, possibilitando conversar com áreas da ciência, sem que haja uma instrumentalização.

Palavras Chave: Análise, Conversar.

1. Introdução

A educação é inerente à formação do ser humano, por meio dela o indivíduo se socializa, cria relações e dá um significado às coisas em sua volta, seja na codificação das informações de fala ou nos objetos, na construção do diálogo com outros interlocutores e no espaço onde vive. Embora essa formação possa passar despercebido por muitos, não deixa de ser uma das principais formas de humanização do indivíduo. Segundo Leontiev (2025), a atividade do sujeito sendo ela externa ou interna é mediada e regulada pelo reflexo psíquico da realidade, uma vez que os motivos, objetivos e

condições de sua ação são percebidos, compreendidos e retidos na memória, abrangendo também os próprios processos e características do sujeito.

Ao refletir sobre esta condição na formação de uma consciência, o sujeito ativo nesta condição geralmente está englobado em um contexto que lhe condiciona a uma única forma unilateral de enxergar seus processos de desenvolvimento. Este método que despeja de maneira unilateral as informações que irão ser impostas no indivíduo em formação, é chamada de educação bancária que de acordo com Freire (1994), é caracterizada pela transmissão e depósito de conhecimentos, reflete a lógica da sociedade opressora e reforça a “cultura do silêncio”, impedindo a superação das contradições presentes no processo educativo.

A construção da consciência influencia diretamente a forma como o indivíduo se relaciona com o mundo, moldando suas experiências, sua participação social e sua mediação nas relações coletivas. Nesse sentido, a educação em arte favorece o desenvolvimento do pensamento artístico e da percepção estética, possibilitando que o aluno amplie sua sensibilidade, imaginação e capacidade de atribuir significado às experiências humanas, tanto na criação quanto na apreciação de produções artísticas (Brasil, 1997). Neste sentido, o trabalho aborda aspectos de análise de conteúdo promovendo portanto uma análise do poema escolhido através da interdisciplinaridade para formação de professores.

2. Metodologia

O presente trabalho originou-se através da proposta de conclusão da disciplina Estudo e Desenvolvimento de Propostas de Ensino Interdisciplinar em Ciência, do PPGECA. Embora já mencionado na introdução, foi desenvolvido uma análise do poema “Do rio que tudo arrasta” de Bertolt Brecht, através da identificação de potencialidades na realização de análises interdisciplinares.

Optou-se por esta abordagem metodológica, uma vez que, conforme destaca Minayo (2014), esse tipo de análise permite a organização dos dados em eixos de significação, correspondentes a categorias temáticas que orientam a interpretação dos sentidos e significados expressos nas falas ou nos textos. Reconhecendo o potencial do poema para contribuir na formação de conhecimentos, compreende-se, conforme Freire (1994), que a autossuficiência se opõe ao diálogo, pois aquele que não se percebe como igual aos outros ainda precisa avançar em sua caminhada rumo ao verdadeiro encontro humano um espaço em que não existem ignorantes ou sábios absolutos, mas pessoas que, em comunhão, buscam aprender e construir saberes conjuntamente.

3. Resultados e discussão

“Do rio que tudo arrasta se diz que é violento.

Mas ninguém diz violentas as margens que o comprimem.”

- Bertolt Brecht –

A poesia é uma forma de arte que contribui para a ludicidade do processo de ensino-aprendizagem, compreendendo como lúdico algo que vai além de brincadeiras e divertimento, remetendo a reflexões existenciais, sociológicas, psicológicas, filosóficas e ambientais. Estas reflexões contribuem para que o sujeito seja inserido na sociedade na condição de cidadão, ou seja, olhando para o mundo em suas relações, evitando a fragmentação e podendo tomar decisões conscientes acerca da própria vida (Rosa, Gomes, & Júnior, 2021).

Ao mencionar “*Do rio que tudo arrasta se diz que é violento*”, percebemos um olhar unilateral do observador, que se mostra distante do contexto de realidade daquele rio, que em nossa análise pode ser representado por um determinado grupo social. Em muitas vezes ao se expressarem por meio de suas artes, cultura ou até mesmo por suas manifestações sejam elas, pacíficas ou enérgicas, como meio de chamar a atenção por suas demandas. Não é raro ouvir avaliações, pré-julgamentos de que são baderneiros ou adjetivos tentando invalidar suas lutas.

O poema de Brecht, mesmo sendo escrito em apenas duas linhas, ao realizamos o exercício de reflexão, percebemos em sua primeira frase que o autor nos convida a embarcar em um entendimento sobre um rio que contém suas águas turbulentas ao qual tudo que ele toca, acaba sendo levado pela influência dessa sua força, ação essa que faz violenta suas águas aos olhos daqueles que o observam, aqui é possível entender que há um diálogo de um observador e sua perspectiva distende, que apenas observa o fato que está acontecendo, desta análise que o observador faz, notasse que ele evidencia a consequência resultante do impacto que traz a força da água de um movimento de arrasto implacável.

3.1 Das lutas de Classes

Um marco temporal na história da humanidade, sem dúvidas foi a revolução industrial, que no século XVIII proporcionou uma grande mudança nas relações de trabalho entre burgueses e pessoas trabalhadores comuns. Neste período ocorre um aumento nas cadeias de produção favorecidos por máquinas aumentando a produção a passo que os trabalhos manuais começam perder espaço para os detentores destes meios de produção. Com efeito a esta mudança, começa a surgir tensões entres os burgueses e seus trabalhadores, tendo em mente que além do aumento da produção, houve abusos na classe empregadora. Carga horária exaustiva, falta de segurança nos pisos de produções, salários que não garantem uma justa remuneração a sua produção. Privados de meios de produção para ganhar por conta própria os seus meios de subsistência, os operários são obrigados a se assalariar, a vender a sua força de trabalho como mercadoria aos donos dos meios de produção, os capitalistas. (Siqueira & Pereira, 2014).

No desenvolvimento dessa revolução, o poder começa a ser concentrado em poucas mãos, precisamente nas mãos dos Burgueses, que, por serem os detentores dos meios de produção, começam acumular para si os lucros obtidos através das forças de trabalho dos empregados que eram explorados. Karl Marx em suas obras teceu críticas capaz de mostrar como a origem do valor estava num processo nefasto de acumulação de capital, em que a socialização da sua produção e a apropriação privada ocultavam a exploração da força de trabalho, geradora de mais valor, tal teoria se apresentava como uma crítica frontal à classe burguesa e sua recém gestada “ciência econômica” (Novaes, Macedo, & Castro, 2019).

No Brasil o movimento sindical teve destaque em âmbito nacional, com a greve dos metalúrgicos do ABC. Essa greve foi um marco, e figuras importantes para a história posterior do Brasil participaram deste movimento, na falta de palanque e sistema de som, o presidente do sindicato, Luiz Inácio da Silva, hoje atual presidente da república Lula, falou de cima de uma mesa de escritório usando um megafone. Suas palavras eram repetidas em coro pelos trabalhadores mais próximos e repassadas pelos que estavam atrás (Memorial da Democracia, 2025).

É de conhecimento que por meio da greve a classe operária manifesta sua indignação e da publicidade em seus requerimentos, a exemplo podemos demonstrar a greve dos correios de 2011. Que a empresa usou da mídia para contradizer as reivindicações dos empregados focando a atenção para os transtornos que o movimento traria para a normalidade de suas atividades.

Nesse movimento, merece destaque o intenso uso da comunicação pela empregadora com a finalidade de convencer o público em geral dos transtornos da greve, com a finalidade de colocar em contraposição trabalhadores e sociedade. A grande mídia, à época, difundiu a greve dos correios como a causadora dos prejuízos, deixando a população contra a greve. (Porto & Moura, 2019).

Ainda segundo Porto (2012), para alguns a greve comunica, de forma contundente, reivindicações por melhores condições de trabalho que não são atendidas, para outros ela é expressão de radicalismo dos trabalhadores e, para outros, ainda, sinônimo de transtornos e prejuízos para os consumidores de serviços. Como mencionado, essa prática de olhar a situação por um único lado, faz com que algumas ações tendem a parecer violentas e prejudiciais, aos olhos do que apenas observam, mas não se dão a aprofundar no sentido para que o movimento leva.

Na segunda parte do poema, que diz “**Mas ninguém diz violentas as margens que o comprimem**”, o poeta nos expande e convida-nos a aprofundarmos a análise sobre uma perspectiva diferente da primeira. Enquanto na anterior o olhar está somente na violência do rio, aqui nos é dada amplitude de circunstâncias que possivelmente explica no todo ou em parte o movimento destacado. Torna-se possível propor um diálogo entre

o poema e algumas questões sociais, afinal muitas ações sociais que para a classe dominante é vista como fora do normal ou como condutas não aceitáveis, sendo rotuladas como ações violentas, agressivas e incabíveis. São reações que esses movimentos encontram para exporem os descasos sofridos pelas pressões sociais da classe dominante que em sua maior parte tentam moldar comportamentos e ditam como deve ser o padrão ideal. Sem entender e respeitar as peculiaridades de uma multi cultura em suas diferentes formas de viverem. Estabelecendo a relação entre a primeira e segunda parte do poema evidenciando a causa e efeito que sempre é apresentada de uma maneira singular e unilateral, não se preocupando em entender e mostrar o real motivo daquela ação que se apresenta.

4. Considerações finais

Este trabalho permitiu concluirmos que optar por trabalhar com poemas na formação do conhecimento na formação docente, a arte e a ciência podem dialogar em busca de uma transformação não só na maneira como professores em formação olham para o mundo e para a sociedade, mas como essas atividades poéticas podem ser um meio de transformar práticas pedagógicas e oferecer um novo caminho para uma educação emancipada.

Quando Brecht faz essa relação da violência com a compressão do rio, entendesse que sua intenção é despertar nosso entendimento para uma análise aprofundada da visão de mundo nas relações que se estabelecem, entre patrão empregado, entre uma classe que oprime e a oprimida, pois quando mais é exercida essa pressão, mais violenta se torna os meios de libertar-se dela. Como uma unidade, o pensamento coletivo, afastando e lutando contra o individualismo que é usado de justifica para atrocidades e fortalece essa desigualdade que discutimos neste trabalho.

Apoio: FAPEMIG, CAPES, CNPQ

Referências

Rosa, M. M., Gomes, T. T., & Júnior, A. F. (19 a 23 de Abril de 2021). UMA ANÁLISE DO POEMA “O NOVO HOMEM” DE CARLOS DRUMMOND DE ANDRADE: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. *VI Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia*.

Leontiev, A. N. (03 de 07 de 2025). *Portal domínio público*. Fonte: Portal domínio público:
http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=2309.

Minayo, M. C. (2014). *O Desafio do Conhecimento Pesquisa Qualitativa em Saúde*. São Paulo: Hucitec. Fonte:
<https://pt.scribd.com/document/584246427/Livro-O-DESAFIO-DO-CONHECIMENTO-O-ATUALIZADO-Minayo-2014#page=5>.

- Freire, P. (1994). *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro, RJ: EDITORA PAZ E TERRA S/A.
- BRASIL. (1997). Portal MEC. Acesso em 05 de Julho de 2025, disponível em Portal Mec: <https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro06.pdf>
- Macedo, F. B. (20 de Fevereiro de 2011). A Greve de 1980: redes sociais e espaço urbano na mobilização coletiva. *Revista Mundos do Trabalho*, vol. 3, n. 5, p. 136 a 164.
- Novaes, H. T., Macedo, R. F., & Castro, F. (2019). *Introdução à Crítica da Economia Política*. Marília: Editora Lutas anticapital.
- Memorial da Democracia. (09 de Julho de 2025). Fonte: Memorial da Democracia : <https://memorialdademocracia.com.br/card/a-grande-greve-dos-trabalhadores-do-abc>.
- Porto, D. N., & Moura, B. d. (19 de Dezembro de 2019). A GREVE COMO DIREITO: AS (RE)SIGNIFICAÇÕES DO SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL. *De políticas Públicas e Desenvolvimento Social*, p. 108 a 123.
Fonte: <https://periodicos.processus.com.br/index.php/ppds/article/view/177/177>.
- Porto, N. A. (06, 07, 08 de Junho de 2012). XXI Encontro nacional CONPEDI. Sistema Jurídico e Direitos Fundamentais Individuais e Coletivos, p. 14115 a 14145.
Fonte: <http://www.publicadireito.com.br/publicacao/?evento=37>

ANÁLISE DO POEMA “O OPERÁRIO EM CONSTRUÇÃO”: A EXPLORAÇÃO DO TRABALHO E A CONSCIÊNCIA DE CLASSE NA POESIA DE VINICIUS

ANA CRISTINA DOS REIS¹, JOÃO VICTOR SILVA ABREU¹, TIAGO SERPA BARBOSA CHAVES¹, LAISE VIEIRA GONÇALVES RIBEIRO², ANTONIO FERNANDES NASCIMENTO JUNIOR²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental e Científica/ICN - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Biologia/DBI - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ana.reis11@estudante.ufla.br, joao.abreu4@estudante.ufla.br, sevack@gmail.com, laiseribeiro@ufla.br, antoniojunior@ufla.br

Abstract: The poem “Operário em Construção” by Vinicius de Moraes, published in 1959, remains relevant for portraying the exploitation and alienation of labor; addressing themes such as class consciousness, surplus value, and resistance to capitalism. The work reflects the dehumanization of workers during the Industrial Revolution and its parallels with the contemporary context. A Content Analysis was conducted in this study, resulting in the creation of three categories. Thus, the study demonstrates that the awakening of critical consciousness, combined with collective action, is essential to overcoming alienation and contributing to a fairer and more equitable society.

Keywords: alienation, class struggle, education.

Resumo: O poema “O operário em construção”, de Vinicius de Moraes, publicado em 1959, permanece atual ao retratar a exploração e alienação do trabalho, articulando temas como consciência de classe, mais-valia e resistência frente ao capitalismo. A obra reflete a desumanização do operário na Revolução Industrial e suas semelhanças com o contexto contemporâneo. Foi realizada Análise de Conteúdo no trabalho e criadas três categorias. Assim, o estudo demonstra que o despertar da consciência crítica, aliado à ação coletiva, é essencial para superar a alienação e contribuir para uma sociedade mais justa e igualitária.

Palavras-chave: alienação, luta de classe, educação.

Introdução

O poema “Operário em Construção”, de Vinicius de Moraes (1959), permanece atual ao retratar a exploração e alienação do trabalho no capitalismo, evidenciando a desumanização do trabalhador e a crescente substituição da mão de obra por tecnologias automatizadas (Falcão et al. 2013). Nesse contexto, é fundamental adotar uma perspectiva interdisciplinar que articule diferentes saberes, permitindo compreender a relação do conhecimento com a experiência e a história humana. Segundo Cachapuz (2014, p. 96), a interdisciplinaridade aproxima os estudantes do contexto de produção

do conhecimento, amplia o pensamento além de perspectivas restritas e favorece a formação de professores críticos capazes de perceber o mundo em sua complexidade e interconexão.

A prática pedagógica que integra interdisciplinaridade contribui para a formação de docentes críticos e conscientes, capazes de questionar práticas rígidas e tradicionais, despertando sentimentos e construindo concepções significativas sobre o educar (D'Ambrosio e Lopes 2015). Além disso, a interdisciplinaridade supera a fragmentação do conhecimento, promovendo uma visão integrada do mundo, na qual a articulação entre ciência e arte favorece a união entre razão e emoção, fortalecendo a compreensão conectada da natureza, dos seres humanos e de suas relações (Rangel, 2014, p. 74).

Além disso, é necessário reconhecer que a poesia, isoladamente, não garante o desenvolvimento de práticas pedagógicas críticas e reflexivas. Torna-se imprescindível a mediação docente, que articule os conteúdos às experiências socio-históricas dos alunos, promovendo debates nos quais todos possam se posicionar e construir seus próprios argumentos sobre o tema abordado. É justamente essa dimensão dialógica que sustenta a formação crítica e reflexiva no contexto da prática educativa (Cândido, Festozo e Nascimento, 2017).

É viável apresentar fatos históricos e contextos distantes, muitas vezes nunca vivenciados pelos alunos, por meio de abordagens artísticas. Dessa forma, a arte se configura como um recurso capaz de ampliar as possibilidades de experiências significativas e de promover a construção efetiva de conhecimento, contribuindo para uma formação de qualidade (Souza Costa, 2021).

A obra de Vinicius de Moraes incorpora categorias centrais do pensamento marxista, abordando temas como trabalho alienado, consciência de classe, exploração pela mais-valia e lógica do lucro capitalista, além da negação do capital e da luta de classes pelos trabalhadores (Umberto, 2021). O presente estudo busca analisar criticamente o poema “O operário em construção”, articulando essas temáticas com reflexões sobre o contexto contemporâneo, de modo a compreender como a obra pode ser utilizada para promover pensamento crítico e reflexivo nos estudantes, integrando a dimensão estética da poesia à crítica social e à perspectiva marxista sobre o trabalho humano.

Metodologia

A pesquisa desenvolvida adota uma abordagem qualitativa, com o objetivo de compreender os significados sociais e culturais presentes no poema “*O operário em construção*”, de Vinicius de Moraes. Conforme Minayo (2010), a pesquisa qualitativa concentra-se na análise de significados, valores e atitudes, privilegiando a apreensão da realidade em sua complexidade e dimensão subjetiva.

Para a análise do poema, utilizou-se a Análise de Conteúdo, conforme proposta por Bardin (1977), que permite a interpretação sistemática das mensagens, articulando os aspectos explícitos e implícitos do texto poético. Essa metodologia possibilita identificar núcleos de sentido que revelam dimensões temáticas, simbólicas e sociais presentes na obra.

A análise foi organizada em dois eixos temáticos que foram definidos a partir da leitura aprofundada do poema e da categorização das unidades de registro, conforme orientações de Bardin. Dessa forma, a metodologia adotada permite compreender o poema não apenas como expressão estética, mas também como documento social e

político, capaz de revelar concepções sobre trabalho, desigualdade, poder e luta social, em diálogo com a realidade contemporânea e a formação de consciência crítica.

Resultados e Discussões

1- A exploração do trabalhador

A Revolução Industrial, ocorrida no final do século XVIII, transformou profundamente os modos de produção, substituindo o trabalho artesanal e elevando significativamente a produtividade por meio das tecnologias britânicas disponíveis (Rocha, Lima e Waldeman 2020). Segundo Sul (2006), essa fase inicial foi caracterizada por uma ciência de caráter empírico, na qual a técnica precedia o conhecimento científico, limitando a inovação. Com a reorganização das relações econômicas e a liderança de Alemanha e Estados Unidos, a ciência passou a ocupar papel central, institucionalizada como motor do desenvolvimento tecnológico. Nesse contexto, as condições de trabalho se modificaram, mas a exploração do trabalhador se intensificou, evidenciando uma lógica de valorização do capital em detrimento do labor humano.

O poema *“O operário em construção”*, de Vinicius de Moraes, reflete poeticamente essas dinâmicas de exploração e alienação do trabalho. Assim como os operários da Revolução Industrial, o protagonista da obra realiza tarefas árduas, muitas vezes sem compreender plenamente o valor de sua própria produção, que se reverte em benefício do patrão. A narrativa poética retrata a alienação inicial, a rotina extenuante e a opressão institucionalizada, mostrando que, mesmo em contextos contemporâneos, a subordinação e a desvalorização do trabalhador permanecem presentes.

Nesse trecho: De fato, como podia um operário em construção compreender por que um tijolo valia mais do que um pão? Tijolos ele empilhava com pá, cimento e esquadria; quanto ao pão, ele o comia...” O operário realiza seu labor sem compreender inicialmente o valor de sua produção ou a função social de seu trabalho, refletindo a alienação descrita por Marx. Essa passagem evidencia que o operário trabalha intensamente, mas não percebe o quanto sua atividade sustenta a riqueza e o conforto do patrão, exatamente como ocorreu na Revolução Industrial.

O poema mostra a apropriação do fruto do trabalho pelo patrão, que é símbolo da exploração capitalista: “O operário via as casas e dentro das estruturas via coisas, objetos, produtos, manufaturas. Via tudo o que fazia, o lucro do seu patrão e em cada coisa que via, misteriosamente havia a marca de sua mão.” Aqui, a obra conecta a criação do operário com o ganho do patrão, ilustrando a lógica da mais-valia e da apropriação do trabalho humano.

O poema mostra o processo de conscientização e resistência do trabalhador: “E foi assim que o operário do edifício em construção que sempre dizia sim começou a dizer não.” “E o operário disse: Não! E o operário fez-se forte na sua resolução.” Esses trechos revelam a emergência da consciência de classe e da capacidade de resistência, representando o momento em que o trabalhador reconhece seu valor e desafia a exploração.

O poema também apresenta a dimensão transformadora do trabalho quando integrado à percepção estética e reflexiva: “Foi dentro da compreensão desse instante solitário que, tal sua construção, cresceu também o operário. Cresceu em alto e profundo, em largo e no coração, e como tudo que cresce ele não cresceu em vão. Pois além do que sabia, exercer a profissão, o operário adquiriu uma nova dimensão: a

dimensão da poesia.” Esse trecho conecta a consciência crítica à dimensão poética, mostrando como o trabalho e a reflexão sobre ele, ou seja, o trabalho não alienado, transformam o indivíduo.

2- Trabalho alienado e consciência de classe

Marx e Engels (2007) afirmam que, antes da Revolução Industrial, o trabalhador dominava todas as etapas da produção, o que proporcionava autonomia e sentido ao trabalho. Com a industrialização, ocorreu a fragmentação das tarefas e a consequente alienação e desumanização do operário (Engels e Marx, 2007; Rocha, Lima e Waldeman 2020). Embora o trabalho seja, para o marxismo, uma atividade fundamental para a sobrevivência e a realização humana, a contemporaneidade impôs uma especialização crescente, limitando o conhecimento e contrariando a visão de Marx (1972) sobre a natureza generalista do ser humano.

O poema *“O operário em construção”*, de Vinicius de Moraes, exemplifica poeticamente esse processo de alienação: “Mas tudo desconhecia de sua grande missão: não sabia, por exemplo, que a casa que ele fazia, sendo a sua liberdade, era a sua escravidão.” O trecho evidencia a exploração do trabalho, na qual o operário realiza atividades árduas sem perceber que o fruto de seu labor se reverte em benefício do patrão, simbolizando a perda de autonomia e sentido, uma alienação clássica do trabalho industrial.

Na contemporaneidade, segundo Falcão et al. (2013), as inovações tecnológicas intensificam formas de alienação, criando indivíduos em constante disputa entre si e com a estrutura social, cujo objetivo central torna-se a fragmentação da classe trabalhadora e sua consequente fragilização. No poema, essa lógica se manifesta na dimensão social do trabalho.

O poema evidencia o despertar da consciência de classe, no qual o reconhecimento da exploração e do valor do próprio trabalho permite ao operário resistir e afirmar-se: “E foi assim que o operário do edifício em construção que sempre dizia sim começou a dizer não.” Assim, a obra articula o conceito marxista de alienação à experiência contemporânea, mostrando que a valorização do trabalho e o desenvolvimento da consciência crítica são essenciais para a emancipação do trabalhador, seja ele operário ou docente.

3- A exploração na Docência

No caso específico da profissão docente, observa-se uma forma moderna de exploração e desvalorização, marcada por baixos salários, jornadas múltiplas e desconsideração das funções extra sala de aula (de Souza; Brasil e Nakadaki, 2017; Santos, 2015). Assim como o operário do poema, que vai descobrindo seu valor e capacidade de resistência, os docentes enfrentam um sistema que busca controlá-los e limitar seus direitos, tornando urgente o desenvolvimento de consciência crítica e reflexão sobre as condições de trabalho, a justiça social e a emancipação humana. Santos (2015) ressalta a possibilidade de coisificação da profissão, quando a desvalorização salarial e social retira sentido e reconhecimento ao trabalho docente

No contexto atual, a profissão docente enfrenta desafios significativos que refletem uma forma moderna de exploração e desvalorização. Dados do IBGE indicam que, em 2022, aproximadamente 1,5 milhão de pessoas trabalhavam por meio de

plataformas digitais e aplicativos de serviços no Brasil, representando 1,7% da população ocupada no setor privado (IBGE, 2023a). Embora esse dado não se refira diretamente aos professores, ele evidencia uma tendência crescente de precarização do trabalho, que afeta diversas categorias profissionais, incluindo a docência.

Além disso, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) revela que, em 2023, a média salarial dos professores no Brasil estava abaixo da média nacional, evidenciando a desvalorização econômica da profissão (IBGE, 2023b). Essa realidade reflete uma estrutura que, muitas vezes, trata os docentes como peças intercambiáveis, desconsiderando sua importância na formação crítica e ética dos cidadãos.

No entanto, assim como o operário do poema, que, ao perceber sua própria força e capacidade de transformação, resiste à exploração, é necessário formar professores com consciência crítica para que possam engrossar as fileiras da luta pelo fim das injustiças e por uma reformulação da sociedade. A luta por condições dignas de trabalho é também a luta por um projeto de educação brasileira que estimule a importância dos professores na formação de consciência crítica da população, reconhecendo seu valor social e potencial transformador.

Portanto, é fundamental promover a construção de uma consciência crítica na categoria docente, de modo que os professores reconheçam sua função não apenas como transmissores de conteúdos, mas como agentes de transformação social. Esse processo permite que enfrentem coletivamente os desafios da profissão, lutem por condições dignas de trabalho e contribuam para uma educação brasileira mais justa, equitativa e capaz de formar cidadãos críticos e conscientes.

Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento CAPES, CNPq, FAPEMIG e UFLA.

Considerações Finais

A obra *“O operário em construção”*, de Vinicius de Moraes, evidencia o despertar da consciência do trabalhador, permitindo a superação da alienação e o reconhecimento do seu papel social. O poema ressalta a importância da reflexão crítica e da organização coletiva do proletariado, ao mesmo tempo em que denuncia a lógica capitalista, baseada na acumulação de riqueza, exploração de trabalhadores com salários insuficientes e jornadas extenuantes, comprometendo a qualidade de vida e a dignidade humana.

O poema convida à reflexão sobre essas condições, instigando a percepção crítica em relação à exploração do trabalho e à necessidade de resistência frente às imposições do sistema capitalista. Ele reforça a relevância da luta coletiva e da solidariedade entre trabalhadores como mecanismos de transformação social. Mesmo após mais de seis décadas de sua publicação, a obra permanece atual, evidenciando que muitas questões relativas à exploração, à desigualdade e à valorização do trabalho ainda persistem e demandam atenção e ação coletiva.

Nesse sentido, torna-se necessária o esforço de construção de consciência crítica na categoria docente assim como em outros setores da sociedade, de forma que os

trabalhadores reconheçam seu valor, defendam condições dignas de trabalho e contribuam para a construção de uma educação e uma sociedade mais justas, capazes de formar cidadãos conscientes, críticos e engajados na transformação social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÂNDIDO, Tatiane Cristina Barbosa; FESTOZO, Marina Battistetti; JUNIOR, Antonio Fernandes Nascimento. “Sonhos tropicais”: uma leitura do cinema para a educação ambiental crítica. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 13, n. 6, 2017.
- CACHAPUZ, Antônio. Arte e ciência no ensino das ciências. *Interações*, v. 10, n. 31, 2014.
- D’AMBROSIO, Ubiratan Sanches; LOPES, Celso Esteves. Insubordinação criativa: um convite à reinvenção do educador matemático. *Bolema*, v. 29, n. 51, p. 1–17, 2015.
- DE SOUZA, João Batista Ribeiro; BRASIL, Maria Aparecida Jesus Silva; NAKADAKI, Vanessa Eiko Pires. Desvalorização docente no contexto brasileiro: entre políticas e dilemas sociais. *Ensaios Pedagógicos*, v. 1, n. 2, p. 59–65, 2017.
- FALCÃO, Fernando Marques et al. Trabalho alienado, terceirização e precarização do trabalho: reflexos destes processos para os trabalhadores de call center, 2013.
- IBGE. Agência de Notícias. Em 2022, 1,5 milhão de pessoas trabalharam por meio de aplicativos de serviços no país. Rio de Janeiro, 2023a. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/38160-em-2022-1-5-milhao-de-pessoas-trabalharam-por-meio-de-aplicativos-de-servicos-no-pais>. Acesso em: 8 out. 2025.
- IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) – Educação. Rio de Janeiro, 2023b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao.html>. Acesso em: 8 out. 2025.
- MARX, Karl. *Manuscritos econômicos-filosóficos de 1844*. Paris: Éditions Sociales, 1972.
- MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. *A ideologia alemã*. São Paulo: Boitempo, 2007.
- PIRES, Maria Fernanda Coelho. O materialismo histórico-dialético e a educação. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*, v. 1, p. 83–94, 1997.
- RANGEL, Maria. Ensaio sobre arte e ciência na formação de professores. *Revista Entreideias*, Salvador, v. 3, p. 73–86, 2014.
- ROCHA, Bruna Alves Barbosa; LIMA, Fernando Rodrigues Silva; WALDMAN, Ricardo Lodi. Mudanças no papel do indivíduo pós-revolução industrial e o mercado de trabalho na sociedade da informação. *Revista Pensamento Jurídico*, v. 14, n. 1, 2020.
- SANTOS, Wilson Augusto. Uma reflexão necessária sobre a profissão docente no Brasil, a partir dos cinco tipos de desvalorização do professor. *Sapere Aude*, v. 6, n. 11, p. 349–358, 2015.
- SUL, Extremo. Ciência, tecnologia e economia: características frente à primeira e segunda revoluções industriais, 2006.

A disciplina de Estágio Docência e sua possibilidade de pesquisa dentro do âmbito do Ensino Superior

Roberta Helena Oliveira 1¹, Marina Battistetti Festozo 2²

¹Departamento de Biologia/DBI– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Biologia/DBI– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

roberta.oliveira2@ufla.br, marina.festozo@ufla.br

Abstract. *The mandatory course Teaching Internship, part of the curriculum of the Graduate Program in Scientific and Environmental Education at the Federal University of Lavras, shed light on the teacher–student relationship within higher education. It highlights university teaching and its ethical, affective, and political–social dimensions, which help us perceive the world that unfolds before the classroom but is inevitably brought into it. The pandemic intensified challenges in education, increasing students’ anxiety and exacerbating the precariousness of teacher training. This study aims to present the mandatory internship as a space for research and critical formation, valuing professorality as a practice situated within a historical and social context. It concludes that university teaching must be critical and transgressive, recognizing the concrete conditions of both students and professors, with the intention of contributing to the construction of an education committed to transforming society toward greater justice.*

Keywords: *mandatory internship; investigative internship; internship and research.*

Resumo. *A disciplina obrigatória Estágio Docência parte da matriz curricular do programa de pós-graduação Educação Científica e Ambiental, da Universidade Federal de Lavras, trouxe luz à relação docente-estudante no âmbito do ensino superior. Evidencia-se a docência no ensino superior e as suas dimensões éticas, afetivas e político-sociais, que ajuda a enxergar o mundo que acontece antes da sala de aula, mas que é levado pra dentro dela. A pandemia intensificou desafios na educação com o aumento da ansiedade das e dos estudantes e da precarização da formação. O presente trabalho tem como objetivo apresentar o estágio obrigatório enquanto espaço de pesquisa e formação crítica, valorizando a professoralidade como prática situada em um contexto histórico e social. Conclui-se que a docência universitária deve ser crítica e transgressora, reconhecendo as condições concretas de estudantes e docentes, na intenção de contribuir com a construção de uma educação que se comprometa com a transformação de uma sociedade mais justa.*

Palavras-chave: *estágio obrigatório; estágio investigativo; estágio e pesquisa;*

A relação docente-estudante na pós-graduação

Neste trabalho, uso da posição enquanto estudante como objeto de estudo e análise: o início dessa reflexão aconteceu dentro da disciplina de Estágio Docência, disciplina obrigatória da matriz curricular do curso de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental, do qual faço parte. Na oportunidade, acompanhei duas disciplinas do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Lavras.

O Estágio Obrigatório se deu em um momento difícil da minha vida; no mesmo período da minha qualificação, etapa avaliativa obrigatória que trouxe consigo muita ansiedade, insegurança e incerteza dentro do meu processo formativo. Lembro do texto “A Autonomia de Professores”, de José Contreras, que foi trabalhado nas aulas de Estágio Docência, onde tive orientação quanto à minha participação dentro do estágio, quando o autor diz que: “não se pode entender o ensino atendendo apenas os fatores visíveis em sala de aula” (Gimeno, J., p.83, 2002, apud Contreras, 1990). Quando falei sobre meu quadro depressivo e seus impactos no meu desempenho acadêmico, a professora responsável pela disciplina de Estágio Docência naquele semestre entendeu. Foi assim que observei na prática a professora assumindo a docência “como ação complexa que requer saberes **disciplinares, culturais, afetivos, éticos, metodológicos, psicológicos, sociológicos e políticos**” (Cunha, MI da., p.6, 2016, *grifos meus*), texto que foi indicado para estudo e leitura em sua disciplina. .

Como resultado e frutos da disciplina, refleti sobre empecilhos vivenciados por mim ainda na graduação, fizeram parte da minha formação e, dessa forma, também foram postos diante das professoras e professores: a quarentena decorrente do coronavírus.

Observo que vivemos -e por isso, também vivemos a Educação- como se este fosse um período ordinário, como qualquer outro, mesmo que tenhamos vivenciado recentemente anos de isolamento social, no qual toda a organização social foi comprometida e, mais do que isso, foram anos onde pairava sob nós o medo da nossa própria morte e de pessoas que amamos. Pessoas conscientes, que por vezes são as mesmas pessoas que acreditam e validam a ciência, respeitaram as recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS) e da comunidade científica global, adotando as novas regras de distanciamento social daquele momento, enxergando o risco real causado pelo covid-19 e assistindo a morte de 400 pessoas mil que poderiam ter sido evitadas (Hallal, Pedro C., 2021).

Às vezes entro numa sala abarrotada de alunos que se sentem terrivelmente feridos na psique (muitos fazem terapia), mas não penso que eles queiram que eu seja a sua terapeuta. (...) Querem um conhecimento significativo. Esperam, com toda razão, que eu e meus colegas não lhe ofereçamos informações sem tratar também da ligação entre o que eles estão aprendendo e sua experiência global de vida. (hooks, bell. p. 33, 2017).

Esse conhecimento significativo posto por bell hooks que tem em seu cerne a desmistificação da realidade torna-se uma ferramenta em potencial para os e as estudantes entenderem as raízes de suas angústias e agirem sobre elas. Esse conhecimento que leva em conta o sofrimento psíquico dos e das estudantes é abordado dentro da disciplina de Estágio Obrigatório -em um curso de pós-graduação na Universidade Federal de Lavras, o que evidencia tamanha sua importância-, quando Contreras, J. (2002), discutindo a obrigação moral enquanto dimensão da profissionalidade docente, afirma que

Este aspecto moral do ensino está muito ligado à dimensão emocional presente em toda relação educativa. Com efeito, o cuidado e a preocupação pelo bem-estar do alunado ou por suas relações com colegas e família, obedece a um compromisso com a ética da profissão que só pode se resolver no estabelecimento de vínculos que implicam a emotividade e as relações afetivas (...) (Contreras, J., p. 86, 2002).

Dessa maneira, partindo pela ótica de bell hooks que denuncia a necessidade de ensinarmos pelo sentido, significação e construção a partir de uma experiência global dos discentes, a fim de ajudá-los a combater o sofrimento mental e trazer sentido à atividade e a formação acadêmica, considerando a decorrência da pandemia do Covid-19 e suas eventuais consequências, uma pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz), contou com 6 mil estudantes de todo o país e revelou o impacto da saúde mental de estudantes de pós-graduação do Brasil e seu impacto em suas atividades acadêmicas

Entre outros dados, a pesquisa aponta que 45% dos alunos foram diagnosticados com ansiedade generalizada e 17% com depressão durante o primeiro ano da pandemia. Além disso, mais de 60% relataram crises de ansiedade e dificuldade para dormir. Falta de motivação e problemas de concentração foram reportados por quase 80%. (IOC/ Instituto Oswaldo Cruz, 2023).

Por isso, somando a reflexão posta por bell hooks junto da pesquisa que foi desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz) com participação de pesquisadores do IOC e da Universidade Federal Fluminense, entende-se que negar o fato de que vivenciamos uma pandemia global em um governo de extrema direita dificulta a identificar e a reduzir seus danos e as possíveis consequências dentro do processo de ensino-aprendizagem no que tange o ensino superior. Se negarmos essa realidade e suas consequências, negamos a ciência e as condições de quem as faz.

Enquanto graduanda, fiz metade do curso de maneira EAD: mesmo sem me apropriar dos conteúdos postos eu tirava total nas disciplinas, o que pode evidenciar tanto a falha desse modelo de ensino quanto o processo avaliativo. Com as câmeras fechadas, aulas completamente em silêncio, onde apenas o professor ou a professora falava, numa ideia de educação bancária quase que obrigatória, consequência desse modelo de ensino — que imagino ter sido muito solitário e difícil para as e os docentes também — hoje muitos de nós, estudantes da pós-graduação, concluímos nossa graduação.

Cunha, M. D. (2016) destaca a importância de uma formação profissional de docentes que assume uma concepção ampliada de pedagogia universitária, “que envolve múltiplas dimensões e a perspectiva da processualidade.” (Cunha, M.D., p.6, 2016), e que “a professoralidade docente se institui em um contexto; trata-se de uma prática que se dá num lugar e numa dimensão temporal” (Cunha, M.D., 2018, p.6).

Essa noção de múltiplas dimensões dentro de uma pedagogia universitária envolve saberes afetivos, éticos, psicológicos e políticos e enxerga as e os estudantes enquanto sujeitos construídos culturalmente. Ou seja, é importante considerar o tempo histórico, político e social vivenciado — neste caso, dentro de uma pandemia global — em que o cargo de maior autoridade do país, assumido por uma figura de extrema-direita, negou a ciência e recusou a vacina mais de 15 vezes. A consciência sobre as eventuais

consequências psicológicas, educativas e políticas causadas por esse momento político-social abrange múltiplas dimensões pedagógicas e a perspectiva de professoralidade em construção abordada por Cunha (2018), bem como a noção de que “toda a ação educativa aninha-se num contexto, situado na confluência das condições locais e dos acontecimentos globais” (Cunha, 2016, p. 7). Isso porque reconhece-se que a prática docente se dá em uma dimensão temporal e histórico-social específica, marcada por uma conjuntura político-social específica. Nesse sentido, as mudanças impostas pela pandemia tornaram-se um campo fértil para observar essa maleabilidade da ação docente e a constante reconstrução da professoralidade. Durante o período pandêmico e pós-pandêmico, os espaços virtuais — como o Google Meet — tornaram-se palco de uma reconfiguração completa do que se compreendia por ensino e aprendizagem, revelando, na prática, essa perspectiva de uma professoralidade sempre em movimento e em constante construção. A partir desses entendimentos, cria-se a possibilidade de intervenção.

Por isso, entendendo que vivenciamos um período em que há um forte discurso neo-fascista em ascensão a nível global, de negacionismo científico, apagão da docência, de desvalorização docente e de precarização da educação pública, observamos o processo de ensino-aprendizagem no ensino superior, principalmente no que diz respeito aos cursos de licenciatura, *-onde o Estágio aconteceu-* que são marcados por serem ocupados majoritariamente por estudantes oriundos de escola pública, filhos e filhas da classe trabalhadora, trazemos um outro olhar à prática docente, a partir da experiência formativa dentro do estágio docência, com foco na pesquisa quanto à prática docente universitária.

O estágio obrigatório como oportunidade de pesquisa

No Estágio aconteciam reuniões semanais em que discutíamos o que víamos em sala e o que estudávamos nos textos, a fim de entender teoricamente a realidade docente no ensino superior. Além disso, foram realizadas entrevistas com as e os professores supervisores para entendermos os desafios encontrados no ensino superior. Na entrevista que realizei com a professora supervisora, questioneei sobre os empecilhos vivenciados na docência no período após a pandemia causada pelo coronavírus. A professora supervisora disse reconhecer esse cenário e destacou que observou um aumento nos quadros de ansiedade e depressão dos e das estudantes universitárias: isso mostra que ela está atenta às possíveis consequências dessas condições no processo de ensino e aprendizagem das e dos estudantes, do qual, enquanto estudante de pós-graduação também me incluo. Quanto aos empecilhos encontrados por ela em sua prática pedagógica, ela disse que uma turma ser menor fazia com que, se um estudante faltasse, e por acaso este fosse o estudante mais participativo, a aula acontecia de maneira muito menos interativa e muito mais exaustiva. A professora também revelou que as turmas do período da manhã compartilham uma dificuldade comum relacionada à frequência regular.

Durante a entrevista, a professora também comentou que grande parte das e dos estudantes do curso são trabalhadores/as noturnos dos bares da cidade, o que pode explicar tanto a diferença entre os trabalhos desenvolvidos nas turmas da manhã e da tarde, quanto a dificuldade de frequência regular. A rotina exaustiva de trabalhar em serviços de servidão e exploração, dividida com os estudos em cursos muitas vezes desvalorizados, como as licenciaturas, podem causar desânimo e frustração, o que também deve-se considerar. Cunha, M. I. (2018, p.4) traz a necessidade de entendermos

a professoralidade como individual, subjetiva, coletiva e cultural ao mesmo tempo, afirmando a necessidade de analisarmos a prática docente a partir de “um lugar, de um curso, inserido numa cultura profissional, num tempo determinado”. Por isso, entendo a necessidade de abrangermos esse olhar aos docentes em formação, a autora ainda afirma (IDEM, IBIDEM, , p.4) a necessidade de análise das “dimensões como a relação com os colegas e demais grupos de trabalho, o ambiente físico, as políticas salariais e outros benefícios materiais” e como estes elementos interferem na pedagogia universitária. Para além disso, entendemos que a desvalorização do estudo, da licenciatura e da pesquisa também afetam a pedagogia universitária, o ensino-aprendizagem, a saúde mental dos e das estudantes, bem como o próprio desenvolvimento do trabalho docente.

Essa identificação por parte da professora dos trabalhos em que os e as estudantes do curso ocupam e seus quadros de saúde mental são resultados de uma escuta atenta, da “sensibilidade de “leitura do mundo”, na expressão freireana (1979), que supõe uma perspectiva de reciprocidade” (Cunha, M. D. 2016, p.7). A escuta atenta faz parte dessas múltiplas dimensões pedagógicas, ferramentas que ajudam no trabalho docente e na relação estudante-docente, “*estudante-acadêmia*”, a partir identificação dos diferentes cenários encontrados em sala

Das múltiplas dimensões pedagógicas necessárias à pedagogia universitária, Cunha, M.D. (2016) fala também da importância da esperança em outro mundo, pelo

... culto a uma visão esperançosa de futuro, que se distancia de uma lógica ingênua de mundo, mas que inclui a perspectiva das possibilidades. A educação inclui a esperança por sua própria natureza e condição. Essa se alimenta de valores e de condições de equilíbrio emocional e sensibilidade social. (Cunha, M.D. 2016, p.7).

Seguindo a compreensão de educação que tem a esperança como condição motriz, e que essa tem como condição o equilíbrio emocional e a sensibilidade social, Cunha, aliada de Paulo Freire (2003) e sua *Pedagogia da Esperança*, faz parte dos autores trabalhados em Estágio Docência, o que abre caminhos e possibilidades para a construção de uma educação que pensa a transformação social do mundo do qual faz parte, levando estudantes da pós graduação a questionarem sua própria condição enquanto trabalhadores, pesquisadores e professores em formação na atual conjuntura, abrindo um leque de possibilidades na docência universitária que pode ajudar na construção dessa visão esperançosa de futuro, que tem como objetivo a construção de um mundo mais digno e justo.

Cunha, M. D (2018) analisa a condição de fragilização da docência no contexto de profissionalismo, afirmando ser fundamental um alinhamento entre a prática e a teoria: “é preciso compreender teoricamente por que se faz e as consequências dessas ações como professores.” (Cunha, M. D, p, 3, 2018). A professora que acompanhei, em uma de suas atividades, pediu que os e as estudantes lessem o livro *Pedagogia da Autonomia*, de Paulo Freire, e baseassem planos de aulas em sua obra, sempre salientando a importância, como ensina Freire (2003), de se diminuir a distância entre o que se fala e o que se faz, ajudando para que os e as discentes observem as práticas docentes sob um olhar pesquisador, investigativo. Tal processo se dá, de um lado procurando não individualizar os problemas educativos observados e relatados entendendo-os em seu contexto político e histórico; de outro afirmando que de maneira automática, nós, professoras e professores não estamos isentos de reproduzir de maneira automática práticas que não concordamos, criando possibilidades para reconhecermos e aprimorarmos nossa própria ação docente.

A importante afirmação em todas as discussões na disciplina Estágio Docência de que o olhar que devemos ter sob os e as professoras supervisoras devem ter esse caráter investigativo e de pesquisa deu corpo a esse trabalho, trazendo minha posição como pedagoga, estudante, pós-graduanda, pesquisadora e professora universitária em formação.

Considerações finais

A possibilidade de atuar no Estágio Docência a partir da compreensão deste como um espaço de investigação sobre a própria carreira docente pode constituir-se como um caminho de aprimoramento da prática pedagógica e de fortalecimento da consciência crítica da classe docente. Tal perspectiva permite compreender que a culpabilização e a individualização dos desafios enfrentados em sala de aula integram um discurso hegemônico que contribui para processos de perseguição, desvalorização e adoecimento tanto de docentes quanto de discentes. Reconhecer-se como sujeitos desse processo é essencial para professores e professoras em formação, pois implica assumir uma postura reflexiva e crítica diante das condições concretas de ensino e aprendizagem. Somente a partir dessa consciência é possível construir novas formas de pensar e fazer educação no Brasil — um movimento que se articula à transformação mais ampla da sociedade, orientado por princípios de justiça social, emancipação e compromisso coletivo com o direito à educação.

Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Referências

- Contreras, J. (2002). A autonomia de professores. Cortez.
- Cunha, M. D. (2016). Docência no ensino superior: perguntas necessárias ao campo da pós-graduação. Recuperado em, 18.
- Da Cunha, Maria Isabel. (2018). "Docência na Educação Superior: a professoralidade em construção." *Educação*, 41(1), 6–11.
- Freire, Paulo. *Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. Editora Paz e Terra, 2014.
- Fiocruz. **Pesquisa identifica altos níveis de ansiedade e depressão em pós-graduandos durante a pandemia**. IOC/Instituto Oswaldo Cruz, 24 abr. 2023. Disponível em: <https://www.ioc.fiocruz.br/noticias/pesquisa-identifica-altos-niveis-de-ansiedade-e-depressao-em-pos-graduandos-durantev>
- G1. **Epidemiologista diz à CPI da Covid que cerca de 400 mil mortes poderiam ter sido evitadas**. G1, 24 jun. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/politica/cpi-da-covid/noticia/2021/06/24/epidemiologista-diz-a-cpi-da-covid-que-cerca-de-400-mil-mortes-poderiam-ter-sido-evitadas.ghml>
- Hooks, B. (2013). Ensinando a transgredir: a educação como prática da liberdade. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2.

O céu como um livro de histórias sem fim: aulas de astronomia cultural indígena on-line para crianças e seus efeitos formativos na universidade

Analú Franco Araujo ¹, Karen Luz Burgoa Rosso ^{2,1,2} e José A. C. Nogales²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental – (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Física/DFI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

analú.araujo2@estudante.ufla.br, karenluz@ufla.br, jnogales@ufla.br

Abstract. *Once upon a time, a group of university students decided to attend astronomy classes designed for children—and, in doing so, helped rediscover the art of teaching and learning. We wanted to know: what do these university students, from such diverse fields, see as essential? Their answers inductively revealed five paths: teacher mediation, visual resources, conceptual learning, science-culture integration, and the affection that transforms everything. Evidence suggests that these classes, combined with the children's approach to knowledge, marked above all by human connection and curiosity, spark strong interest among university students. We conclude that experiences of this nature position extension as an integrative practice and promoter of more reflective science teaching, an invitation to redefine what it means to teach and learn.*

Keywords: *Indigenous astronomy; Science education; University extension; Cultural knowledge; Teacher mediation; Humanized learning*

Resumo: *Era uma vez um grupo de estudantes da universidade que decidiu acompanhar aulas de astronomia destinadas a crianças - e, nesse gesto, ajudou a redescobrir a arte de ensinar e aprender. Queríamos saber: o que esses universitários, de áreas tão distintas, enxergam de essencial? Suas respostas revelaram, de forma indutiva, cinco caminhos: mediação docente, recursos visuais, aprendizagem conceitual, integração ciência-cultura e o afeto que tudo transforma. As evidências indicam que essas aulas, somadas à postura das crianças diante do conhecimento marcada sobretudo pela relação humana e pela curiosidade, despertam forte interesse em universitários. Concluímos que experiências dessa natureza posicionam a extensão como prática integradora e promotora de um ensino de ciências mais reflexivo, um convite para ressignificar o que é ensinar e aprender.*

Palavras-chave: *Astronomia indígena; Educação em ciências; Extensão universitária; Saberes culturais; Mediação docente; Aprendizagem humanizada*

1. Introdução

A astronomia tem papel singular na promoção do letramento científico, por articular observação do céu, modelagem de fenômenos naturais e narrativas culturais que dão sentido local ao conhecimento. Em contextos de educação não formal e extensão universitária, propostas didáticas que combinam visualizações do céu, atividades concretas e histórias das constelações permitem aproximar conteúdos abstratos de públicos diversos — inclusive de graduandos(as) de áreas fora das ciências exatas, interessados em ampliar competências de comunicação pública da ciência e de interpretação crítica de evidências (VIEIRA & BATISTA, 2022; CARDOSO, 2021; COUTINHO, 2024).

Neste trabalho, analisamos a experiência do curso de extensão *Festa das Estrelas Online: Aventuras Espaciais para Pequenos Cientistas*, ofertado no âmbito do projeto A Magia da Física e do Universo (UFLA), com foco no olhar de estudantes universitários de áreas não pertencentes às ciências exatas que acompanharam encontros e registraram suas percepções sobre mediação, recursos didáticos e aprendizagens conceituais. Consideramos ainda a dimensão ciência–cultura, em especial a presença de constelações de povos originários, por seu potencial de descentrar visões eurocêtricas e ampliar a compreensão da astronomia como empreendimento plural (COUTINHO, 2024; CARDOSO, 2021).

Para interpretar as respostas aos questionários, utilizamos análise de conteúdo, segundo Bardin, por sua adequação à organização, categorização e interpretação qualitativa de comunicações em educação (BARDIN, 2011; SILVA & FOSSÁ, 2015). O objetivo é discutir quais elementos da mediação e do design das aulas foram percebidos como centrais por esses(as) graduandos(as), o que relataram aprender e como a integração entre ciência e cultura contribuiu para o interesse e a reflexão sobre o céu.

À luz da pedagogia histórico-crítica, a escola (e, por extensão, as ações de extensão universitária) não apenas reflete a organização social, mas atua na sua transformação ao socializar sistematicamente a cultura humana. Nesse marco, o modo como o conhecimento é mediado em diferentes contextos e para distintos públicos condiciona formas de ver, compreender e posicionar-se diante da realidade. Assim, investigar quais mediações favorecem letramento científico e comunicação pública em astronomia, inclusive para estudantes de outras áreas não afins, alinha-se à função social da instituição formadora (MARTINS, 2016).

2. Métodos

A análise da perspectiva discente sobre o curso de extensão Festa das Estrelas Online foi realizada a partir de questionários aplicados aos estudantes participantes. Ao todo, 21 discentes da UFLA se inscreveram (20 da graduação e 1 da pós-graduação). Dentre eles, cinco acompanharam as aulas assíncronas e um participou sincronamente; quatro estudantes responderam ao questionário referente a quatro aulas (A1–A4), em um universo de 12 aulas do curso. Perfil dos respondentes: tratam-se de graduandos(as) de cursos fora das ciências exatas (p.ex., Administração Pública, Medicina Veterinária). Foram analisadas quatro perguntas do instrumento (Q1–Q4), formuladas para captar

impressões, engajamento, percepções conceituais e avaliação das metodologias adotadas em cada aula assistida.

Aplicamos análise de conteúdo, segundo Bardin, em três etapas: pré-análise (leitura flutuante, seleção do corpus e definição dos objetivos), exploração do material (codificação e categorização temática) e tratamento/interpretação (agregação das categorias e inferências). Adotamos a resposta individual a cada pergunta (Q1–Q4) como unidade de registro e a aula observada (A1–A4) como unidade de contexto; os respondentes foram identificados como P1–P4. As categorias foram construídas a posteriori, emergindo do corpus com apoio do roteiro do instrumento. Para garantir rastreabilidade, estruturamos uma matriz Participante (P1–P4) × Aula (A1–A4) × Pergunta (Q1–Q4) × Categoria e elaboramos uma tabela de evidências (trecho → código → categoria).

As respostas foram coletadas originalmente como avaliação pedagógica de rotina do curso. Para esta submissão, realizamos apenas análises agregadas e excertos totalmente anonimizados (P1–P4), sem qualquer dado identificador, caracterizando risco mínimo e respeitando o princípio da não maleficência.

3. Resultados

Quatro participantes (P1–P4) acompanharam combinações distintas de aulas (A1–A4) do curso *Festa das Estrelas Online*. Em linhas gerais, P1 assistiu: *Brincando de Planetas*; *Constelações que dançam durante a noite: rotação*; *As luas do Sistema Solar*; *Missão Rosetta*. P2: *Brincando de Planetas*; *Pra onde tenha sol*; *Constelações que dançam à noite: rotação*; *Constelações Tupi-Guarani: translação*. P3: *Brincando de Planetas*; *Pra onde tenha sol*; *Constelações que dançam à noite*; *Constelações Tupi-Guarani: translação*. P4: *Pra onde tenha sol é para lá que eu vou*; *Brincando de Planetas*; *Constelações que dançam à noite: rotação*; *Estações do ano e constelações Tupi-Guarani: translação*.

Definido “quem viu o quê”, passamos do percorrido ao percebido: examinamos as respostas às Q1–Q4 para identificar o que chamou atenção, o que houve de novidade conceitual e como as aulas promoveram reflexões — insumos que depois ancoram a Tabela 1 de evidências.

Q1 — O que mais chamou atenção.

Emergiram três focos: mediação docente (P3 em todas as aulas; P4 em três aulas), tema/conteúdo específico (P1 com ênfase recorrente) e recursos visuais/tecnológicos (P2 mencionando imagens/vídeos).

Q2 — O que aprenderam de novo.

P2 relata novidade conceitual: asterismos (*Três Marias* “verdadeira”/“falsa”), luas de Saturno, cores das estrelas e calor, distinções entre rotação/translação, e marcação dos meses com constelações Tupi-Guarani (Ema, Anta, Homem Velho). P2 também

menção a utilização de recursos didáticos, visuais e tecnológicos para abordar o conceito de que o (Sol também realiza um movimento de translação).

Q3 — Como as aulas ajudam a refletir sobre céu/ciência.

P2 detalha contribuições consistentes: aproximação com o cotidiano, recursos visuais (incl. gifs) e observação do céu; P4 amplia para pertencimento cosmológico e compreensão de ciclos/estações; P4 contextualiza novas formas de obtenção de conhecimento; P1 registra interesse em buscar mais informações; P3 não respondeu. "

Q4 — O que a universidade pode aprender com as crianças.

Pontos convergentes: curiosidade, perguntas sem julgamento, imaginação/ludicidade e entusiasmo como motores de aprendizagem — inspirando práticas universitárias mais abertas e criativas. "A sede de aprendizado" — o encorajamento com o afetivo-motivacional.

A codificação das respostas às quatro perguntas (Q1–Q4) evidenciou cinco eixos recorrentes: (i) mediação docente; (ii) recursos visuais/tecnológicos; (iii) aprendizagem conceitual em astronomia; (iv) integração ciência–cultura; (v) aspectos afetivo-motivacionais. A seguir, apresentamos a Tabela 1, com a trilha de evidências (trecho → código → categoria) e a referência P–A–Q.

Tabela 1. Exemplos de rastreabilidade (trecho → código → categoria) com referência a P (participante), A (aula) e Q (pergunta analítica).

Excerto anonimizado (P–A–Q)	Código	Categoria
"A explicação da professora foi o principal." (P3–A1–Q1)	mediação do(a) docente	Mediação
"As imagens e vídeos ajudaram muito." (P2–A3–Q1)	uso de visualizações	Recursos visuais/tecnológicos
"Aprendi sobre as Três Marias 'verdadeira' e 'falsa'." (P2–A2–Q2)	conteúdo novo (observação/asterismos)	Aprendizagem conceitual
"Luas de Saturno me chamaram atenção." (P3–A1–Q2)	conteúdo novo (planetas/luas)	Aprendizagem conceitual
"A Ema ajuda a marcar os meses." (P2–A4–Q2)	constelações indígenas e calendário	Ciência–cultura
"Ter mente aberta a questionamentos." (P3–A1–Q4)	abertura a perguntas	O que a universidade pode aprender com as crianças
"Ver os alunos muito interessados." (P2–A3–Q3)	entusiasmo/engajamento	Afetivo–motivacional
"A sede de aprendizado." (P2–A1–Q4)	encorajamento	Afetivo–motivacional
"O movimento das constelações auxiliam na rotação do planeta terra" (P4–A4–Q3)	novas formas de obter o conhecimento	Imaginação
"Sol também realiza um movimento de translação." (P2–A3–Q2)	recursos didáticos	Recursos visuais/tecnológicos

Os dados da Tabela 1 apontam para a mediação como eixo estruturante da experiência, potencializada por recursos visuais que tornam tangíveis conceitos astronômicos e habilitam aprendizagens conceituais específicas. A integração ciência–cultura amplia o significado das observações (constelações Tupi-Guarani como marcadores de ciclos), enquanto componentes afetivo-motivacionais sustentam interesse e participação. Diferenças entre participantes revelam trajetórias distintas de envolvimento (ora centradas no tema, ora na explicação ou nos recursos). A presença de respostas sem dúvidas exige cautela interpretativa. Esses achados fundamentam as recomendações didáticas discutidas na seção seguinte.

4. Considerações finais

Os achados dialogam com a pedagogia histórico-crítica ao indicar que mediações intencionais — que articulam visualização, atividade concreta e ponte cultural — qualificam a socialização da cultura científica e ampliam a agência formativa da universidade em contextos não-formais (MARTINS, 2016).

Os resultados evidenciam cinco eixos recorrentes nas respostas: mediação docente, recursos visuais/tecnológicos, aprendizagem conceitual em astronomia, integração ciência–cultura e aspectos afetivo-motivacionais. A convergência desses eixos sugere que a combinação “visualização-chave + atividade concreta + narrativa cultural” operou como trilha didática eficaz para reduzir a abstração, produzir novidades conceituais (p. ex., asterismos, ciclos celestes, luas de Saturno, cores das estrelas) e sustentar engajamento.

Do ponto de vista da mediação, os(as) participantes destacam a clareza das explicações e a sequência de atividades como elementos estruturantes da experiência — achado coerente com literatura de ensino de astronomia que recomenda tornar visível o raciocínio por trás dos fenômenos e apoiar a observação com representações adequadas (VIEIRA & BATISTA, 2022). O uso de recursos visuais (imagens, vídeos, gifs e softwares de céu) foi associado à compreensão incremental: visualizar primeiro, nomear depois e, por fim, conectar aos modelos (rotação, translação, estações), caminho que os próprios relatos descrevem como facilitador.

A integração ciência–cultura assume papel central quando constelações Tupi-Guarani são mobilizadas para interpretar ciclos/meses: os(as) graduandos(as) reconhecem a potência de articular conhecimento científico e saberes locais, deslocando olhares exclusivamente eurocêntricos e ampliando o sentido da observação do céu (COUTINHO, 2024; CARDOSO, 2021). Esse movimento não apenas motiva, mas favorece transferência: observar o céu fora da aula, relacionar constelações a períodos do ano e discutir implicações para o cotidiano.

Em termos de formação em cursos universitários, os dados apontam ganhos transversais: capacidade de explicar para públicos leigos, seleção de metáforas e visualizações adequadas, atenção ao vocabulário e à sequência com que conceitos são apresentados. Trata-se de competências valiosas para áreas como administração pública, saúde e comunicação institucional — quando decisões e orientações dependem de interpretar e traduzir ciência com precisão e clareza.

Implicações práticas. Para cursos e ações de extensão em astronomia, sugerimos um checklist enxuto por aula: (1) objetivo em uma frase; (2) visualização-chave (uma imagem/anim/soft de céu); (3) atividade concreta curta; (4) ponte cultural/local (constelações/estórias do céu); (5) fechamento com retomada das perguntas dos participantes. Para turmas universitárias, recomendamos incorporar momentos de mediação (explicar um fenômeno a um par não especialista), com rubricas de clareza, precisão e adequação ao público.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Trad. Luís Antero Reto; Augusto Pinheiro. **Lisboa**: Edições 70, **2011**.

VIEIRA, T. F.; BATISTA, M. C. Análise de investigações sobre temas de astronomia e suas abordagens no ensino médio brasileiro. *Vitruvian Cogitationes*, v. **3**, p. 1–16, **2022**.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. *Qualitas Revista Eletrônica*, v. **16**, n. **1**, p. 1–14, **2015**.

COUTINHO, I. G. *Resgatando “as coisas do céu”: uma prática decolonial de astronomia e cosmologia sob a perspectiva das cosmovisões dos povos originários na formação continuada de docentes*. **2024**. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Ambiental) — Universidade Federal de Lavras, **Lavras, 2024**.

CARDOSO, P. C. A. *O ensino de astronomia e suas contribuições na formação continuada de professoras: reflexões a partir da parceria entre a extensão universitária e educação não formal*. **2021**. 122 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Ambiental) — Universidade Federal de Lavras, **Lavras, 2021**.

MARTINS, L. M. Fundamentos da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. *Currículo Comum para o Ensino Fundamental Municipal*. **Bauru**: Prefeitura Municipal de Bauru, **2016**. p. 41–79.

Um olhar sobre o filme Terra em Transe (1967) de Glauber Rocha: A presença da memória brasileira na Formação de Professores

João Márcio de Souza¹, Vitória Emanuela de Sousa Costa², Thiago Rubim Alves³,
Laise Vieira Gonçalves⁴, Antonio Fernandes Nascimento Junior⁵

¹ Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{joao.souza21@estudante.ufla.br; vitoria.costa3@estudante.ufla.br;
thiagorubas@gmail.com; laiseribeiro@ufla.br; antoniojunior@ufla.br}

Abstract. *This paper briefly explores some possibilities for dialogue between the film Terra em Transe (1967), directed by Glauber Rocha, and Education, considering that it provides a crucial perspective on the Brazilian historical and political context of the 1960s. The study aims to demonstrate that, despite the richness offered by the film, there is room for reflection oriented toward the formative construction of Brazilian citizens' memories within teacher education. Recognizing the dimension of reality conveyed through cinema, Terra em Transe offers valuable elements for studying the Brazilian people. It is concluded that art and this film in particular contribute to the political awareness of teachers and provide support for discussions on citizenship and the Brazilian historical context.*

Keywords: Cinema, education, memory.

Resumo. *O presente trabalho contempla sinteticamente algumas possibilidades para o diálogo entre o filme Terra em Transe (1967), dirigido por Glauber Rocha, e a Educação, tendo em vista que permite um destaque fundamental para o contexto histórico e político brasileiro na década de 1960. O trabalho busca apresentar que no meio da riqueza trazida pelo filme, há espaço para uma reflexão que caminha no sentido formativo de construção da memória do cidadão brasileiro na formação de professores. Entendendo a dimensão de realidade trazida pelo cinema, Terra em Transe fornece elementos para o estudo do povo brasileiro. Concluiu-se que a arte e este filme contribuem para a politização de professores e fornecem subsídios para discussões sobre a cidadania e o contexto histórico brasileiro.*

Palavras-chave: Cinema, educação, memória.

Introdução

As obras cinematográficas têm capacidade de impactar, sensibilizar, desenvolver a imaginação e a criatividade dos espectadores (Silva et al. 2018). O cinema, enquanto linguagem artística e prática social, constitui um importante caminho formativo no campo da educação, especialmente na formação inicial e continuada de professores. Para além de seu caráter estético, o cinema oferece possibilidades pedagógicas que favorecem a reflexão crítica sobre o mundo e sobre as relações humanas, promovendo o diálogo entre saberes científicos, éticos e culturais.

Conforme Aumont (1992), a linguagem cinematográfica possibilita múltiplas formas de leitura da realidade, estimulando o espectador a reconhecer as construções ideológicas e simbólicas presentes nas imagens. Nesse sentido, ao ser dialogado com o contexto formativo, o cinema pode atuar como dispositivo pedagógico que amplia a consciência crítica dos licenciandos, em consonância com a perspectiva freireana de educação libertadora (Freire, 1996), por exemplo.

Além disso, como aponta Dewey (2010), a experiência estética é fundamental na constituição da sensibilidade e da imaginação, dimensões indispensáveis à prática docente comprometida com a humanização. Assim, compreender o cinema como mediador de experiências e reflexões contribui para a formação de professores mais críticos, sensíveis e capazes de relacionar conhecimento, cultura e sociedade.

Terra em transe é um filme de Glauber Rocha, de 1967, que participou do movimento Cinema Novo como um dos filmes mais emblemáticos de sua época e momento político.

O Cinema Novo foi um influente movimento cinematográfico brasileiro que teve início na década de 1960. Caracterizado por sua forte crítica à desigualdade social, pela estética da fome e pela ideia do fazer cinematográfico guiado por "uma câmera na mão e uma ideia na cabeça". Influenciado pelo neorrealismo italiano e pela Nouvelle Vague francesa, propunha uma linguagem cinematográfica autêntica e engajada, que rompia com o cinema tradicional da época. Portanto, essa forma de cinema não pode ser compreendida fora da sociedade que o produziu, como afirmou Mascarello (2006).

O filme *Terra em Transe* (1967) dirigido por Glauber Rocha, conta a história de Eldorado, país fictício da América Latina, que é palco de uma convulsão interna desencadeada pela luta em busca de poder. O enredo acompanha Paulo Martins, um poeta e jornalista dividido entre duas forças políticas opostas no fictício país de Eldorado: de um lado, o populista Felipe Vieira, que representa as esperanças populares de mudança, mas mostra fragilidades ao assumir o poder; de outro, o conservador Porfírio Diaz, ligado às elites econômicas e à manutenção do status quo. Paulo, ao mesmo tempo seduzido e desencantado com ambos os lados, acaba em transe, perdido entre sua utopia revolucionária e a realidade opressora.

Um filme apresentado como tradutor da loucura da elite e da submissão cega das massas, *Terra em Transe* promove uma experiência poética e política que, tratando-se de um filme que remete ao contexto brasileiro, oferece, como nas palavras de Nelson Rodrigues, um vômito triunfal quando se esperava um Brasil de mesas postas. O filme é potente em revelar a fragilidade da esquerda e do populismo em responder às necessidades do povo, das quais esteve sempre alheio. É caracterizado pela forte denúncia presente no cinema novo, mas também revela a originalidade da perspectiva de Glauber. *Terra em transe*, de 1967, satiriza o líder populista e as massas imbecis que se deixam enganar (Ramos, 2006).

Cinema e Memória

Terra em Transe (1967), de Glauber Rocha, pode ser compreendida como uma profunda alegoria da condição política e social do Brasil, revelando, em chave estética e simbólica, as tensões entre poder e dominação. O filme constrói uma verdadeira anatomia do país, expondo as contradições de uma nação marcada por processos de modernização conservadora e por aquilo que Gramsci define como "revoluções passivas" — transformações que ocorrem sem a efetiva participação popular (SOUSA,

2010). Por meio de uma linguagem altamente metafórica, Glauber mobiliza elementos históricos, poéticos e filosóficos para representar o impasse entre o sonho de mudança e a realidade política marcada por autoritarismos e acomodações. A alegoria de Eldorado funciona como espelho do Brasil: um território em permanente transe entre a utopia e a barbárie, entre a emancipação e a submissão.

Quando dizemos que o cinema cria um mundo ficcional, precisamos entendê-lo como uma forma de a realidade apresentar-se (Fabris, 2008). Nesse sentido, destaca-se o potencial político-pedagógico do cinema e da obra de Glauber Rocha, tendo em vista a possibilidade de tratar o conceito de classe social, subdesenvolvimento em seu enfoque sociológico (Fonseca, 2018) ou até sobre a maneira terceiro-mundista em que se concebe a cultura (Prysthon, 2007). *Terra em Transe*, portanto, codifica o redimensionamento da visão artística do país e suas interpretações sobre a realidade brasileira (Ramos, 2006).

A formação de professores críticos está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento de uma educação voltada para a cidadania e para a transformação social. Tal perspectiva rompe com modelos tradicionais e tecnicistas de ensino, que reduzem o professor a mero transmissor de conteúdos, e o reconhece como sujeito histórico, capaz de intervir na realidade. De acordo com Freire (1996), o educador crítico é aquele que compreende a educação como prática de liberdade, promovendo a autonomia dos educandos e a leitura do mundo em sua complexidade.

Sabendo que, o diálogo entre o cinema e educação-crítica faz parte da história do cinema (Temoteo et. al, 2021), *Terra em Transe* proporciona um terreno amplo e diverso para o estabelecimento desse diálogo, além de possibilitar um espaço de confronto com aspectos culturais, econômicos, sociais, políticos, emocionais, de atitudes e valores (Farias et. al, 2021) que são essenciais para uma formação significativa de professores.

Segundo a ideia sugerida por Pollak (1992, p. 2) existe a possibilidade de que por meio de uma socialização política, ou de uma socialização histórica, ocorra um fenômeno de projeção ou de identificação com determinado passado, tão forte que podemos falar numa memória quase que herdada. Essa memória, que precisa ser construída no processo de formação dos sujeitos, pode ser desenvolvida por um processo pedagógico presente na educação e se mostra importante inclusive para o processo de aprendizado acerca da cultura.

A formação de professores comprometidos com práticas pedagógicas problematizadoras e politizadoras exige a constituição de sujeitos intelectualmente autônomos, esteticamente e eticamente sensíveis às contradições do mundo contemporâneo. Nesse horizonte, o cinema e as artes configuram-se como campos privilegiados para o exercício da crítica e da imaginação de finalidade pedagógica, pois operam na interface entre experiência sensível e elaboração conceitual.

Tais linguagens desestabilizam o pensamento instrumental e instauram uma pedagogia do olhar - uma forma de conhecer que interroga, desnaturaliza e reinterpreta as estruturas simbólicas e ideológicas da realidade. Em consonância com Freire (1996), trata-se de compreender o ato educativo como prática de liberdade, em que o professor assume-se como sujeito histórico e político, mediador de processos de conscientização e emancipação.

O cinema, nesse contexto, não apenas representa o mundo, mas o problematiza - oferecendo aos futuros educadores uma experiência formativa que conjuga sensibilidade, ética e ação transformadora. Ou seja, ao haver a possibilidade de uma

construção de olhares voltados para a identificação dos problemas sociais, volta-se o processo educativo para um foco também de transformações.

O cinema de Glauber Rocha pode ser um elemento formativo potencial para o processo de construção ou reconstrução da memória do povo brasileiro, tendo em vista que traz elementos da história do Brasil em determinado contexto que podem ser utilizados para a valoração de uma formação crítica e de memória política.

Considerações

Conclui-se, portanto, que Glauber Rocha em *Terra em Transe* oferece a oportunidade singular de reconstrução da memória, uma experiência enriquecedora do exercício intelectual crítico no geral, com grandes possibilidades para o fazer educacional, sabendo de seu explícito retrato da sociedade e identidade brasileira num dado período e contexto nacional oferecem elementos para a memória do educando acerca da sua história.

Nesse sentido, *Terra em Transe* não é apenas uma obra cinematográfica, mas uma ontologia do ser brasileiro - um espelho crítico das nossas formas de pensar, agir e construir o mundo. Para a formação de professores, o filme oferece um potente campo de reflexão sobre identidade, política, linguagem e poder, permitindo articular estética e crítica social na leitura do Brasil. Ao propor uma experiência de desconforto e reflexão, Glauber Rocha convida o espectador a ocupar um lugar ativo diante da obra, a interpretar e questionar, o que o torna particularmente fecundo para a formação de educadores comprometidos com a leitura crítica da realidade e com uma prática docente transformadora.

Ao mobilizar a sensibilidade, a reflexão crítica e o diálogo com a realidade social, o cinema e as práticas artísticas favorecem a construção de uma docência comprometida com a emancipação humana e com a cidadania, a medida em que se posiciona politicamente a prática do professor. Nessa perspectiva, a arte torna-se um campo de formação ética e estética, capaz de inspirar educadores a compreender o ensino como ato político e transformador.

O diálogo entre *Terra em Transe* e a educação leva à compreensão de que educar é também politizar, ou seja, revelar as contradições da sociedade, questionar discursos prontos e formar sujeitos capazes de interpretar criticamente o mundo. Assim como o filme denuncia os impasses da política brasileira e latino-americana, a educação crítica precisa abrir espaço para que os estudantes e professores analisem as relações de poder, a manipulação ideológica e os limites do populismo, buscando alternativas transformadoras em suas práticas de sala de aula.

Agradecimento às instituições de fomento: CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referências

- AUMONT, Jacques. *A estética do filme*. Tradução de Francisco Soares. Lisboa: Edições 70, 1992.
- DEWEY, John. *Arte como experiência*. São Paulo: Martins Fontes, 2010.
- FABRIS, Elí Henn. Cinema e educação: um caminho metodológico. **Educ. Real.**, Porto Alegre, v. 33, n. 01, p. 117-133, jun. 2008. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-31432008000100010&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 04 mar. 2025.
- FARIAS, Luciana Marques et al.. HISTÓRIA E FILOSOFIA DA BIOLOGIA A PARTIR DO CINEMA: AS INSTÂNCIAS DE DIÁLOGO ESTABELECIDAS NA VISÃO DE FUTUROS PROFESSORES DE BIOLOGIA.. In: Anais Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia. Anais...Rio de Janeiro(RJ) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/jalequimlevel4/330540-HISTORIA-E-FILOSOFIA-DA-BIOLOGIA-A-PARTIR-DO-CINEMA--AS-INSTANCIAS-DE-DIALOGO-ESTABELECIDAS-NA-VISAO-DE-FUTUROS-P>. Acesso em: 04/03/2025
- FONSECA, J. T. Imagens do escritor e do poeta: em Memórias do subdesenvolvimento e Terra em transe. *Aletria: Revista de Estudos de Literatura*, [S. l.], v. 8, p. 25–33, 2018. DOI: 10.17851/2317-2096.8.25-33. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/aletria/article/view/17859>. Acesso em: 3 mar. 2025.
- FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- MASCARELLO, Fernando (org.). *História do cinema mundial*. Campinas, SP: Papirus, 2006. (Coleção Campo Imagético).
- POLLAK, Michael. Memória e identidade social. *Estudos Históricos*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 10, p. 200-212, 1992.
- PRYSTHON, Angela. Terra em Transe: o cosmopolitismo às avessas do cinema novo. *Galaxia Revista Do Programa De Pós Graduação Em Comunicação E Semiótica*, 2007. Disponível em: https://www.academia.edu/31098620/A_Terra_em_Transe_o_cosmopolitismo_%C3%A0s_avessas_do_cinema_novo. Acesso em: 3 mar. 2025.
- RAMOS, Alcides Freire. TERRA EM TRANSE (1967, GLAUBER ROCHA): ESTÉTICA DA RECEPÇÃO E NOVAS PERSPECTIVAS DE INTERPRETAÇÃO. *Fênix - Revista de História e Estudos Culturais*, [S. l.], v. 3, n. 2, 2006. Disponível

em: <https://revistafenix.emnuvens.com.br/revistafenix/article/view/907>. Acesso em: 3 mar. 2025.

SILVA, G. H. A.; OLIVEIRA, C. de S.; NASCIMENTO JÚNIOR, A. F. Os Diálogos presentes no filme "O Menino e o Mundo" com a educação ambiental. *Revista do Edicc*, Campinas, v. 5, n. 5, p. 119-130, out. 2018. Trabalho apresentado no 5º Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura, 2018, [Campinas, SP]. Disponível em: <file:///C:/Users/PC/Downloads/baygon,+Gerente+da+revista,+ART+-+Gustavo+Henrique+et+al.pdf>. Acesso em 4 mar. 2025.

SOUSA, Antonia de Abreu. O conceito Gramsciano de revolução passiva e o estado brasileiro. In: *Revista Labor*, v.3, n.1, 2010. Disponível em: http://www.revistalabor.ufc.br/Artigo/volume3/conceito_gramsciano.pdf Acesso em: 3 mar. 2025.

TEMOTEO, Paulo Antonio de Oliveira; GONÇALVES, Laise Vieira; NASCIMENTO JUNIOR, Antonio Fernandes. "OS LOBOS NUNCA CHORAM": A ECOLOGIA DE POPULAÇÕES ENTENDIDA A PARTIR DO CINEMA. *Revista Valore*, [S. l.], v. 6, p. 1438–1450, 2021. DOI: 10.22408/reva6020219121438-1450. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/912>. Acesso em: 4 mar. 2025.

O poema “O Homem; as viagens” de Drummond como proposta pedagógica na formação de professores

Fábio Henrique Moisés¹, Marco Túlio Jorge Cortez¹, Laise Vieira Gonçalves²,
Antonio Fernandes Nascimento Junior²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental / Instituto de Ciências Naturais (ICN) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia / Instituto de Ciências Naturais (ICN) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

fabiomoises@ufla.br, mtcortez@gmail.com, laiseribeiro@ufla.br,
antoniojunior@ufla.br

Abstract. *This expanded abstract analyzes the interpretative potential of the poem “O Homem; as viagens” (“Man; the Journeys”) by Drummond, highlighting its relevance to teacher education. The central issue lies in the mismatch between technological advances and the necessary reflection on their social and existential implications. The aim is to identify the thematic axes that structure the poem and discuss their pedagogical possibilities. The research adopts a qualitative approach, based on stanzaic literary analysis. The analysis revealed two main axes: the scientific one, which emphasizes technological achievement through the narrative of spatial expansion, and the social one, which denounces existential dissatisfaction, social inequalities, and the reproduction of colonialist logics. Thus, the resulting pedagogical proposal suggests the use of the poem as a didactic resource to encourage critical reading, interdisciplinarity, and reflection on the paradox between scientific progress and human values. It is concluded that the work goes beyond literary analysis, standing as a formative resource capable of promoting self-criticism, social awareness, and the pursuit of humanization as the central horizon of education.*

Keywords: *The Man; the journeys, Drummond, formation of teachers.*

Resumo. *Este resumo expandido analisa o potencial interpretativo do poema “O Homem; as viagens”, de Drummond, destacando sua relevância para a formação de professores. O problema central reside no descompasso entre os avanços tecnológicos e a necessária reflexão sobre as suas implicações sociais e existenciais. O objetivo é identificar os eixos temáticos que estruturam o poema e discutir seus eixos temáticos e as suas possibilidades pedagógicas. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, fundamentada em análise literária estrófica. A análise evidenciou dois eixos principais: o “científico”, que ressalta a conquista tecnológica com a narrativa de expansão espacial, e o “social”, que denuncia a insatisfação existencial, as desigualdades sociais e a reprodução de lógicas colonialistas. Assim, a proposta pedagógica decorrente sugere a utilização do poema como recurso didático para estimular a leitura crítica, a interdisciplinaridade e a reflexão sobre o paradoxo entre progresso científico e valores humanos. Conclui-se que a obra ultrapassa a análise literária, configurando-se como um recurso formativo capaz de promover a autocrítica, a consciência social e a busca da humanização como horizonte central da educação.*

Palavras-chave: *O Homem; as viagens, Drummond, formação de professores.*

1. Introdução

O poema "O Homem; as viagens", de Carlos Drummond de Andrade foi publicado primeiramente no jornal Correio da Manhã (Rio de Janeiro - RJ) em 1969 e, posteriormente, no livro "As Impurezas do Branco", em 1973, pela Livraria José Olympio Editora (GODOI, 2022). Por conseguinte, em referência ao livro, consta-se a reunião de poemas escritos por Drummond entre o final da década de 1960 e o início dos anos 1970, período globalmente marcado por fortes reflexões sociais, existenciais e tecnológicas - temas que estão presentes no poema (TALARICO, 2011).

Ao se vogar no poema, observa-se a perspectiva de desalienação do indivíduo parece mais promissor, em que o eu poético contrapõe a busca pelo encontro consigo mesmo - base de toda liberdade - às tensões da vida social. Em vista que, o poema mantém uma harmonia lírica, embora critique a normalidade de uma sociedade absurda, evidenciando obstáculos difíceis de superar. Assim, é na jornada interior, voltada para o próprio ser e suas profundezas, em contraste com viagens meramente intelectuais, científicas ou espaciais, que o homem encontra a possibilidade de libertação e de autodescoberta (AMARAL, 2018).

Destarte, a escolha do poema fundamenta-se não apenas no interesse dos autores por temas referentes ao espaço e ao universo, mas também na crítica implícita à condição humana. Outrossim, evidencia-se a desigualdade social e as misérias terrenas ante ao paradoxo do progresso científico de modo que a obra instiga à problematização crítica sobre os limites da conquista tecnológica quando contrastadas com os problemas não resolvidos da vida na Terra.

Para tanto, o presente trabalho propõe a identificação e a análise dos *eixos temáticos* que estruturam o poema, com foco nas recorrências discursivas e nos sentidos evocados pelas repetições e progressões da ação poética. Desse modo, a análise se pauta por uma leitura interpretativa, destacando-se que Drummond retrata a inquietação do ser humano e sua constante procura por uma sensação de plenitude que jamais se concretiza, tornando impossível apreciar plenamente o presente em sua totalidade (MACIEL e TEIXEIRA, 2016). Nessa senda, pretende-se evidenciar como o poema pode ser posto em diálogo numa prática pedagógica de formação de professores.

2. Metodologia

Nesse contexto, em primazia apresenta-se o poema "O Homem; as viagens", de Carlos Drummond de Andrade (ANDRADE, 1973) e salienta-se o sinal de pontuação barra “/” como delimitador de quebra de linha, de modo dispor-se: “[1ª estrofe] O homem, bicho da Terra tão pequeno / chateia-se na Terra / lugar de muita miséria e pouca diversão, / faz um foguete, uma cápsula, um módulo / toca para a Lua / desce cauteloso na Lua / pisa na Lua / planta bandeirola na Lua / experimenta a Lua / coloniza a Lua / civiliza a Lua / humaniza a Lua. [2ª estrofe] Lua humanizada: tão igual à Terra. / O homem chateia-se na Lua. / Vamos para Marte — ordena a suas máquinas. / Elas obedecem, o homem desce em Marte / pisa em Marte / experimenta / coloniza / civiliza / humaniza Marte com engenho e arte. [3ª estrofe] Marte humanizado, que lugar quadrado. / Vamos a outra parte? / Claro — diz o engenho / sofisticado e dócil. / Vamos a Vênus. / O homem põe o pé em Vênus, / vê o visto — é isto? / Idem / idem / idem. [4ª estrofe] O homem funde a cuca se não for a Júpiter / proclamar justiça junto com injustiça / repetir a fossa / repetir o inquieto / repetitório. [5ª estrofe] Outros planetas restam para outras colônias. / O espaço todo vira Terra-a-terra. / O homem chega ao Sol ou dá uma volta / só para ter? / Não-vê que ele inventa / roupa insiderável de viver no Sol. / Põe

o pé e: / mas que chato é o Sol, falso touro / espanhol domado. [6ª e última estrofe] Restam outros sistemas fora / do solar a colonizar. / Ao acabarem todos / só resta ao homem / (estará equipado?) / a difícilíssima e perigosíssima viagem / de si a si mesmo: / pôr o pé no chão / do seu coração / experimentar / colonizar / civilizar / humanizar / o homem / descobrindo em suas próprias inexploradas entranhas / a perene, insuspeitada alegria / de con-viver.”.

Inicialmente, partiu-se para uma pré-análise literária do poema, selecionou-se a estratégia de análise por estrofe que consiste em uma forma de interpretação muito utilizada na crítica de poemas. Nesse método, cada estrofe será examinada individualmente para compreender seu conteúdo, forma, estilo e relação com o todo do texto (KORYTOWSKI, 2021). Posteriormente, a discussão será feita com base na aglutinação de dois eixos principais que, além de perfazerem uma síntese da discussão, conduzem a interpretação do poema de acordo com temas de maior relevância para a proposta pedagógica, baseando-se na pesquisa qualitativa proposta por Minayo (2001).

Análise da primeira estrofe: O poema começa estabelecendo a premissa central: a insatisfação humana ("chateia-se"). O homem é apresentado como um "bicho pequeno", diminuído em sua própria casa, a Terra, que ele percebe como um lugar de sofrimento e tédio. A solução que ele encontra não é interna, mas externa e tecnológica: a conquista do espaço. A sequência de verbos ("Desce", "Pisa", "Planta", "Experimenta", "Coloniza", "Civiliza", "Humaniza") descreve um processo de apropriação que espelha o colonialismo histórico. Ele não vai à Lua para aprender com ela, mas para impor a sua própria imagem e sistema sobre ela, culminando na "humanização" do satélite.

Análise da segunda estrofe: Esta estrofe revela a ironia e a futilidade da empreitada. Ao "humanizar" a Lua, o homem apenas recriou as condições que o fizeram fugir da Terra. O tédio retorna, provando que o problema não era o lugar, mas o próprio homem. A solução, novamente, é a fuga para um lugar ainda mais distante: Marte. A frase "ordena a suas máquinas" destaca o domínio tecnológico, mas também a passividade com que a tecnologia serve a esse ciclo de insatisfação. O processo de colonização se repete, agora "com engenho e arte", uma expressão irônica que sugere que a repetição do erro está se tornando mais sofisticada, mas não mais sábia.

Análise da terceira estrofe: O ciclo se acelera. Marte, uma vez "humanizado", torna-se "quadrado" (gíria para chato, sem graça). A busca continua. O diálogo com o "engenho" (a tecnologia) personifica a máquina como uma cúmplice dócil e acrítica da inquietação humana. A chegada a Vênus é tratada com um desdém crescente. A pergunta "é isto?" revela a profunda decepção. A repetição da palavra "Idem" (o mesmo, igual) é genial, pois comprime e banaliza a grandiosidade da exploração espacial, reduzindo-a a uma repetição monótona e sem sentido.

Análise da quarta estrofe: Aqui, o poema explicita o que o homem leva consigo. A viagem não é mais sobre tédio, mas sobre uma compulsão ("funca a cuca"). E o que ele exporta para o universo são as suas próprias contradições ("justiça junto com injustiça"), seu sofrimento ("fossa") e sua angústia existencial ("inquieto"). A palavra "Repetitório" encerra a estrofe de forma lapidar, confirmando que toda a expansão cósmica é apenas a repetição de um mesmo roteiro falho.

Análise da quinta estrofe: A ambição se torna ilimitada, mas o resultado é paradoxal: ao invés de expandir seus horizontes, o homem torna o universo inteiro

mundano, um "Terra-a-terra". A conquista do Sol, o ápice da arrogância tecnológica ("roupa insiderável"), leva à mesma conclusão. O Sol, símbolo máximo de poder e luz, é rebaixado a um "falso touro espanhol domado" – uma força da natureza vencida e, por isso, desprovida de seu mistério e encanto. A conquista aniquila a admiração.

Análise da última estrofe: Esta é a virada e a conclusão do poema. Após esgotar o universo exterior, a única fronteira que resta é a interior. Drummond questiona se o homem, tão equipado para as viagens espaciais, está preparado para esta jornada ("estará equipado?"). O poeta, então, reapropria os mesmos verbos de conquista ("experimentar", "colonizar", "civilizar", "humanizar"), mas os redireciona para o próprio homem. A verdadeira "humanização" não é a de planetas, mas a do próprio ser humano. A solução para a insatisfação inicial não está na fuga, mas no autoconhecimento e na conexão com os outros, expressa na palavra final, "con-viver", que significa tanto "viver com" os outros quanto "viver junto" de si mesmo em harmonia.

3. Resultados e discussão

3.1. O Eixo Científico (A Conquista Tecnológica)

O eixo científico é a estrutura externa do poema, o motor que impulsiona a narrativa. Ele é demonstrado através de vocabulário técnico: o uso de palavras como "foguetes", "cápsula", "módulo", e a menção aos corpos celestes (Lua, Marte, Vênus, Júpiter, Sol) e sistema solar, enquadra o poema no contexto da ciência e da exploração espacial. Outrossim, observa-se a ação impulsionada pela tecnologia: o homem não viaja por meios místicos, mas através do "engenho e arte" de suas "máquinas". Ademais, a tecnologia é apresentada como uma ferramenta poderosa, obediente e "dócil", capaz de feitos extraordinários, como criar uma "roupa insiderável de viver no Sol".

Conjuntamente, crítica-se à instrumentalização da ciência: Drummond não critica a ciência em si, mas o seu uso como ferramenta de fuga. De modo que, a tecnologia permite ao homem ir a qualquer lugar, mas não o ensina a ser em lugar nenhum. Por conseguinte, o eixo científico mostra o poder do homem para modificar e alcançar os corpos celestes exteriores, mas evidencia a sua incapacidade de resolver seu vazio interior apenas com essas ferramentas. Logo, a ciência torna-se cúmplice da repetição, não da verdadeira descoberta.

3.2. O Eixo Social (A Crítica Existencial e Colonialista)

O eixo social é o núcleo temático central do poema e a sua mensagem é mais profunda. Nesta senda, se manifesta no porquê e no resultado das viagens científicas. Assim, o ponto de partida social - a jornada começa com uma crítica à vida na Terra: "muita miséria e pouca diversão". Isto é, a insatisfação é a mola propulsora de toda a ação, um problema de ordem existencial e social.

Observa-se também a metáfora do colonialismo: o processo de - Pisa ... Experimenta ... Coloniza ... Civiliza ... Humaniza - é uma alegoria direta da expansão colonial. Sendo que, o homem não encontra novas formas de vida, ele impõe a sua, transformando o "outro" (os corpos celestes) em um espelho de si mesmo. Complementarmente, o homem exporta o seu modo de vida, as suas estruturas e, conseqüentemente, os seus problemas. Paralelamente, evidencia-se a exportação das

mazelas humanas - o poema deixa claro que o homem leva em sua bagagem espacial suas falhas sociais e existenciais: o tédio ("chateia-se"), as contradições ("justiça junto com injustiça"), o sofrimento ("fossa") e a angústia ("inquieto"). Nessa direção, o universo se torna uma extensão dos problemas terrenos. Por conseguinte, a solução não é conquistar mais, mas aprender a "con-viver"; este termo final é a chave - a alegria não está na posse ou na dominação, mas na coexistência, na comunidade, na relação consigo mesmo e com o próximo.

3.3. Resultados da Análise de “O Homem; as viagens”, um caminho crítico e uma proposta pedagógica para a formação de professores

A premissa da proposta reside em guiar os estudantes a perceberem a dualidade central do poema. De um lado, temos o Eixo Científico, que funciona como o motor da narrativa. Ele é evidenciado pelo vocabulário técnico, pela progressão da jornada interplanetária e pela representação da tecnologia. Este eixo retrata a capacidade humana de dominar a natureza e expandir suas fronteiras físicas de maneira quase ilimitada. Contudo, Drummond utiliza essa estrutura não para celebrar o progresso, mas para ironizá-lo e que traçam o homem em parte incapaz de alcançar-se a si devido ao impacto que sofre decorrente tecnicismo desequilibrado (AMARAL, 2018).

Assim, emerge o Eixo Social, o coração crítico do poema, a jornada espacial não se inicia por um nobre desejo de conhecimento, mas por uma insatisfação terrena: "O Homem [...] Chateia-se na Terra / Lugar de muita miséria e pouca diversão". A partir daí, a expansão tecnológica se revela uma metáfora do colonialismo histórico. A sequência de verbos - "Pisa, Experimenta, Coloniza, Civiliza, Humaniza" - não descreve um encontro, mas uma imposição. O homem não viaja para descobrir o novo, mas para replicar o velho, exportando para o cosmos suas próprias mazelas: o tédio, a contradição ("justiça junto com injustiça") e a angústia ("a fossa"). Ao "humanizar" o universo, ele apenas o transforma em um "Terra-a-terra", um espelho monótono de seus problemas não resolvidos. Tais aspectos dialogam com a época atual em que as pessoas se encontram paralisadas, consumidas pelo narcisismo que passou a configurar todas as relações socioculturais do indivíduo contemporâneo (GODOI, 2022).

Para traduzir essa análise em prática de sala de aula, sugere-se uma sequência didática dividida em etapas. A atividade pode ser iniciada com uma sensibilização, ativando o conhecimento prévio dos alunos com perguntas provocadoras sobre a corrida espacial, os limites da tecnologia e o conceito de felicidade. Esse debate inicial prepara o terreno para a recepção do poema. Em seguida, a leitura deve ser feita em dois momentos: uma primeira, silenciosa e individual, seguida por uma leitura expressiva realizada pelo professor, para que o ritmo e a repetição ressoem e causem impacto. Nesse sentido, a atividade propõe uma análise orientada do poema, com a lousa dividida em duas colunas - “Viagem para fora (eixo científico)” e “Viagem para dentro (eixo social)” - para que os alunos, guiados por perguntas do professor, identifiquem elementos de cada eixo e compreendam a dualidade do texto..

Em suma, trabalhar "O Homem; as viagens" em sala é oferecer aos estudantes mais do que uma análise literária. É fornecer uma ferramenta para refletir sobre o mundo contemporâneo, mostrando que a literatura é um espaço privilegiado para questionar as certezas do nosso tempo. O papel do professor é ser o mediador dessa jornada, demonstrando que a maior de todas as explorações talvez não exija um foguete,

mas a coragem de "pôr o pé no chão / do seu coração". A partir dessa análise, a proposta pedagógica desenvolvida busca traduzir essa complexidade em uma proposta prática para a formação docente. Ao instigar o professor a mediar a leitura do poema por meio desses dois eixos, fomenta-se não apenas a interpretação literária, mas também o desenvolvimento do pensamento crítico e interdisciplinar, alinhando-se aos desafios da formação de educadores contemporâneos (LEITE, 2008).

4. Considerações finais

A análise do poema "O Homem; as viagens" transcende o exercício literário. Ela confirma o poema como um poderoso artefato para refletir sobre o paradoxo do progresso: a distância crescente entre a capacidade tecnológica e a sabedoria humana. A verdadeira e "difícil" viagem "de si a si mesmo" emerge, assim, como a resolução poética e, fundamentalmente, como um horizonte para uma educação que aspire verdadeiramente a "humanizar o homem", descobrindo a alegria do "con-viver".

Apoio: FAPEMIG, CAPES e CNPq.

5. Referências

- AMARAL, L. R. K. B. (2018) A poesia social de Drummond: 1970. 101 f. Dissertação (Mestrado em Letras) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/30381>>. Acesso em: 1 set. 2025.
- ANDRADE, C. D. (1973) As impurezas do Branco. 1. São Paulo: Livraria José Olympio Editora.
- GODOI, Marcílio Ribeiro de. (2022) A peligrosíssima viagem: os poemas de homenagem, a amizade e os modos de subjetivação em Drummond. 456 f. Tese (Doutorado em Literatura Brasileira) - Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8149/tde-15022023-135707/pt-br.php>>. Acesso em: 8 set. 2025.
- KORYTOWSKI, I. (2021) Manual do Poeta. 1. Rio de Janeiro: Ciência Moderna
- LEITE, Y. U. F. (2008) Formação de Professores. Caminhos. 1. São Paulo: Liber.
- MACIEL, E. M.; TEIXEIRA, S. M.O. (2016) 'O Homem; as viagens': O que nos diz Drummond sobre a Contemporaneidade. Fortaleza: VII Mostra de Pesquisa em Ciência e Tecnologia DeVry Brasil. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/viimostradevry/33051-o-homem-as-viagens--o-que-nos-diz-drummond-sobre-a-contemporaneidade/>>. Acesso em: 15 mai. 2025
- MINAYO, M. C. S. (2001). Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade. 18ª ed. Petrópolis: Vozes.
- TALARICO, F. B. F. (2011) História e Poesia em Drummond - A Rosa do Povo. 1. Bauru: EDUSC.

A Natureza Pedagoga: estações do ano como tema ímpar para atingir os objetivos de aprendizagem na Educação Infantil

Rossilvania Maria da Silva¹, Rosângela Alves Tristão Borém²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/ICN - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 - Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ecologia e Conservação/DEC - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 - Lavras, MG – Brasil

rossilvania.silva@ufla.br, tristao@ufla.br

Abstract: This investigative analysis surveys the fields of experience provided in the National Common Curricular Base (BNCC) for Early Childhood Education, which can be approached in a joint and integral manner, becoming the foundation for the development of skills inherent to the Natural and Human Sciences, Languages, and especially Mathematics and Environmental Education. Therefore, the hypothesis of using the seasons of the year as a cross-curricular and articulating theme for pedagogical practices is explored, in a way that allows logical-mathematical reasoning to become an intrinsic tool for problem-solving, promoting the effective change of habits related to environmental management and conscious consumption.

Keywords: Early Childhood Education, Mathematics, Environmental Education.

Resumo: Esta análise investigativa realiza um levantamento dos campos de experiência previstos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) aplicados à Educação Infantil que podem ser abordados de maneira conjunta e integral, tornando-se o alicerce para o desenvolvimento de habilidades inerentes às Ciências da Natureza e Humanas, das Linguagens e, especialmente da Matemática e da Educação Ambiental. Portanto, é trabalhada a hipótese da utilização das estações do ano como tema transversal e articulador para as práticas pedagógicas, de modo que permita que o raciocínio lógico-matemático se torne uma ferramenta intrínseca à resolução de problemas, promovendo, inclusive, a efetiva mudança de hábitos de gestão ambiental e consumo consciente.

Palavras-chave: Educação Infantil, Matemática, Educação Ambiental.

Introdução

A implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na Educação Infantil (BRASIL, 2018), inclina à busca por práticas pedagógicas que superem a fragmentação disciplinar e garantam aos alunos os direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). Nesse sentido, este estudo qualitativo defende que a formação de hábitos sustentáveis deve ser um processo contínuo, integrado e alicerçado nos diferentes Campos de Experiência propostos pelo documento normativo. Assim sendo, o principal objetivo desta análise é apresentar o tema das estações do ano como opção prática, cotidiana e integradora que demonstra como o raciocínio lógico-matemático e a Educação Ambiental tornam-se intrínsecos ao pensamento da criança se estiverem aplicados aos espaços por elas frequentados e caso valham-se das Ciências da Natureza, Humanas e das Linguagens como um conjunto único de habilidades que as capacitam a tomar decisões conscientes e a gerir seus recursos.

Fundamentação Teórica

A proposta assenta-se em múltiplos pilares. Além, obviamente, da interdisciplinaridade da própria BNCC, abrangendo as Ciências da Natureza, Humanas e as Linguagens, baseia-se na ludicidade (KISHIMOTO, 2011) e na abordagem sensorial (GOLDSCHMIED, 2006).

No tocante à Matemática, principalmente na potencialização do raciocínio lógico, sabe-se que na Educação Infantil, conforme preceitua KAMII (1983), os bebês e crianças desenvolvem-se a partir da ação e interação com o meio. Nesse contexto, o reconhecimento de cores e formas constitui uma das primeiras ferramentas aperfeiçoadas, que não é um fim em si mesmo, tratando-se de um mecanismo precursor do pensamento classificatório/ordenador/sequenciador.

Já em relação à Educação ambiental, extremamente relevante socialmente, é abordada a partir do aproveitamento integral e gestão dos recursos e, especialmente, educação para o consumo. Esse último tópico destaca-se por seu potencial em capacitar as crianças a fazerem escolhas assertivas, comparando preço, qualidade, origem dos produtos, o custo-benefício, a coordenação de seu tempo, a utilidade etc.

Assim sendo, foi escolhido o tema das estações do ano, ou seja, da sazonalidade, como assunto integrador e potencializador dos campos de experiência previstos para a Educação Infantil na BNCC.

A abrangência dos Campos de Experiência da BNCC: hipóteses e propostas pedagógicas baseadas no tema estações do ano

O tema das estações do ano foi escolhido como ideia central, por ser algo cotidiano das pessoas desde o momento em que nascem. Ainda que um bebê não tenha a concepção de que existe a primavera e o outono, ele consegue perceber a diferença de temperatura, de umidade, de disponibilidade de luz solar, da presença de animais e da disponibilidade e qualidade de frutos e flores em cada época do ano. À vista disso, à medida que crescem e adquirem novas habilidades, ampliam suas concepções e compreensões sobre as estações do ano, dando periodicidade, nome e características aos fenômenos que observam todos os dias, o tempo todo em sua vida.

Além disso, a utilização deste assunto como um “plano de fundo” contínuo permite que os Campos de Experiência e as Áreas de Conhecimentos previstas na BNCC sejam revisitadas, aprofundadas e expressas de múltiplas formas, consolidando o domínio das Ciências da Natureza, Humanas, das Linguagens, da Matemática e da Educação Ambiental e sua aplicabilidade diariamente.

Dessa forma, na Educação Infantil, torna-se imprescindível a análise individual de cada Campo de Experiência abordado na BNCC para compreender como o tema das estações do ano pode ser aplicado para o desenvolvimento de cada tópico e, ao mesmo tempo, integrador de todos eles, sendo:

1. O eu, o outro e o nós: focado na construção de percepções e questionamentos sobre si e sobre os outros para diferenciar-se e, simultaneamente, identificar-se como ser individual e social, desenvolvendo autonomia, autocuidado, reciprocidade e interdependência com o meio, a partir da interação com os pares e com adultos. Nesse sentido, é preciso criar oportunidades para que os bebês e as crianças entrem em contato com essa diversidade, o que pode ser feito a partir da abordagem de costumes, celebrações, alimentação, disponibilidade de frutas, verduras e legumes, vestimentas, prática de esportes entre outros, em cada uma das estações do ano em sua cidade, no seu estado, nas regiões do país e nos hemisférios do globo;

2. Corpo, gestos e movimentos: baseia-se nos cinco sentidos, nos gestos e movimentos impulsivos ou internacionais, coordenados ou espontâneos através dos quais os bebês e crianças estabelecem relações e produzem conhecimento sobre si, sobre o outro, sobre o universo social e cultural. Portanto, utilizando-se das linguagens, tais como a música, a dança e o teatro e as estações do ano, costumes, celebrações (danças e festivais) sazonais como tema central, é possível a comunicação e expressão no entrelaçamento entre corpo, emoção e linguagem, para reconhecer suas potencialidades e seus limites e o que pode ser um risco à sua integridade física;

3. Traços, sons, cores e formas: sustenta-se nas manifestações artísticas, culturais e científicas, locais e universais, exteriorizadas por meio de diversas expressões e linguagens, como as artes visuais (pintura, colagem, fotografia etc), música, teatro, dança e produções audiovisuais. Dessa forma, utilizando o tema das estações do ano, é possível trabalhar como a natureza se comporta em cada época, as cores que assume, a forma dos animais e dos alimentos para promover um senso estético e crítico sobre a sazonalidade e os recursos disponíveis. Ademais, é possível a utilização de materiais e recursos tecnológicos para o exercício da autoria individual e coletiva na produção de vídeos e músicas;

4. Escuta, fala, pensamento e imaginação: um dos primeiros métodos utilizados pelos bebês para interação social são o choro e vários recursos vocais, que obtém sentido com a interpretação do outro. Assim, com o passar do tempo, as crianças vão enriquecendo e ampliando o seu vocabulário, expressões, capacidade de compreensão e apropriação da língua materna, o que potencializa sua participação na cultura oral. Paralelamente, a curiosidade sobre a cultura escrita nasce justamente quando os bebês ou crianças escutam e acompanham a leitura de textos dos mais diversos gêneros. Além disso, e as hipóteses sobre a escrita se revelam, inicialmente, em rabiscos e garatujas e, à medida que vão conhecendo letras, são indicativos da compreensão do sistema de representação da língua. À vista disso, utilizando o tema das estações do ano, é possível entoar cânticos, contar histórias e ler e produzir textos dos

diversos gêneros que abordem sazonalidades (por exemplo, temperatura, cores, animais, comidas etc); e

5. Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações: fundamenta-se no fato de que desde bebês as pessoas buscam situar-se em diversos espaços (rua, bairro, cidade etc) e tempos (dia e noite; hoje, ontem e amanhã; etc). Ademais, à medida que crescem, observam que o mundo é constituído de fenômenos naturais/físicos (seu corpo, fenômenos atmosféricos, animais, plantas, transformação da natureza, diferentes tipos de materiais etc) e um mundo sociocultural. Desse modo, os bebês e crianças se deparam, frequentemente, com o raciocínio lógico e outros conhecimentos matemáticos (contagem, ordenação, quantidades, dimensões, medidas, comparação de tamanho e peso, distância, figuras geométricas, numerais etc), que podem ser aplicados de maneira simples, lúdica, eficaz e interessante utilizando o tema das estações do ano (que por si só trata de passagem de tempo, então se associada a calendários, relógios e concepção de dia e noite pode também apresentar o conceito de ciclos).

A Educação Ambiental e a criação de consciência ecológica

Na Educação Infantil, a BNCC prevê o Campo de Experiência “espaços, tempos, quantidades, relações e transformações”, que em alguns objetivos de aprendizagem e desenvolvimento trabalham noções muito básicas de Educação Ambiental.

Desse modo, este estudo propõe abordagens vividas, cotidianas e afetivas para que desde bebês os indivíduos absorvam as práticas de gestão de recursos, especialmente os ambientais, para que os hábitos ecológicos se tornem intrínsecos ao dia a dia e sejam majorados a medida que desenvolvem raciocínio lógico e a consciência de si, do outro e do mundo. Nesse sentido, enumerou-se quatro sugestões a seguir, são elas:

1. “Livro-Jogo Sensorial”: é focado na alfabetização de formas e cores, principalmente àquelas ligadas à natureza (seja o formato de folhas, flores, frutos, animais ou resíduos de consumo gerado pelas pessoas), com alto-contraste visual e variedade de texturas. Este material trabalha a ação de tocar e sentir, que é habilidade precursora da nomeação, comparação e setorização;

2. “Dança com Elementos Naturais”: brincadeiras, danças e movimentos com tecidos leves, fitas (vento), com chuva (água), na grama ou terra etc permitem que os bebês e crianças explorem os fenômenos naturais com o corpo todo, desenvolvendo a consciência corporal, espacial e do comportamento e qualidade dos recursos disponíveis na natureza, como se o ar está úmido ou seco, por exemplo;

3. “Músicas e Rotinas de Autocuidado e Preservação”: as rotinas diárias de higiene podem ser associadas aos recursos disponíveis e a importância de sua gestão através de canções que ensinem aos bebês a importância economizar água ou de separar o lixo corretamente, por exemplo. Esse mecanismo, se aplicado com afeto e constância promoverá hábitos sustentáveis intrínsecos, com propósito e duradouros; e

4. “Cestos de Tesouros da Natureza”: de acordo com a estação do ano vigente, serão ofertados ao bebê ou criança, cestos com elementos na paleta de cores correta, com formas e texturas variadas, folhas e sementes da época, brinquedos com frutas, legumes e verduras do ciclo, roupas adequadas à temperatura etc. Dessa forma, a abordagem sensorial desde o berçário garante que quando a criança crescer terá um

repertório corporal, cognitivo e emocional suficientemente grande para que possa compreender e propor atividades mais complexas, tanto de Matemática (contar, classificar etc) e de Educação e Gestão Ambiental (oferta e qualidade de recursos, por exemplo).

Considerações Finais

Este estudo buscou demonstrar que a proposta interdisciplinar da BNCC pode ser efetivamente desenvolvida a partir de um eixo temático prático, cotidiano e integrador: as estações do ano. Isso ocorre porque o ser humano entra em contato com o assunto abordado desde o momento em que é concebido, já que, ainda que não domine a tecnicidade do tema, consegue perceber a mudança de temperatura, de umidade, de disponibilidade de luz solar, a qualidade de alimentos etc. Além disso, as estações do ano é um tópico que retrata a natureza e suas ciências, mas também aborda a sazonalidade e, portanto, a passagem (medida) de tempo. Outrossim, desde os primórdios da humanidade, são produzidas histórias, cânticos, festas e teatros temáticos (para agradecer à colheita ou celebrar um solstício, por exemplo).

Assim sendo, observa-se que esta análise articula os conhecimentos das Ciências da Natureza, Humanas, das Linguagens, da Matemática e da Educação Ambiental, utilizando-se do tema das estações do ano aplicado aos Campos de Experiência enumerados pela BNCC, para proporcionar que todos os objetivos de aprendizagem sejam atingidos, além de que o raciocínio lógico e os hábitos sustentáveis tornem-se intrínsecos ao pensamento de bebês e crianças para que eles se capacitem a tomar decisões conscientes e a gerir seus recursos a medida que forem crescendo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio contínuo à pesquisa e à pós-graduação no Brasil, ecossistema que tornou este trabalho possível.

Referências

- Barbosa, Ana Mae. *A Imagem no Ensino da Arte: Anos 1980 e novos tempos*. São Paulo: Perspectiva, 2009.
- Brasil. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Alimentos regionais brasileiros*. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.
- Castellar, Sonia M. V. *Educação Geográfica: A psicogenética e o conhecimento escolar*. São Paulo: Contexto, 2011.
- Gil, Bela. *Bela cozinha: as receitas*. Rio de Janeiro: Globo Estilo, 2014.
- Goldschmied, Elinor; Jackson, Sonia. *Educar os bebês em centros infantis: propostas de políticas e de práticas*. Porto Alegre: Penso, 2016.
- Kamii, Constance; DeVries, Rheta. *O conhecimento físico na educação pré-escolar: implicações da teoria de Piaget*. Porto Alegre: Artmed, 1991.
- Kishimoto, Tizuko Morchida. *Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação*. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- Loureiro, Carlos Frederico B. *Trajetória e fundamentos da educação ambiental*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

Análise do Poema “A Morte do Touro Mão de Pau” de Ariano Suassuna como proposta para educação socioambiental

Francisco Franco de Araujo¹, Laise Vieira Gonçalves², Antonio Fernandes Nascimento Junior²

¹Pós-graduando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/Instituto de Ciências Naturais (ICN) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
- Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Docentes do Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{francisco.araujo@estudante.ufla.br, laiseribeiro@ufla.br,
antoniojunior@ufla.br}

Abstract

This work presents a critical analysis of the poem “A Morte do Touro Mão de Pau”, by Ariano Suassuna, emphasizing its potential as an interdisciplinary pedagogical tool in secondary education and teacher training. Based on a qualitative analysis structured around four thematic axes — environmental, cultural, economic, and socio-political — it highlights how cordel literature enables a critical reading of the social, cultural, and environmental realities of Northeastern Brazil. By narrating the struggle and honorable death of a brave bull, the poem symbolizes resistance and denounces inequalities, economic exploitation, and institutional violence. In this sense, the study reinforces the relevance of cordel as a popular cultural manifestation, capable of articulating sensibility, culture, and politics, in dialogue with the principles of Paulo Freire’s critical pedagogy. The use of this art form in educational contexts contributes to the formation of ethical, critical, and socially conscious individuals, broadening the understanding of the relationships between popular culture, the environment, and social practices.

Keywords: Poem, Cordel Literature, Sensitivity, Critical Thinking, Education.

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise crítica do poema “A Morte do Touro Mão de Pau”, de Ariano Suassuna, enfatizando seu potencial como ferramenta pedagógica interdisciplinar no ensino médio e na formação docente. A partir de uma análise qualitativa estruturada em quatro eixos temáticos, ambiental, cultural, econômico e sociopolítico, evidencia-se como a literatura de cordel permite uma leitura crítica da realidade social, cultural e ambiental do brasileiro. O poema, ao narrar a luta e a morte honrosa de um touro valente, simboliza resistência e denuncia desigualdades, exploração econômica e violências institucionais. Nesse sentido, a pesquisa reforça a relevância do cordel como manifestação popular, capaz de articular sensibilidade, cultura e política, em diálogo com os pressupostos da pedagogia crítica de Paulo Freire. O poema, em contextos educativos, contribui para a formação de sujeitos éticos, críticos e socialmente conscientes, ampliando a compreensão das relações entre cultura popular, meio ambiente e práticas sociais.

Palavras-chave: Poema, Cordel, Sensibilidade, Criticidade, Educação.

1. Introdução

O poema é uma forma de expressão literária organizada em versos e estrofes, capaz de abordar diversos temas por meio da linguagem poética. No Nordeste brasileiro, a literatura de cordel se destaca como manifestação popular que, publicada em folhetos acessíveis, recria os antigos romances europeus a partir do estilo, da linguagem e do cotidiano nordestino.

Em “*A Morte do Touro Mão de Pau*”, de Ariano Suassuna, a linguagem poética evoca um encantamento popular que, segundo Santos et al. (2017), estimula a imaginação e curiosidade dos alunos, além de contribuir para a construção de um hábito crítico de leitura (p. 694; 696). Assim, o poema articula lúdico e político, épico e trágico, como enredo simbólico de resistência. A literatura, nesse contexto, deve ser compreendida como exercício

crítico, contribuindo para o desenvolvimento da personalidade humana e para a consciência social (Santos et al., 2017).

Essa abordagem se aproxima da pedagogia crítica de Paulo Freire (1996), que entende a educação como ato político e libertador, partindo da realidade concreta dos sujeitos e de seus saberes, para instigar a leitura e transformação do mundo. Assim, a arte popular, como o cordel, não apenas representa a cultura local, mas também atua como meio de denúncia, conscientização e resistência.

O poema de Suassuna exemplifica esse potencial crítico e formativo ao narrar a perseguição e morte de um touro valente no sertão nordestino. A obra simboliza conflitos estruturais como desigualdade, dominação, honra e resistência, podendo inspirar práticas pedagógicas que promovam a reflexão ética, a criticidade e a consciência social dos estudantes. Tais dimensões formativas dialogam com a perspectiva de Freire (1996) sobre educação libertadora e com as discussões de Monteiro et al. (2018) acerca da formação de sujeitos críticos e socialmente engajados.

2. Metodologia

O presente trabalho consistiu em uma proposta de aula desenvolvida no âmbito da disciplina de estudo e desenvolvimento de propostas de ensino interdisciplinares em ciências, oferecida no curso de pós-graduação. Nessa atividade, cada aluno escolheu individualmente um poema, com o objetivo de identificar e analisar seus elementos a partir de uma abordagem qualitativa, orientada pela análise dos eixos temáticos. Como objeto de análise, foi selecionado o poema “*A Morte do Touro Mão de Pau*”, de Ariano Suassuna, interpretado por Antônio Nóbrega no álbum *Lunário Perpétuo* (Nóbrega & Suassuna, 1992). Nessa metodologia, os dados são organizados em eixos de significação, que funcionam como categorias orientadoras para a interpretação dos sentidos e significados presentes nos textos (MINAYO, 2014).

O poema objeto desta análise, “*A Morte do Touro Mão de Pau*”, foi escrito na década de 1940 por Ariano Suassuna, em memória de seu pai, João Suassuna, tendo como inspiração o folheto *O Boi Mão de Pau*, do poeta e rabequeiro potiguar Fabião Hermenegildo Ferreira da Rocha (1848–1928).

Com o intuito de destacar o potencial do cordel de Suassuna como recurso pedagógico interdisciplinar, a análise será desenvolvida à luz de quatro eixos principais, ambiental, econômico, cultural e sociopolítico, em consonância com a perspectiva de Saviani (2003), que entende a interdisciplinaridade como instrumento para a compreensão crítica da realidade e a formação integral dos sujeitos.

3. Resultado e discussão

Da análise da obra emergem quatro eixos temáticos centrais: o ambiental, que traz um olhar ecológico e crítico; o econômico, ligado à lógica do lucro e do espetáculo; o cultural, evidenciado nas tradições nordestinas e nos papéis simbólicos; e o sociopolítico, que critica as estruturas de poder que naturalizam a violência contra a natureza e as desigualdades sociais. Esses eixos permitem um diálogo entre cultura popular e práticas de exploração simbólica e material da natureza.

3.1 Eixo Ambiental

Sob a perspectiva do eixo ambiental, a leitura do poema “*A Morte do Touro Mão de Pau*” mostra uma ambientação profundamente enraizada no bioma da Caatinga, que se apresenta não apenas como cenário físico, mas como um elemento ativo da narrativa, influenciando as relações, os conflitos e até mesmo a construção simbólica dos personagens.

“*Se quebrava nas catingas / Um galope surdo e pardo*” “*Na poeira avermelhada / Envolvia os velhos cardos.*” “*Adeus, serra Joana Gomes / E cacimba do salgado!*”

No poema “A Morte do Touro Mão de Pau”, as descrições remetem diretamente ao sertão nordestino, em especial à Caatinga, que se apresenta não apenas como cenário, mas como presença viva, refletindo dor, resistência e dignidade. A linguagem poética e sensorial do cordel faz o leitor sentir o calor, a poeira e o galope, mostrando que a natureza não é decorativa, mas elemento fundamental para a compreensão simbólica e emocional da narrativa.

Segundo Lourenço, Vilarta-Neder e Nascimento Junior (2018), a literatura de cordel valoriza as inter-relações ecológicas e trata a natureza como agente ativo, enquanto Ferreira et al. (2018) demonstram, no cordel *O Big Bang em Cordel*, como o ambiente pode ser usado pedagogicamente na compreensão de processos naturais, tal como a Caatinga compartilha da dor e da luta do touro em Suassuna.

As descrições transportam o leitor ao sertão, estimulando tanto a experiência sensível quanto a reflexão crítica sobre natureza, cultura e práticas humanas. Essa integração entre afetividade e cognição é destacada por Seniciato e Cavassan (2008), que apontam o papel dos ambientes naturais na aprendizagem e no engajamento emocional.

3.2 Eixo Cultural

No trabalho de Ferreira et al. (2018), o cordel é tratado como ferramenta que valoriza expressões culturais populares, promovendo o reconhecimento e a afirmação da identidade dos estudantes. Esse papel formativo e simbólico do cordel também é explorado por Cardoso, Rosso e Nascimento Junior (2019), que evidenciam como o uso de poemas e narrativas populares permite a reflexão crítica sobre a história e a cultura. O aboio mencionado no poema, por exemplo, não é apenas uma prática sonora, mas uma expressão cultural profunda, como reforça Jesus (2017), trata-se de uma fala ancestral contra o silenciamento histórico.

Um exemplo disso é o uso do aboio no poema analisado, que se apresenta não apenas como um elemento funcional da lida com o gado, mas como uma prática ancestral carregada de afetividade, resistência e memória coletiva. Como observa Jesus (2017), o aboio é uma forma de “fala” que se contrapõe ao silenciamento histórico das populações oprimidas, funcionando como um grito ancestral que preserva e transmite saberes, dores e afetos.

“Rasgavam a serra bruta / aboios mal arquejados...”

O aboio, mais que um canto utilitário do vaqueiro, revela-se aqui como uma expressão cultural densa, que comunica histórias de luta, silêncio e sobrevivência. Conforme enfatiza Freire (1996), toda manifestação da cultura popular pode se constituir como ato político e libertador, ao afirmar a voz daqueles que historicamente foram excluídos dos espaços formais de produção de conhecimento. Nesse sentido, o uso do aboio no poema representa não apenas uma marca regional, mas uma resistência simbólica ao apagamento cultural.

“Miguel e Antônio Rodrigues / De guarda-peito e encourados, Na frente do grupo vinham / Montados em seus cavalos...”

A descrição dos vaqueiros equipados com “guarda-peito” e “encourados” remete diretamente à prática da vaquejada, uma tradição cultural nordestina que, embora repleta de simbolismos e significados afetivos, também revela um imaginário de dominação sobre o animal. Nesse contexto, o cordel não apenas retrata a cultura local, mas a problematiza, ao expor tensões entre tradição, poder e ética. A relação entre homem e natureza, mediada por práticas culturais como a vaquejada, ganha complexidade ao ser apresentada de forma crítica e poética, oferecendo material fecundo para debates sobre identidade, patrimônio e valores sociais.

3.2 Eixo Econômico

"Um touro com sua vida/ Os homens em seus cavalos."

O trecho do poema evidencia uma metáfora sobre a desigualdade econômica, ao contrapor o touro, que possui apenas a própria vida, aos vaqueiros montados em cavalos, símbolo de poder aquisitivo, status e domínio no contexto rural. Essa cena revela a lógica de um sistema em que quem detém os meios de produção e a força simbólica exerce poder sobre os demais.

Essa leitura dialoga com Lourenço, Vilarta-Neder e Nascimento Junior (2018), que analisam como Patativa do Assaré utiliza símbolos como o boi e a seca para denunciar a exploração dos sujeitos nordestinos e as desigualdades históricas. De forma semelhante, o touro de Suassuna representa o sujeito marginalizado por um sistema que privilegia a força econômica em detrimento da dignidade.

Embora menos explorado nos estudos revisados, Monteiro et al. (2020) destacam que manifestações artísticas populares, como músicas e poemas, funcionam como críticas simbólicas a sistemas de dominação, incluindo a exploração econômica. Assim, o touro ferido e sem posses reflete a precariedade e a marginalização dos que sobrevivem apenas de seu trabalho e de sua força.

"O grande touro marcado, Manquejando sangue limpo / Nos caminhos mal rasgados..."

Neste fragmento, o "marcado" faz referência não apenas à identidade do animal dentro do rebanho, mas à sua condição de propriedade, de ativo econômico. Em um contexto onde corpos são valorizados pela função produtiva que exercem. O sangue derramado simboliza o custo físico e emocional da exploração, e os "caminhos mal rasgados" denunciam a precariedade dos meios oferecidos àqueles que vivem à margem.

A imagem do "sangue limpo" traz à tona a violência estrutural que atravessa corpos e territórios, expressão que, segundo Monteiro et al. (2018), remete à capacidade da poesia de produzir experiências sensíveis que, ao mobilizarem afetos, ampliam o pensamento crítico e o engajamento com a transformação da realidade. Convidando à construção de um olhar reflexivo e transformador tanto no estudante quanto no professor em formação.

Ao reconhecer que práticas culturais tradicionais, como a vaquejada, carregam significados históricos, simbólicos e afetivos, mas também contradições éticas e sociais, a literatura de cordel, permite a desnaturalização de violências estruturais e a escuta de vozes historicamente silenciadas, tornando-se uma via potente de diálogo, reflexão e posicionamento ético no espaço escolar (Lourenço et al., 2018; Monteiro et al., 2018) sendo fundamental para o avanço de uma educação comprometida com a transformação social.

3.4 Eixo Sociopolítico

Já na primeira estrofe do poema, podemos observar a presença marcante do eixo sociopolítico, que reflete as relações de poder.

"Um touro se defendendo/ Homens querendo humilhá-lo"

O verso destaca um conflito marcado pela desigualdade, no qual o touro simboliza o sujeito oprimido e vulnerável, enquanto os vaqueiros, armados e montados, representam as instituições e estruturas de poder que historicamente subjagam os marginalizados. Essa metáfora sociopolítica aproxima-se das críticas presentes nos cordéis de Patativa do Assaré, que, segundo Lourenço et al. (2018), denunciam desigualdades e a luta de classes com uma linguagem acessível e enraizada na realidade popular.

A oposição explícita em ***"O touro só tem a vida: / Os homens têm seus cavalos!"***

reforça a assimetria entre opressor e oprimido, revelando um embate injusto no qual apenas um lado dispõe de recursos materiais, simbólicos e institucionais. Essa representação funciona como crítica à concentração de poder e às lutas sociais desiguais.

Essa leitura conecta-se também à reflexão de Seniciato e Cavassan (2008), que apontam como experiências em contextos reais, como o sertanejo retratado no poema, evidenciam as relações de dominação e resistência tanto no plano natural quanto no social.

“Cortadas as bravas ancas Por ferrões ensanguentados”/ “Brilhavam ferrões farpados E algemas de barauína / Para o touro preparados.”

Esses trechos intensificam o tom de denúncia ao retratarem a violência como mecanismo de controle e dominação. Ferrões, algemas e sangue remetem diretamente a formas históricas de repressão e subjugação, da escravidão ao patriarcado, passando pela colonização e pelas estruturas policiais e militares. A imagem que denuncia a violência sistemática e pré-planejada contra o touro, politicamente, representa o uso da força para punir e controlar. O poema critica esse tipo de repressão como algo construído, ritualizado, como uma punição pública que reafirma o poder da ordem estabelecida.

A violência física evocada no texto funciona como metáfora das violências estruturais que sustentam relações de poder. Como destaca Monteiro et al. (2020), obras de arte que tratam da relação entre sujeitos e territórios oprimidos, como no caso da música “Saga da Amazônia”, mobilizam o sensível para denunciar injustiças históricas e promover um olhar crítico sobre os mecanismos que impedem a liberdade dos corpos e das culturas.

“Pois sempre, ao rebanho, espanta Que um touro do nosso gado / Às teias da fama-negra Prefira o gume do fado / Assim vai-se o touro manco, Morto mas não desonrado!”

Os versos encerram a narrativa exaltando o gesto de resistência do touro. Ele rejeita a fama conquistada pela submissão, optando pela morte digna em vez da servidão. O poema, nesse ponto, rompe com a lógica da obediência cega e valoriza a liberdade ética de escolha, mesmo que trágica. Essa recusa em se dobrar diante da violência remete à função crítica e formativa da arte popular, como também apontam Lourenço et al. (2018), ao destacar que os cordéis podem inspirar práticas pedagógicas que valorizem a resistência e a reflexão ética como elementos centrais da formação crítica dos sujeitos. O touro, morto, mas não desonrado, encarna a memória coletiva de quem prefere cair de pé a viver de joelhos.

“Silêncio. a serra calou-se / No poente ensanguentado. / Calou-se a voz dos aboios / Cessou o troar dos cascos.”

O silêncio final, após a morte do touro, revela uma metáfora política do apagamento das vozes dissidentes. A serra que “se cala” expressa o luto, mas também o medo ou a resignação após a perda daquele que resistiu. É um retrato do silêncio forçado imposto aos que ousam enfrentar a estrutura de poder.

No campo educacional, especialmente no ensino médio, esses eixos contribuem para o desenvolvimento da educação da sensibilidade, entendida como processo formativo que estimula a percepção crítica das contradições sociais e culturais (Monteiro et al., 2020). Assim, trabalhar a obra em sala de aula com uma abordagem crítica e dialógica ultrapassa o ensino tradicional da literatura, tornando-se uma prática pedagógica transformadora que promove a formação de sujeitos éticos, reflexivos e socialmente conscientes (Monteiro et al., 2020).

Como afirmam Monteiro et al. (2018), a presença da poesia na formação docente atua como instrumento de humanização e emancipação, promovendo experiências formativas que articulam o sensível e o político. O uso de obras como está na educação básica e na formação de professores deve ultrapassar o viés folclórico ou regionalista, assumindo um papel ativo na problematização das estruturas sociais e na formação de

sujeitos críticos e conscientes.

4 Considerações Finais

A análise de “A Morte do Touro Mão de Pau”, de Ariano Suassuna, evidencia a literatura de cordel como recurso pedagógica crítica, capaz de articular dimensões ambiental, sociopolítica, cultural e econômica. A obra revela símbolos de resistência, desigualdade e pertencimento, oferecendo aos educadores um recurso valioso para a formação de sujeitos éticos e socialmente engajados.

Mais do que expressão artística, o cordel constitui um instrumento de leitura crítica do mundo, promovendo a valorização da cultura popular e a problematização de práticas opressoras. No contexto educativo, especialmente no ensino médio e na formação docente, amplia horizontes ao estimular reflexões sobre justiça social, poder, identidade e meio ambiente.

Essa perspectiva se aproxima da pedagogia freiriana, que reconhece os saberes populares como ponto de partida para uma prática emancipadora. Quando transformado em eixo de práticas interdisciplinares, o cordel faz da escola um espaço de escuta, crítica e criação, no qual a arte não apenas ilustra, mas ensina, provoca e transforma. Como afirma Paulo Freire (1996), “*ensinar exige a leitura do mundo*”, e o cordel, com sua linguagem simples e profunda, é um convite potente a essa leitura transformadora da realidade.

Apoio: Fapemig, Capes, CNPq

5 Referências

- Cardoso, P. C. A., Rosso, K. L. B., & Nascimento Junior, A. F. (2019). Tecendo caminhos entre a literatura e a biologia: O poema épico *O Uruguai* como prática educativa para o ensino de bioma na formação de professores. In *Fórum Acadêmico de Arte e Cultura* (2019, São Paulo, Brasil). *Anais* [...]. FAAP.
- Ferreira, P. M., Silva, V. H. V., Lourenço, C. O., & Nascimento Junior, A. F. (2018). O cordel e o ensino de microrganismos: Um diálogo na disciplina de Metodologia de Ensino de Biologia. In *Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente* (5º, 2018, Niterói, Brasil). *Anais* [...]. UFF.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.
- Lourenço, C. O., Vilarta-Neder, M. A., & Nascimento Junior, A. F. (2018). A poesia popular de Patativa do Assaré no ensino de ecologia: Uma prática para o processo de formação inicial de professores. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 14(6), 93–100.
- Minayo, M. C. de S. (2014). *O desafio do conhecimento: Pesquisa qualitativa em saúde* (14ª ed.). Hucitec.
- Monteiro, J. A., Temoteo, P. A. O., & Nascimento Junior, A. F. (2020). Quando a arte conta a história: Um olhar crítico sobre a destruição da floresta tropical a partir da música de Vital Farias “Saga da Amazônia”. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 16(6), 113–125.
- Nóbrega, A., & Suassuna, A. (1992). *A morte do touro Mão de Pau [Faixa gravada por Antônio Nóbrega]*. In *Lunário Perpétuo [CD]*. RGE.
- Santos, J., Eleutério, M. W. F., De Paula, A. A., & Nascimento Junior, A. F. (2017). O uso de poemas e imagens na construção dos conceitos de energia e tecnologia para alunos de ensino fundamental: Um relato de experiência para a formação inicial de professores. In *Encontro Regional de Ensino de Biologia da Regional 4 – Uberlândia (IV EREBIO)*. *Anais* (pp. 692–698). SBEnBio.
- Saviani, D. (2003). *História das ideias pedagógicas no Brasil* (3ª ed.). Autores Associados.
- Seniciato, T., & Cavassan, O. (2008). Afetividade, motivação e construção de conhecimento científico nas aulas desenvolvidas em ambientes naturais. *Ciências & Cognição*, 13(3), 120–136.

Jogos pedagógicos e formação crítica: uma experiência de ensino de Ecologia em uma escola rural

Francisco Franco de Araujo¹, *Leonardo Gonçalves Lagos*²

¹Pós-graduando do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/Instituto de Ciências Naturais (ICN) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Docentes do Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{francisco.araujo@estudante.ufla.br, leonardo.lago@ufla.br}

Abstract

This article analyzes the use of playfulness as a methodological resource in the teaching of Ecology in a second-year high school class at a rural school. The activities, structured around pedagogical games representing ecological interactions (predation, competition, commensalism, and mutualism), were developed from a critical and dialogical perspective. The study is grounded in the principles of liberating education (FREIRE, 1996). The results show that, beyond stimulating students' interest and engagement, the games enabled the concrete experience of concepts, collective problematization, and the critical re-signification of content. Observations indicate that pedagogical games encompass the stages of initial social practice, problematization, instrumentalization, catharsis, and return to social practice, thus consolidating themselves as a strategy that goes beyond traditional teaching and fosters meaningful, critical, and emancipatory learning. It is concluded that the integration of games with historical-critical pedagogy constitutes a powerful alternative for the formation of reflective, critical, and socially conscious individuals.

Keywords: Ecology; Games; High school; Learning; Critical education.

Resumo

Este artigo analisa o uso de Jogos como recurso metodológico no ensino de Ecologia em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola rural. As atividades, estruturadas a partir de jogos pedagógicos que representaram interações ecológicas (predação e competição), foram desenvolvidas segundo uma perspectiva crítica e dialógica. A pesquisa fundamenta-se nos princípios da educação libertadora (FREIRE, 1996). Os resultados evidenciam que os jogos, além de despertar o interesse e o engajamento dos estudantes, possibilitaram a vivência concreta dos conceitos, a problematização coletiva e a ressignificação crítica dos conteúdos. As observações indicam que os jogos pedagógicos cumpriram as etapas de prática social, problematização, instrumentalização, catarse e retorno à prática social, consolidando-se como estratégia que supera o ensino tradicional e promove uma aprendizagem significativa e crítica. Conclui-se que a integração entre jogos e pedagogia histórico-crítica constitui uma alternativa potente para a formação de sujeitos reflexivos, críticos e socialmente conscientes.

Palavras-chave: Ecologia; Jogos; Ensino médio; Aprendizagem; Educação crítica.

1. Introdução

A educação tem enfrentado desafios em tornar o processo de ensino e aprendizagem mais humanizada, uma vez que os estudantes têm preferido utilizar celulares e inteligências artificiais para realizar suas tarefas, enquanto as escolas, chamadas de “tradicionais”, continuam com um modelo de aulas pautado na exposição unilateral dos conteúdos. Para Michael Apple (2006), esse modelo tradicional não é apenas ultrapassado, mas funciona como um instrumento ideológico de reprodução das

desigualdades sociais, ao privilegiar determinados saberes e silenciar outros, reforçando a hegemonia cultural das classes dominantes dentro da escola. Quando o processo de ensino não envolve a participação ativa dos discentes na construção do conhecimento, como ocorre na pedagogia “tradicional”, pode gerar desinteresse o que ocasiona a dificuldade de apropriação dos conhecimentos. Saviani (2002) classifica essa abordagem como própria da *pedagogia da essência*, ou *pedagogia tradicional*, que entende a educação como um instrumento de superação da ignorância e vê o professor como agente central, transmitindo conteúdos de forma vertical, sem considerar as determinações sociais da aprendizagem. Em contramão a essa perspectiva, ganham destaque abordagens pedagógicas que valorizam a participação crítica e dialógica dos estudantes. A educação libertadora proposta por Paulo Freire se apresenta como uma alternativa ao defender uma prática pedagógica dialógica, na qual o educador e o educando aprendem juntos em um processo de troca e problematização da realidade presente na vida dos estudantes (Freire, 1996). Nesse contexto, os estudantes deixam de ser receptores passivos para se tornarem sujeitos ativos na produção do conhecimento, o que contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia (Freire, 1987). Como ressalta Pimenta (2012), metodologias que favoreçam a participação ativa dos estudantes e a construção coletiva do conhecimento contribuem para que a aprendizagem seja significativa, o que inclui práticas como o uso crítico de jogos pedagógicos. Assim, discutir a integração de jogos, especialmente aquelas inspiradas na pedagogia freiriana, é fundamental para repensar práticas pedagógicas que promovam uma formação mais humanizada e crítica (Freire, 1996). Para Saviani (2007), repensar as práticas pedagógicas exige compreender as ideias educacionais no contexto das condições materiais e históricas concretas, de forma a construir uma escola que efetivamente contribua para a formação plena dos sujeitos. Diante disso, essa aula tenta responder à seguinte questão: de que forma o uso de jogos pedagógicos pode contribuir para a formação dos estudantes do ensino médio de escola rural?

2. Materiais e Métodos

A Escola Estadual, onde ocorreu o estudo, fica localizada na zona rural de Nepomuceno-MG, atende do Ensino Fundamental II ao Ensino Médio, compartilhando ainda seu espaço físico com turmas do Fundamental I mantidas pela prefeitura. De caráter rural, conta atualmente com 65 alunos: 40 no Fundamental II e 25 no Ensino Médio, distribuídos em três turmas de ensino integral (7 no 1º ano, 8 no 2º ano e 10 no 3º ano). Professores e parte dos alunos utilizam transporte escolar municipal, percorrendo cerca de 25 km em aproximadamente 1h20. A escola adota uma metodologia tradicional, baseada em aulas expositivas e no uso do “mapa”, apostila fornecida pelo Estado que orienta os processos didáticos, além de seguir rigorosamente o plano estadual de ensino. Entretanto, busca diversificar as práticas pedagógicas por meio de estratégias diferenciadas que estimulem maior participação e dinamismo no aprendizado, tais práticas são incentivadas pela direção e supervisão da escola, pedindo que se registre tais atividades, para a mesma ser divulgada em redes sociais e no grupo de comunicação online das famílias. Este trabalho analisa atividades de Ecologia desenvolvidas com a turma de oito alunos do 2º ano do Ensino Médio, destacando as práticas pedagógicas no contexto dessa escola rural. As aulas de Ecologia com a turma do 2º ano utilizaram o espaço escolar como ambiente de aprendizagem, com base em uma abordagem construtivista.

2.1 Os jogos

A primeira atividade, voltada para o conceito de predação, consistiu em uma adaptação da brincadeira “pique-pega/esconde”, onde a mistura dos jogos proporciona uma dinâmica em que o pegador vai “caçar” as presas como no pique pega enquanto a “presa” irá esconder e tentar se salvar, igual no jogo de “esconde-esconde”. Nela, dois alunos desempenhavam o papel de predadores, enquanto seis representavam as presas, que deveriam se esconder e alcançar o professor para garantir sua sobrevivência. O objetivo dos predadores era capturar as presas, enquanto das presas eram se salvar. A segunda atividade teve como propósito ilustrar a interação ecológica denominada competição, que pode ser separada entre intraespecífica e interespecífica. Para a competição intraespecífica, utilizou-se uma adaptação da brincadeira “rouba-bandeira”, realizada com três bambolês dispostos em linha reta, a aproximadamente três metros de distância entre si, no pátio da escola. Cada bambolê representava uma porção do território de um grupo. Sempre que um bambolê era “roubado” pelo time adversário, aquela porção do território era considerada perdida, permitindo ao grupo oponente avançar no espaço. Caso um aluno fosse capturado durante a tentativa de roubo, deveria permanecer fora da partida por um minuto, concedendo vantagem numérica temporária ao time rival. A cada avanço, isto é, sempre que um bambolê era capturado, o jogo será pausado para redefinição dos territórios e, em seguida, uma nova rodada será iniciada. Para a competição interespecífica foram divididos em oito áreas delimitadas, onde cada aluno recebeu um bambolê, que simbolizava seu recurso dentro daquele território. Os participantes deveriam proteger seu bambolê, impedindo que outros o tome. Foi permitido invadir o território alheio para tentar capturar o bambolê, desde que o invasor não fosse tocado pelo dono do espaço. Quando o invasor conseguisse pegar o bambolê sem ser capturado, ele passava a controlar também o território conquistado. A cada três minutos, um bambolê era removido de cada território, aumentando a pressão competitiva os alunos que ficarem sem bambolês serão automaticamente eliminados do jogo. Após cada atividade, o professor conduziu uma mediação, onde o professor questionava os alunos sobre como as relações se deram no decorrer do jogo, a partir da observação dele para as próprias ações dentro do jogo e depois, relacionando o jogo às interações ecológicas, com discussões onde foi promovido a construção coletiva do conhecimento por meio da experiências deles no jogo e de conhecimento da ação dos animais na natureza. Os alunos foram incentivados a desenvolver os conceitos ecológicos por meio da observação, da experimentação e da reflexão, utilizando seus conhecimentos prévios e as dinâmicas experienciadas. Ao término das atividades, foi solicitado que os alunos redigissem uma resenha relacionando o jogo à interação ecológica representada.

3. Resultados

3.1 Predação

Como dito, a primeira atividade sobre predação envolveu uma adaptação de “pique-pega/esconde”. Dois alunos foram predadores, enquanto seis eram presas, que deveriam se esconder e alcançar o professor para se salvar. Os predadores tinham que capturar as presas. Na primeira rodada, as presas escaparam, durante a discussão, a aluna Amarela comentou que os predadores teriam passado fome, e o aluno Verde destacou a dificuldade de captura devido ao movimento das presas. A aluna Azul observou que os predadores competiam pela mesma presa, e a aluna Amarela sugeriu que seriam predadores ativos, sugerindo que eles correram muito para tentar pegar as presas. Na segunda rodada dessa mesma atividade, os predadores Vermelho e Verde adotaram uma estratégia coordenada, cercando as presas, o que fez com que a estratégia funcionasse e pegassem quase todas as “presas”.

A aluna Laranja comparou a tática com a dos leões caçando zebras, pois buscaram cercar as presas e usaram da furtividade para terem sucesso. O aluno Preto mencionou a sincronia dos ataques, e a aluna Amarela associou a estratégia à camuflagem, pois se escondiam entre o ambiente para não serem percebidos quando chegavam perto das “presas” para pega-las. Na última rodada, as alunas Azul e Amarela, como predadoras, usaram uma estratégia de camuflagem, porém, ao invés de irem até as “presas” elas aguardando nas proximidades do local de segurança para captura-las. O aluno Verde, percebendo a armadilha, ficou imóvel e a rodada foi encerrada por falta de atividade. Na discussão final, a aluna Laranja comparou a tática à de aranhas à espreita, e o aluno Verde sugeriu que fosse uma “caça com armadilhas”. O professor explicou que isso era uma estratégia “senta-espera”, o que gerou risos entre os alunos.

3.2. Competição

Os times foram organizados da seguinte forma: à esquerda estavam os alunos Verde, Preto, Azul e Amarela; à direita, os alunos Vermelho, Roxo, Laranja e Branco. A partida começou com uma ofensiva do time da direita, que tentou avançar para o campo adversário com três dos quatro jogadores, que foram rapidamente capturados e acabaram sendo rapidamente neutralizado, perdendo o primeiro bambolê. Aproveitando a ausência temporária dos três adversários, o time da esquerda conseguiu capturar o segundo bambolê antes que o minuto de penalidade terminasse. Entretanto, durante essa jogada, o time da esquerda também perdeu um integrante. Na disputa final pelo último bambolê do time da esquerda, o time da direita optou por não avançar, aguardando uma oportunidade mais favorável, já que estavam em desvantagem numérica. Após um grande tempo de inatividade, com apenas pequenas e inofensivas ameaças de avanço e nenhuma ação concreta, a partida foi encerrada, dando início a uma rodada de discussão. Durante a discussão, o professor perguntou aos alunos como interpretavam o que havia ocorrido na atividade. O aluno Preto comentou que “pareciam macacos brigando”. O aluno Verde acrescentou: “o outro time pensou que ia intimidar a gente e partiu pra cima, pegamos eles”. A aluna Roxa avaliou que seu time (da direita) foi “muito afobado”. O professor então questionou como esse comportamento poderia ser representado na natureza. O aluno Vermelho respondeu que a comparação com macacos era pertinente. A aluna Azul complementou: “o grupo da esquerda parecia mais fraco, então esperou e superou o suposto grupo mais forte”. A aluna Amarela acrescentou: “isso, e depois que os mais fortes foram pegos, eles perderam território”, a Aluna Roxa questionou se isso acontecia com todos os primatas, o professor devolveu a pergunta a questionando o que achava, ela não soube responder, a aluna amarela disse que sim, inclusive nos humanos, o professor questionou como, o aluno Preto respondeu dizendo que em vários momentos da história isso aconteceu, e citou o confronto entre Ucrânia e Rússia.

O professor aproveitou o momento para aprofundar o conceito de competição intraespecífica e perguntou como os alunos compreendiam esse processo no contexto da atividade. O aluno Branco respondeu que não conseguia explicar, ao que a aluna Azul comentou: “eram macacos da mesma espécie, mas de grupos diferentes lutando por espaço”. O aluno Vermelho corrigiu: “por território”. A atividade gerou interesse entre os estudantes, que solicitaram mais uma rodada, mas esta não pôde ser realizada devido à limitação do tempo de aula. No segundo formato dessa atividade, para abordar a interação ecológica de competição interespecífica, o pátio foi dividido em oito áreas delimitadas. Cada aluno recebeu um bambolê que representava um recurso em seu território. O objetivo era proteger o próprio bambolê e, ao mesmo tempo, tentar capturar o de outros participantes sem ser tocado. A cada três minutos, um bambolê era removido, aumentando a competição, e os alunos sem bambolês eram eliminados.

A rodada teve início com a aluna Amarela distraíndo-se ao olhar para a aluna Azul, o que permitiu ao aluno Verde capturar seu bambolê. Em busca de recuperar uma posição no jogo, Amarela invadiu o território da aluna Roxa, mas foi capturada. No mesmo instante, o aluno Branco aproveitou a distração de Roxa para invadir seu território e pegar seu bambolê. Em seguida, o aluno Verde também entrou no território de Roxa e capturou o seu bambolê restante, deixando Roxa sem recursos e Amarela fora do jogo. Branco permaneceu com um bambolê e Verde passou a controlar três territórios. Após esse momento de intensa movimentação, a dinâmica se estabilizou temporariamente. Passados os três minutos, a aluna Roxa foi oficialmente eliminada por estar sem bambolê, e todos os demais participantes tiveram um bambolê removido de seus territórios. Verde, com vantagem numérica, permaneceu com dois bambolês, tornando-se o principal alvo dos demais. Os participantes restantes avançaram em sua direção. O aluno Preto arriscou demais ao invadir seu território, mas acabou sendo eliminado após a aluna Azul capturar um dos bambolês do aluno Verde. Azul passou a controlar um território, enquanto Verde ainda mantinha dois, agora mais afastados dos demais. Com o passar de mais três minutos, apenas os alunos Verde e Azul permaneceram na partida, ambos com um bambolê cada. Nenhum deles tentou capturar o recurso do outro, o que levou ao encerramento da atividade. Na roda de discussão, a aluna Azul interpretou que a dinâmica parecia uma disputa entre animais por alimento, destacando o comportamento impulsivo no início da atividade: “No começo, todo mundo parecia desesperado para comer, então avançaram de uma vez”. A aluna Roxa comentou: “Só o Verde se deu bem”. O aluno Branco acrescentou: “Me ferrou, achei que tinha conseguido”. O aluno Verde resumiu com a frase: “O mundo é dos espertos”. O professor aproveitou a provocação e questionou se essa lógica se aplicava ao mundo animal. O aluno Verde respondeu afirmativamente, dizendo: “Os animais que é experto não perde, né?”. O professor então perguntou se os alunos compreendiam que tipo de competição havia sido representada. A maioria respondeu que se tratava de competição entre indivíduos da mesma espécie. No entanto, a aluna Amarela questionou se a competição também poderia ocorrer entre espécies diferentes. O aluno Preto respondeu que sim, e os demais concordaram. Por fim, a aluna Azul levantou outra questão: se a competição também poderia ocorrer entre indivíduos de sexos diferentes. O professor devolveu a pergunta, e ela assentiu com a cabeça. Ao consultar os demais alunos, todos concordaram com a possibilidade, encerrando assim a discussão da atividade. Os resultados obtidos a partir das atividades desenvolvidas demonstram a importância de jogos pedagógicos como recurso metodológico, uma vez que promoveu a participação dos alunos, conseguindo correlacionar o jogo com as interações ecológicas, o que está alinhado com a perspectiva histórico-crítica e, assim, promovendo uma aprendizagem significativa, o que converge com as contribuições de Sforni (2004, 2015) sobre a centralidade da escola na formação do pensamento teórico e no desenvolvimento humano. A prática do jogo, mais do que um simples recurso motivacional, revelou-se uma estratégia pedagógica de mediação que favoreceu a apropriação ativa e crítica dos conceitos ecológicos. A roda de conversa mediada pelo professor atuou como problematização, estimulando questionamentos e análises críticas. A explicação e a sistematização teórica feitas em seguida caracterizaram a instrumentalização, oferecendo os conceitos científicos necessários. O registro escrito e as analogias elaboradas pelos alunos representaram a catarse, momento em que o conhecimento foi internalizado e ressignificado.

A forma como o conteúdo foi abordado, colocando o aluno no centro do processo educativo, estimulou sua participação ativa e favoreceu o desenvolvimento do pensamento crítico.

4. Conclusão

A atividade demonstrou que é possível contribuir para a formação dos estudantes por meio de métodos de ensino inclusivos e dialógicos, permitindo que a aprendizagem ocorra de maneira colaborativa. A participação ativa dos alunos, incentivada por essa prática pedagógica, revela-se como um dos principais objetivos da educação, que visa formar indivíduos mais humanizados, conscientes e socialmente críticos.

Apoio: Fapemig, Capes, CNPq

5. Referências

- Apple, M. W. (2006). *Ideologia e currículo* (3ª ed.). São Paulo: Cortez.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido* (17ª ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gasparin, J. L. (2009). *Avaliação da aprendizagem na pedagogia histórico-crítica*. Campinas: Autores Associados.
- Gasparin, J. L. (2002). *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica* (3ª ed.). Campinas: Autores Associados.
- Moura, M. O. de. (2010). A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural. In M. O. de Moura (Org.), *Educação escolar e pesquisa na teoria histórico-cultural* (pp. 111–138). São Paulo: Edições Loyola.
- Pimenta, S. G. (Org.). (2012). *Didática e prática de ensino: Interfaces com diferentes saberes* (8ª ed.). São Paulo: Cortez.
- Saviani, D. (2002). *Escola e democracia* (35ª ed. rev.). Campinas: Autores Associados.
- Saviani, D. (2007). *História das ideias pedagógicas no Brasil*. Campinas: Autores Associados.
- Sforni, M. S. de F. (2015). *Aprendizagem e desenvolvimento: Contribuições da teoria histórico-cultural*. Campinas: Autores Associados.
- Sforni, M. S. de F. (2004). *Pedagogia histórico-crítica: Contribuições para a didática*. Campinas: Autores Associados.

Uma Abordagem CTSA a partir das Músicas "Pela Internet" e 'Pela Internet 2' de Gilberto Gil

Erelene Cristina Moreira Santos¹, Laise Vieira Gonçalves², Antonio Fernandes Nascimento Junior²

¹Pós-graduanda do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental - Instituto de Ciências Naturais (ICN) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Docentes do Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

erelene.santos1@estudante.ufla.br; laiseribeiro@ufla.br;
antoniojunior@ufla.br

Abstract. *This paper analyzes the song "Pela Internet" by Gilberto Gil, addressing its implications for Science, Technology, Society, and Environment (CTSA) and reflecting on the use of digital technologies in contemporary society. Through the lyrics and contexts of the songs, the study explores the social, cultural, and political transformations triggered by the internet, reflecting on how digital networks impact communication, human relationships, and access to information. The paper offers an interpretation of the musical work, connecting its themes to current discussions on the role of science and technology in shaping society and the environment, challenging us to consider the opportunities and challenges of the digital world in today's scenario.*

Keywords: *Scientific Education, Environmental Education, Art, CTSA.*

Resumo. *O trabalho analisa a música "Pela Internet", de Gilberto Gil, abordando as implicações CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) refletindo sobre o uso das tecnologias digitais na sociedade contemporânea. Através das letras e contextos das canções, o estudo explora as transformações sociais, culturais e políticas desencadeadas pela internet, refletindo sobre como as redes digitais impactam a comunicação, as relações humanas e o acesso à informação. O trabalho traz uma interpretação da obra musical, conectando suas temáticas a discussões atuais sobre o papel da ciência e tecnologia na configuração da sociedade e do ambiente, desafiando-nos a considerar as oportunidades e os desafios do mundo digital no cenário atual.*

Palavras-chave: *Educação Científica, Educação Ambiental, Arte, CTSA.*

1. Introdução

Várias formas de arte, como música, poesia e cinema, possibilitam a compreensão das interações entre sociedade, cultura, ciência e meio ambiente, oferecendo uma visão crítica sobre questões complexas que moldam nosso cotidiano e as relações sociais, ao mesmo tempo que traduzem emoções e suscitam reflexões que unem subjetividade e contexto social (Pereira; Gonçalves; Nascimento Junior, 2023).

A música, em especial, acompanha a trajetória humana, conectando emoções e valores culturais, e desempenhando papel essencial na expressão de sentimentos e na

criação de uma linguagem universal que ultrapassa barreiras geográficas e temporais. Seja como veículo de protesto, celebração ou introspecção, a música condensa a essência de uma época, despertando sensações e reflexões que vão além da apreciação estética (Ticle; Gonçalves; Nascimento Junior, 2023).

Na disciplina de Abordagens em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), do PPGECA da UFLA, as músicas apresentadas dialogam com os temas da disciplina. Nesse contexto, as canções de Gilberto Gil analisadas destacam-se por abordarem a sociedade e seus avanços ou retrocessos em diferentes épocas.

A música tem potencial para suscitar reflexões coletivas, narrar histórias, perpetuar tradições e contribuir para a construção de identidades (Ticle; Gonçalves; Nascimento Junior, 2023). Gil, ao articular questões sociais, culturais e políticas em suas letras, promove um diálogo enriquecedor sobre os desafios e transformações da sociedade, reforçando a música como registro vivo da experiência humana (Ticle; Gonçalves; Nascimento Junior, 2023).

A tecnologia, presente nas composições, surge como agente de transformação social, alterando meios de comunicação e interação. Analisar seus impactos é fundamental para compreender as implicações éticas, sociais e para a própria definição do ser humano. Essa evolução suscita reflexões sobre controle, poder e interações sociais, mostrando como interesses políticos e econômicos ampliam disparidades e exclusões (Polo, 2024).

O presente trabalho tem por objetivo analisar as canções “Pela Internet” e “Pela Internet 2”, de Gilberto Gil, explorando aspectos científicos e tecnológicos em sua relação com a sociedade e o ambiente, numa perspectiva crítica que dialoga com a educação científica e ambiental.

2. Metodologia

Para a análise das músicas foi adotada a metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2010), que se baseia na interpretação e inferência das ideias presentes no objeto de estudo, permitindo um exame das camadas de significado do filme em diferentes níveis. A análise gira em torno de três pólos cronológicos: a pré-análise, que visa a organização do material a ser analisado; a exploração do material, que envolve a administração sistemática das decisões formuladas nas diversas etapas da pré-análise; e o tratamento dos resultados, que encaminham a inferência e a interpretação, permitindo a exploração dos significados em múltiplos níveis.

3. Resultados e discussão

Gilberto Gil é um dos protagonistas do Tropicalismo, movimento que rompeu os limites da canção popular constituindo uma potente produção discursiva da arte e cultura brasileira (Campos, 1974). Essa abordagem não apenas contribui para uma análise mais profunda da produção musical, mas também para a construção de uma consciência crítica frente aos desafios e às possibilidades do mundo atual. Ao longo das canções é possível identificar algumas questões de cunho social e tecnológico. Na perspectiva social, as letras das músicas acima oferecem uma crítica às dinâmicas da sociedade em diferentes épocas e às interações entre humanos e a tecnologia. Assim, o trabalho levanta eixos que possibilitam uma visão dentro das perspectivas de CTSA.

3.1. Questões éticas, alienação e as interações sociais

“Um barco que veleje, que veleje nesse informar, que aproveite a vazante da infomaré” / “Estou preso na rede, que nem peixe pescado”

As frases acima exploram as relações sociais, mostrando que a internet facilitou interações instantâneas, independentemente da localização das pessoas. Entretanto, mesmo com a conexão simultânea, a sociedade tende a ser mais individualista, pois está moldada pelo modelo econômico e social vigente. A internet atua como instrumento de influência cultural e política, e o ambiente virtual, muitas vezes sem regulamentação, gera desafios éticos, disseminação de notícias falsas e distanciamento social, invisibilizando indivíduos e dificultando seu progresso na sociedade (Pinho, 2011).

“Eu quero entrar na rede, promover um debate, juntar via Internet” / “É zapzap, é like, é Instagram, é tudo muito bem bolado”

Esses trechos provocam reflexão sobre como a internet direciona as conexões sociais. A canção cita localidades como Taipé, Calcutá, Helsinque, Connecticut, Milão, Nepal e Gabão, evidenciando que a tecnologia une indivíduos mesmo fisicamente distantes. Gilberto Gil também critica implicitamente a superficialidade dessas relações, dada a rapidez com que ocorrem (Pinheiro; Costa, 2012).

A tecnologia funciona como intermediária nas interações sociais, facilitando conexões, como ocorreu durante a pandemia, quando ferramentas digitais, chamadas de vídeo e apps de mensagens mantiveram o contato entre pessoas em isolamento. No entanto, os laços sociais tendem a se tornar mecânicos, perdendo parte da conexão emocional e física que caracteriza interações mais profundas (Santaella, 2003).

Assim, a experiência social no ciberespaço revela-se fragmentada; embora todos estejam conectados, muitas informações e vivências não se interligam, gerando ausência de trocas genuínas de afeto. Essa fragmentação oferece oportunidades para conexões mais profundas, mas também aumenta o risco de relações superficiais e alienantes.

3.2. A diferença da sociedade dentro das canções

Se a canção inicial apresenta um tom de empolgação em relação às inovações tecnológicas, com a composição da segunda música, “pela internet 2”, a mesma já vem com um ritmo mais lento, o que chega a ser contraditório, já que a rapidez vem cada vez mais um critério para a sociedade.

A diferença entre as músicas é de duas décadas. Sobre a primeira composição, um fato interessante é que foi a primeira música do Gilberto Gil em que foi colocada na internet, Gilberto Gil foi um dos primeiros artistas a se estabelecer na internet (Costa, 2011), já na segunda ele traz a tecnologia dentro de um novo ambiente, com a ideia de oferecer uma análise crítica aprofundada das mudanças provocadas pela internet e de como essa afeta a sociedade, comunidades, cultura e as interações sociais.

“Que o chefe da polícia carioca avisa pelo celular, que lá na praça onze tem um videopôquer para se jogar” / “Se é música o desejo a se considerar É só clicar que a loja digital já tem”

As frases acima demonstram um dos resultados dos avanços tecnológicos que ocorreram na sociedade, antigamente para se ter contato com as telas era necessário se

locomover para um local, entretanto, hoje as informações e vários outros tipos de serviço estão nos celulares. O primeiro trecho traz a alegoria da música “Pelo telefone”, canção do Martinho da Vila que foi lançada em 1916. Assim, traz a transformação da sociedade e a tecnologia, pois se antes era pelo telefone, agora é pelo celular. Se antes você tinha que ir em uma praça para jogar algum jogo, hoje você pode acessá-lo em lojas digitais (Valente; Silva, 2018).

3.3. Ciência e produtos da tecnologia

É importante que as pessoas desenvolvam uma análise crítica sobre a eliminação de produtos antigos, refletindo sobre o impacto ambiental de sua fabricação e questionando se a troca constante de equipamentos é necessária ou apenas resultado de uma lógica capitalista, muitas vezes seguida sem reflexão (Gonçalves; Ghinato; Araújo, 2024).

A tecnologia, fruto do avanço científico e impulsionada historicamente em contextos como a Guerra Fria, pode ser útil em comunicação, educação, saúde e produção. Por isso, é fundamental compreender não apenas seu funcionamento, mas também suas implicações sociais, culturais e econômicas, avaliando como influencia o cotidiano, molda comportamentos e redefine relações humanas. O aprendizado sobre ciência e tecnologia deve, portanto, ultrapassar a dimensão técnica, promovendo consciência crítica sobre o papel dos avanços tecnológicos frente aos desafios da sociedade (Gonçalves; Ghinato; Araújo, 2024).

3.4. Exclusão, consumo e educação crítica frente às tecnologias digitais

“É zapzap, é like, é Instagram, é tudo muito bem bolado”

A canção evidencia o consumo excessivo de plataformas digitais e redes sociais, incorporadas ao cotidiano. Essa lógica é sustentada por uma sociedade pautada na mercantilização das relações e na criação de necessidades artificiais, gerando alienação, em que os sujeitos reproduzem comportamentos ditados pelas tecnologias sem reflexão crítica sobre os impactos (Pinho, 2011).

As letras também sugerem uma rede global que conecta lugares e culturas. Contudo, o acesso à internet não é igualitário; muitos grupos permanecem à margem devido à falta de infraestrutura ou às desigualdades econômicas. Assim, o avanço tecnológico não é neutro, sendo atravessado por contradições sociais e pelas condições materiais de existência (Pinho, 2011).

Trein (2012) ressalta que a crítica social deve problematizar os mecanismos que reproduzem exclusão, destacando que a educação crítica deve contemplar as diferenças estruturais da sociedade, promovendo reflexão sobre quem realmente tem acesso à tecnologia.

“Que o pensamento é nuvem, o movimento é drone, o monge no convento aguarda o advento de Deus pelo iPhone”

Esse trecho evidencia as transformações culturais provocadas pela tecnologia. Ao ampliar horizontes, a internet também cria novas formas de dependência e alienação, reforçando a necessidade de uma educação crítica que ajude a sociedade a compreender tais mudanças de modo profundo (Trein, 2012).

“As criptomoedas, bitcoins e tais / Não faz economias, novos capitais”

O desenvolvimento tecnológico gera impactos ambientais, especialmente pelo consumo acelerado de recursos e obsolescência programada de equipamentos digitais. Esse ciclo afeta diretamente o meio ambiente e fortalece novas formas de capital e acumulação. A educação ambiental crítica possibilita compreender esses processos inseridos nas relações sociais e econômicas (Portilho, 2005).

4. Considerações finais

As músicas “Pela Internet” e “Pela Internet 2”, de Gilberto Gil, oferecem uma reflexão sobre as transformações sociais e culturais promovidas pela tecnologia digital, desde a primeira em 1996 até a segunda em 2018. Ao traduzir em arte as dinâmicas de uma sociedade conectada, Gil evidencia o impacto da internet nas relações humanas, no acesso à informação e na construção de uma nova realidade social, mostrando o digital como agente de mudança que redefine comunicação, aprendizado e autopercepção.

A partir dessas músicas, desenvolve-se uma análise CTSA que explora como as tecnologias digitais moldam a sociedade contemporânea, especialmente no uso da internet como meio de comunicação e interação, refletindo sobre papéis sociais, códigos emergentes e novas formas de expressão no ambiente virtual.

As composições também convidam à reflexão sobre as relações entre tecnologia, ética e sociedade, alertando para os efeitos da conexão permanente e do monitoramento das nossas vidas. Embora a internet amplie a conectividade, também impõe desafios à socialização e à construção da identidade, funcionando como uma crônica musical da transição do mundo analógico para o digital, abordando mudanças nas relações de proximidade, pertencimento e virtualização das interações.

Portanto, a análise das músicas permite uma abordagem CTSA que vai além dos aspectos técnicos ou filosóficos da tecnologia, contemplando seu papel nas relações sociais e culturais, assim como os desafios éticos, sociais e políticos de um mundo digitalizado. Gilberto Gil nos convida a refletir sobre limites, possibilidades e consequências dessa nova era, promovendo um olhar crítico e consciente sobre a tecnologia e suas transformações na sociedade. As músicas não apenas retratam a sociedade em mudança, mas também estimulam postura crítica diante do consumo e da tecnologia, evidenciando a necessidade de equilibrar progresso tecnológico e preservação dos vínculos humanos. Dessa forma, a obra de Gil se torna uma ponte entre arte e educação científica e ambiental, oferecendo caminhos para compreender e agir de forma consciente em uma sociedade cada vez mais conectada e mediada pela ciência e tecnologia.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

Bardin, L. (2010) “Análise de conteúdo”, Lisboa, Edições 70.

Campos, A. (1974) “Balanço da bossa e outras bossas”, São Paulo, Editora Perspectiva.

- Costa, E. (2011) “Jangada digital: Gilberto Gil e as políticas públicas para a cultura das redes”, Rio de Janeiro, Azougue.
- Gil, G. (1996) Pela Internet. [Música]. No álbum Quanta, Sony Music.
- Gil, G. (2018) Pela Internet 2. [Música]. No álbum Ok Ok Ok, Warner Music.
- Gonçalves, J. P., Ghinato, B. and Araújo, M. (2024) “Superdesenvolvimento em tempos de crise”, *Cacupé - Revista de Textualidades Acadêmicas*, Vol. 1, No. 1, pp. 50–60.
- Marotti, G. (2021) “Banda larga cordel: cultura e mediação tecnológica na trajetória de Gilberto Gil”, In: *Pesquisa em Arte, Mídias e Tecnologia: Textos Selecionados*, Stricto Sensus Editora, [S.l.], pp. 105–116.
- Pereira, D. C., Gonçalves, L. V. and Nascimento Junior, A. F. (2023) “Questões ambientais e socioculturais: o filme Brava Gente Brasileira e os diálogos com discentes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID-Biologia)”, *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, Vol. 19, No. 1, pp. 131–141.
- Pinheiro, M. R. S. and Costa, C. M. S. (2012) “Ciberespaço e territorialidades: olhar geográfico da música Pela Internet”, In: *Encontro Cearense de História da Educação (ECHE)*, 11.; *Encontro Nacional do Núcleo de História e Memória da Educação (ENHIME)*, 1., Fortaleza, Anais..., Impreco, pp. 918–928.
- Pinho, J. A. G. de (2011) “Sociedade da informação, capitalismo e sociedade civil: reflexões sobre política, internet e democracia na realidade brasileira”, *Revista de Administração de Empresas*, Vol. 51, No. 1, pp. 98–106.
- Polo, M. (2024) “O pensamento de que a máquina é pensante”, *Revista Eletrônica Internacional de Economia Política da Informação da Comunicação e da Cultura*, Vol. 26, No. 2, pp. 70–80.
- Portilho, F. (2005) “Consumo sustentável: limites e possibilidades de ambientalização e politização das práticas de consumo”, *Cadernos EBAPE.BR*, Vol. 3, No. 3, pp. 1–12.
- Santaella, L. (2003) “Culturas e artes do pós-humano: da cultura das mídias à cibercultura”, São Paulo, Paulus.
- Ticle, E. M. N. S., Gonçalves, L. V. and Nascimento Júnior, A. F. (2023) “Arte e resistência: possibilidades de divulgação científica e cultural a partir da música Boca da Noite: art and resistance: scientific and cultural communication possibilities through the song ‘Boca da Noite’”, *Revista do EDICC*, Vol. 9.
- Valente, M. N. and Silva, D. P. (2018) “Os cuidados e alternativas para o descarte e reutilização do lixo eletrônico”, In: *Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe*, 10., São Cristóvão, SE, Anais..., São Cristóvão, SE, pp. 554–561.

Arte, Ciência e Educação: A Cerâmica como Possibilidade Pedagógica na Formação Docente em Biologia

Karoline Silva Carvalho¹, Laise Vieira Gonçalves², Antonio Fernandes Nascimento Junior²

¹Mestranda do Programa de Pós- Graduação em Educação Científica e Ambiental/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Docentes do Programa de Pós- Graduação em Educação Científica e Ambiental/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

karoline.carvalho1@estudante.ufla.br, laiseribeiro@ufla.br,
antoniojunior@ufla.br

Abstract. *Science teaching is often conducted in isolation, decontextualized, and distant from students' realities. Art presents an opportunity to broaden perspectives, integrate knowledge, bridge the gap between art and science, discuss various issues surrounding the topics covered, and establish connections between science, culture, and society. Thus, ceramics presents itself, in this context, as an opportunity to engage knowledge, encourage critical reflection, and help make the teaching-learning process more meaningful.*

Keywords: *Ceramics, science teaching, art and education, teacher training.*

Resumo. *O ensino de Ciências muitas vezes é conduzido de forma isolada, descontextualizada e distante da realidade dos alunos. A Arte aparece como uma oportunidade de ampliar perspectivas, integrar conhecimentos, aproximar arte e ciência, discutir diferentes problemáticas em torno dos temas abordados e estabelecer conexões entre ciência, cultura e sociedade. Assim, a cerâmica se apresenta, nesse contexto, como uma possibilidade que dialoga saberes, estimula a reflexão crítica e ajuda a tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo.*

Palavras-chave: *Cerâmica, ensino de Ciências, arte e educação, formação de professores.*

1. Introdução

Em uma prática pedagógica, é importante buscar formas de compartilhar o conhecimento conectadas à realidade dos alunos, tornando-o mais significativo. A Arte pode ser aliada nesse processo, pois, integrada à Ciência, tem potencial para enriquecer o ensino e ampliar a compreensão dos conteúdos. Campos (2002) reafirma a importância dessa troca ao argumentar que o conhecimento se constrói por meio do diálogo, e que, ao reconhecer diferenças, possibilita compreensão mútua e abre espaço para novas formas de interpretar situações contextos socioculturais.

No ensino de Ciências, é um desafio evitar a desarticulação e o distanciamento do cotidiano do aluno, exigindo práticas que superem a simples exposição de conteúdos da pedagogia tradicional. Saviani (2011) critica esse modelo por não estimular reflexão crítica, reproduzir desigualdades e beneficiar grupos privilegiados, sendo necessário superá-lo para favorecer a transformação social. Por isso, contextualizar o conhecimento a partir da realidade dos estudantes é essencial, abrindo espaço para discussões críticas e favorecendo a construção do saber.

Ao relacionar Arte e Ciência por meio da cerâmica, surge a oportunidade de reconhecer como essas áreas se conectam, promovendo discussões crítico-reflexivas além dos conceitos biológicos e ampliando a formação dos alunos. O estudo de Rosario e Silva (2024) exemplifica essa possibilidade ao mostrar que o trabalho dos ceramistas da Vila Cuera envolve um domínio empírico, baseado em observação, prática e experiência de princípios da Física, como a transferência de calor. Os autores destacam ainda que, mesmo sem formação acadêmica, esses ceramistas integram conhecimentos científicos construídos pela experiência, evidenciando que práticas tradicionais valorizam tais saberes. Este estudo discute a viabilidade da cerâmica no ensino de Ciências, mostrando que ela vai além da expressão artística, também oferece a oportunidade de incentivar a criticidade e a aprendizagem dos alunos.

2. Referencial Teórico

O conceito de Ciências muitas vezes é visto apenas como a disciplina denominada Ciências. Ao se falar em “aula de Ciências”, geralmente se imagina uma disciplina isolada, com conteúdos fragmentados e, muitas vezes, restritos à Biologia, o que empobrece a compreensão do que ela realmente abrange e significa. Por isso, é importante que os conteúdos não sejam trabalhados de forma separada, mas de maneira integrada, apontando as ligações entre esses conceitos (Lovat; Lobino; Sgarbi, 2017).

Nesse sentido, a Arte surge como alternativa para romper a visão limitada do conhecimento, a fim de tornar a Ciência mais dialogada com a sociedade, a cultura e o meio ambiente. Ao promover esse diálogo, a aprendizagem se amplia, mostrando como os diferentes saberes se relacionam entre si e aperfeiçoando a visão de mundo do indivíduo. Para que isso aconteça, os professores devem estar preparados para acompanhar as necessidades da sociedade e da educação, superando a fragmentação do conhecimento no ensino e na formação de professores, assim como defendem (Lovat; Lobino; Sgarbi, 2017). Wippel e Gebara (2022) afirmam essa condição ao argumentar que ao se apropriar dos conceitos científicos, o futuro professor desenvolve sua formação cultural, compreendendo que o conhecimento só ganha sentido quando contextualizado.

Também é importante mostrar aos alunos que a aprendizagem não se restringe à sala de aula. Segundo Silva et al. (2020, p. 15), “é notório que o aprendizado não se restringe ao espaço físico da escola, ele abrange um espaço mais amplo e não envolve delimitações”. Diferentes espaços, como museus e centros culturais, oferecem oportunidades de novas formas de aprendizagem, em que exposições e atividades contribuem para aproximar os estudantes da ciência, evitando que ela pareça distante e de difícil compreensão. Segundo Pinheiro et al. (2018), os museus são particularmente relevantes para o ensino de Ciências, pois permitem o contato direto com os saberes científicos, favorecendo o interesse pelo conhecimento e ampliando a compreensão sobre o mundo. Wippel e Gebara (2022) defendem que essa aproximação entre Ciência e Arte incentiva discussões frequentemente ausentes no ensino de Ciências, como as

culturais, sociais e éticas, contribuindo para valorizar experiências e superar a hegemonia sociocultural.

Diante dessas reflexões, entende-se que essa relação pode ajudar a construir práticas pedagógicas mais amplas. Pensar o ensino de forma integrada significa valorizar diferentes formas de conhecimento. Também se mostra relevante repensar a formação docente, considerando que os professores atuam como mediadores e buscam elaborar metodologias que façam sentido para os alunos e estejam ligadas às demandas sociais, reforçando a ideia de Moraes (2023) de que o professor deve desenvolver práticas pedagógicas que aproximem os alunos do conhecimento.

Nesse contexto, a cerâmica apresenta-se como um recurso potencial, capaz de tornar a aprendizagem mais atrativa e favorecer o diálogo entre Arte e Ciência, aproximando diferentes saberes. Diehl (2017) observa que “a arte, a cerâmica e a cultura possibilitam instigar a curiosidade dos estudantes para compor uma dimensão formativa” (p. 90), contribuindo para o fortalecimento das relações de ensino e aprendizagem. Diehl (2017), ressalta que, em seu estudo, num contexto integrado de ensino, pesquisa e extensão, a prática com a cerâmica proporcionou novas formas de perceber, pensar e agir, promovendo experiências criativas e reflexivas. Essa prática ajudou a repensar métodos tradicionais de ensino e a refletir sobre o papel social e transformador da educação.

Ao pensar o ensino de Ciências, é importante reconhecer que existem diferentes formas de produzir conhecimento. Nesse sentido, de acordo com Silva e Baptista (2018), o conhecimento científico e tradicional devem se complementar por meio de um diálogo contínuo, sem que um sobreponha o outro, valorizando o papel de cada um no processo de aprendizagem.

É sabido que o conhecimento tradicional reúne saberes valiosos para a vida e a relação com a natureza. Trazer esses saberes para a sala de aula pode ajudar na aproximação do ensino à realidade cotidiana dos alunos. Além disso, a partir da perspectiva de Diehl (2017), a cerâmica possibilita abordar conteúdos relacionados às relações étnico-raciais, afro-brasileira e indígena, englobando aspectos históricos, culturais e artísticos. Com base nessas observações, entende-se que ela pode possibilitar a abordagem de diversas problemáticas que contribuem para o fortalecimento do processo educativo, destacando-se entre elas as questões ambientais.

Segundo Vargas (2016), o processo de extração de argila em olarias, destinada à indústria cerâmica, envolve o decapeamento do solo, podendo causar erosão, alterar a paisagem e contaminar águas subterrâneas. Com base nisso, por exemplo, é possível desenvolver aulas sobre os impactos ambientais dessas fábricas, relacionando o processo industrial ao uso consciente dos recursos naturais. Também podem ser abordados aspectos biológicos, como a influência do clima e do solo nas práticas locais, adaptações na alimentação, moradia e produção cultural em diferentes biomas, além de reflexões sobre dimensões sociais, culturais e políticas e a relação entre práticas artesanais e processos industriais contemporâneos.

De acordo com Diehl (2017), a arte, a cerâmica e a cultura permitem despertar a curiosidade dos estudantes, compondo uma dimensão formativa, fortalecendo as relações de ensino e aprendizagem e apoiando a prática pedagógica. Nesse sentido, ao trazer uma peça cerâmica para a sala de aula, abre-se um universo de possibilidades educativas que vão além do aspecto estético, podendo permitir a abordagem de aspectos culturais, históricos e ambientais relacionados à produção da peça.

3. Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como pesquisa qualitativa, de caráter bibliográfico, voltada à discussão do uso da cerâmica no ensino de Ciências e na formação de professores. Foram analisados materiais acadêmicos por meio de leitura reflexiva, considerando experiências pedagógicas que articulam Arte, Ciência e Educação, evidenciando a relevância da cerâmica como prática educativa.

4. Resultados e discussões

Para ilustrar as ideias discutidas, foram coletados relatos de alunos que participaram de uma oficina de cerâmica durante a Semana da Primavera dos Museus, na UFLA, em 25 de setembro de 2025. A atividade integrou Educação Científica e Ambiental à prática com a cerâmica, incluindo uma breve introdução sobre sua história e uma parte prática com a técnica do belisco. Participaram 13 alunos, sendo selecionados os relatos mais próximos dos objetivos do estudo.

De modo geral, os estudantes demonstraram interesse e envolvimento. Alguns comentários destacaram a experiência prática e o aprendizado sobre a história da cerâmica: *“nos aproximou deste mundo e nos permitiu entender melhor sobre tal arte”* (Aluno 1); *“aprendemos muito sobre a história da cerâmica, sua origem e importância”* (Aluno 2); *“a parte prática foi incrível, adorei a experiência”* (Aluno 8). Outros perceberam a relação da oficina com o ensino de Ciências: *“o exemplo de uso da cerâmica em sala de aula para explicações de conteúdos biológicos, como a paleontologia”* (Aluno 11); *“permitiu compreender a importância da cerâmica para a humanidade e como podemos utilizá-la em abordagens pedagógicas”* (Aluno 12).

Mesmo sem o objetivo de discutir aspectos pedagógicos de forma profunda, os relatos mostram que os estudantes reconheceram, ainda que de forma simples, que a arte pode aproximar a ciência do cotidiano. Assim, as experiências vivenciadas na oficina ajudam a refletir sobre o potencial da cerâmica no ensino, mostrando como práticas desse tipo podem despertar interesse, curiosidade e novas formas de aprender.

5. Considerações Finais

O estudo reflete a possibilidade de que a cerâmica, quando usada no ensino de Ciências, ajude a superar a separação entre os conteúdos e favorecer práticas mais integradas. Mais do que uma expressão artística, ela pode ser uma experiência pedagógica que aproxima Arte, Ciência e Sociedade, promove discussões sobre questões ambientais, culturais e sociais e ainda estimula o pensamento crítico dos alunos. Essa integração torna a Educação Científica mais significativa quando em diálogo com diferentes formas de conhecimento.

Nesse sentido, a cerâmica funciona como ponte que conecta culturas e práticas diversas, aproximando a ciência do cotidiano e tornando a aprendizagem mais crítica e contextualizada. O docente desempenha papel essencial nesse processo, ao pensar metodologias que façam sentido para os alunos e estejam alinhadas às demandas sociais e culturais contemporâneas, fortalecendo a educação reflexiva. Este trabalho reflete sobre a importância de integrar Arte e Ciência no ensino, com destaque na utilização da cerâmica nesse processo. Pesquisas futuras poderão aprofundar a discussão por meio de outras experiências práticas, ampliando a compreensão sobre seus efeitos na aprendizagem e na formação docente.

Agradecimentos

CAPES, CNPq e FAPEMIG.

6. Referências

- Anjos, A. J. S. dos. Ensino de Física: a realidade cotidiana e o conhecimento científico no contexto da escola. *Sitientibus: Série Ciências Físicas*, v. 1, p. 72-78, 2005. Disponível em: <https://periodicos.uefs.br/index.php/SSCF/article/view/SSCF-v.1-A11/4385>
- Campos, M. D. Métodos de coleta e análise de dados em Etnobiologia, Etnoecologia e disciplinas correlatas. In: AMOROZO, M. C. M.; MING, L. C.; SILVA, S. M. P. (orgs.). *Métodos de coleta e análise de dados em Etnobiologia, Etnoecologia e disciplinas correlatas*. Rio Claro: Sociedade Brasileira de Etnobiologia e Etnoecologia, 2002. p. 61-64..
- Diehl, V. A interface da cerâmica nas dimensões do ensino, da pesquisa e da extensão. *Revista NUPEART*, v. 18, p. 81-93, 2017. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/nupeart>
- Lovat, T. J. C.; Lobino, M. G. F.; SGarbi, A. D. *A ciência, a cultura, a panela de barro e o manguezal: uma mistura possível*. Vitória, ES: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2017. 60 p. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/564126/2/MPCM_Produto%20Educacional_Therezinha%20de%20Jesus%20Chanca%20Lovat_Turma%202014_V%20Final%20em%202018.pdf
- Moraes, T. R. *Arte e educação: a cerâmica como ferramenta pedagógica no ensino de História*. 2023. 91 f. Dissertação (Mestrado em Docência para Educação Básica) — Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/251129>
- Paz, Y. M.; Holanda, R. M.; El-Deir, S. G. Uso da argila no processo produtivo da cerâmica vermelha: um estudo de caso no município de Paudalho, Pernambuco. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 1, p. 231-240, 2015. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2894>
- Pinheiro, C. S.; Lima, M. S. de; Gracioli, J. M. A.; Santos, R. A. F. O. de. Espaços não formais: utilização dos museus no processo de ensino/aprendizagem voltado às Ciências. *Evidência: Olhares e Pesquisa em Saberes Educacionais*, Araxá, v. 14, n. 14, p. 149-158, 2018. DOI: <https://doi.org/10.29327/evidencia.v14.i14.a12>
- Rosario, S. A. S. do; Silva, C. A. F. da. Interseções entre a Física e os saberes da tradição ceramista. *Paradigma*, Maracay, v. 45, n. 1, e2024021, 2024. DOI: <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2024.e2024021.id1532>
- Saviani, D. *Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações*. 11. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330487482_PEDAGOGIA_HISTORICO-CRITICA_PRIMEIRAS_APROXIMACOES

Silva, I. P. B. da; Santos, R. E. C. dos; Padovan, P. A. Espaços não formais de educação: a importância do Museu Espaço Ciência como mediador do ensino de ciência em Pernambuco. *Revista Científica da UFPE*, Pernambuco, 2020.

Souza Silva, M. L.; Costa Santos Baptista, G. Conhecimento tradicional como instrumento para dinamização do currículo e ensino de ciências. *Gaia Scientia*, v. 12, n. 4, p. 90–104, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2018v12n4.38710>

Wippel, M.; Gebara, M. J. F. Arte, Ciência e Educação: um encontro necessário. *Educação Pública – Divulgação Científica e Ensino de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 29–34, mar. 2022. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/divulgacao-cientifica/index.php/educacaopublica/article/view/61/29>

Poema *Lira Itabirana* de Carlos Drummond de Andrade: análise e diálogo entre arte, interdisciplinaridade e formação continuada de professores de ciências.

Jorge Luís Thomaka Freire¹, Marco Túlio Jorge Cortez¹, Antonio Fernandes Nascimento Junior², Laise Vieira Gonçalves Ribeiro²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jorge.freire1@estudante.ufla.br, mtcortez@gmail.com, antoniojunior@ufla.br,
laiseribeiro@ufla.br

Resumo: Este trabalho é oriundo das discussões na disciplina Estudo e Desenvolvimento de Propostas de Ensino Interdisciplinares em Ciências do PPGECA da UFLA. O tema partiu da análise do poema de Carlos Drummond de Andrade: *Lira Itabirana* e os enunciados nele contidos objetivando propiciar um ensino-aprendizagem calcado na interdisciplinaridade a ser apresentado na formação continuada de professores.

Palavras-chave: Carlos Drummond de Andrade, Poemas, Interdisciplinaridade, Formação, Professores.

Abstract: This work arises from discussions in the discipline "Study and Development of Interdisciplinary Teaching Proposals in Sciences" of the PPGECA at UFLA. The theme was based on the analysis of Carlos Drummond de Andrade's poem "Lira Itabirana" and its statements, aiming to provide a teaching-learning process based on interdisciplinarity to be presented in continuing teacher education.

Keywords: Carlos Drummond de Andrade, Poems, Interdisciplinarity, Training, Teachers.

1. Introdução

Sobre Drummond muito já foi dito, escrito ou analisado considerando sua relevância histórica no contexto cultural e político nacional. Trata-se de autor cuja trajetória foi marcada, entre outras, pela crítica à exploração mineral do Brasil, em especial de Itabira/MG onde nasceu no início do século XX. Entre suas inúmeras obras que permearam as várias fases do seu trabalho, *Lira Itabirana* (1983) se destaca por conter

uma veemente, mas ao mesmo tempo sutil crítica à exploração mineral estrangeira das riquezas naturais brasileiras. Igualmente, o autor já ressaltava as consequências sociais daquela expropriação e a crise econômico-financeira pela qual passava o Brasil no início da década de 80. Por fim, o poeta faz menção, já na primeira estrofe do poema, ao Rio Doce que emprestava o nome à então mineradora estatal, Vale do Rio Doce.

Com todos esses elementos plasmados na obra do poeta já em sua última fase, é possível trabalhá-los na formação continuada de professores de ciências por meio da interdisciplinaridade. Neste caso, propícios os ensinamentos de um dos expoentes sobre o tema no país, o Prof. Dr. Hilton Ferreira Japiassu (1934-2015). Para Japiassu (1976) a interdisciplinaridade era um processo de diálogo entre as disciplinas e já surgia, naquela época, como oposição sistemática ao tipo tradicional de organização do saber, tornando-se meio de resistência a enfrentar a multiplicação desordenada das inúmeras especialidades e das linguagens particulares, e por que não dizer excludentes, das ciências (JAPIASSU, 1976). A interdisciplinaridade e sua aplicabilidade no ensino das ciências torna sua abordagem e análise relevantes neste trabalho à medida em que a educação em ciência enfrenta um novo e enorme desafio, em especial com mais um “novo” ensino médio promovido pela Política Nacional de Ensino Médio instituída pela Lei 14.945/2024 com início de implementação neste ano de 2025. Assentadas aquelas premissas, coube a este trabalho apresentar o poema de Drummond como sendo apto a colaborar na formação continuada de professores de ciências baseado na interdisciplinaridade entre os vários eixos nele contidos, tais como econômico, social, ambiental, político e histórico.

2. Metodologia

Analisar um poema e trabalhá-lo em sala de aula a fim de promover um diálogo interdisciplinar, sem instrumentalizar os inúmeros conceitos e inferências nele contidos, merece uma especial atenção dos professores. A metodologia de pesquisa qualitativa se mostra, sem dúvidas, a que melhor alcança aquele objetivo utilizando-se da análise de conteúdo a fim de identificar e extrair os significados implícitos e explícitos impregnados no poema *Lira Itabirana*.

Aquela análise visa por meio de um procedimento sistemático e tripartido decodificar os sentidos postos pelos sujeitos aos seus discursos articulando-os com os objetivos da pesquisa (BARDIN, 2011).

Portanto, mais do que simplesmente descrever as mensagens implícitas e explícitas contidas naquele poema, forçosa a reconstrução interpretativa ancorada teoricamente.

Neste caso o poema passou por uma análise na qual foram encontrados conceitos científicos suficientes e aptos a mediar o ensino de ciência a ser promovido pelos professores em sala de aula, num contexto pedagogia histórico-crítico desenvolvido por Dermeval Saviani em sua obra *Escola e democracia* lançada originalmente em 1984.

3. Multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, transdisciplinaridade e interdisciplinaridade

Prestes a completar 50 anos do lançamento do livro *Interdisciplinaridade e Patologia do Saber* (JAPIASSU, 1976) torna-se obra importante do ponto de vista epistemológico para,

analisarmos se seria adequado trabalharmos com aquele poema no ensino de ciências, sem instrumentalizá-lo e, por conseguinte, servir à formação continuada de professores.

Japiassu, àquela época, destacava que o termo *interdisciplinar* era um neologismo no sentido de ainda não possuir uma definição epistemológico única e estável (JAPIASSU, 1976). Neste trabalho não iremos adentrar a uma profunda análise sobre os inúmeros conceitos e significados acerca da interdisciplinaridade.

É suficiente, por ora, que para o autor a compreensão sobre aquele novo vocábulo perpassava pela compreensão de outros termos nele contidos, v.g. o termo *disciplina*. Este, estão, abarcaria o sentido de ciência e, por consequência, *disciplinaridade* nada mais seria do que a exploração científica especializada de determinado domínio homogêneo de estudo.

Quanto aos demais termos *multidisciplinaridade* e *pluridisciplinaridade* o autor apenas os admitia com o fito de servirem a melhor compreensão daquele primeiro. A multidisciplinaridade sofria críticas de Japiassu por evocar apenas uma justaposição dos recursos de várias disciplinas afastando dois elementos essenciais da interdisciplinaridade, quais sejam, o trabalho coordenado e em equipe.

Portanto, a interdisciplinaridade se diferiria dos demais conceitos, pois que nela deverá haver uma intensa troca entre os especialistas e um grau considerável de integração verdadeira das disciplinas que funcionassem no bojo de um projeto de pesquisa. Não bastaria a justaposição de dados sem coordenação ou integração metodológica, pois deste modo estaríamos a falar apenas de multi- ou pluridisciplinaridade. Para haver a interdisciplinaridade é condição *sine qua non* que as disciplinas envolvidas deixem o processo dialógico enriquecidas umas pelas outras a ponto de se integrarem e convergirem, após serem comparados e julgados (JAPIASSU, 1976). Piaget (1972), em sua obra *L'épistémologie des relations interdisciplinaires* destacava que a interdisciplinaridade deixava de ser um mero produto de ocasião para conceber-se como condição do próprio progresso das pesquisas nas ciências humanas.

Não obstante, foi o próprio Piaget quem ultrapassou aqueles três termos (multi-, pluri- e inter-) e suas definições epistemológicas criando o termo *transdisciplinar* (PIAGET, 1972 apud JAPIASSU, 1976, p.75 e 76).

Entretanto, quanto a *transdisciplinaridade* vir a ser posta em prática, o próprio Piaget reconhecia ainda estar no campo dos sonhos, longe da realidade daquela época. Decorrido mais de 50 anos, a despeito de inúmeros esforços pode-se verificar que ainda não se tornou uma realidade no ensino.

É cediço que Carlos Drummond de Andrade (1902-1987) dispensa maiores apresentações dada sua inafastável relevância para cultura brasileira. O que escrever sobre alguém de tamanha envergadura quando todos já se debruçaram e esmiuçaram suas obras.

A específica escolha do poema *Lira Itabirana* se deu porque nele encontra-se imbricado elementos como economia, política, sociologia e um forte preocupação ambiental.

.

4. Poemas Lira Itabirana

Carlos Drummond de Andrade (1902-1987) dispensa maiores apresentações dada sua inafastável relevância para cultura brasileira. O que escrever sobre alguém de tamanha envergadura quando todos já se debruçaram e esmiuçaram suas obras.

Lira Itabirana foi um poema de Drummond publicado pela primeira vez em 1983 e não em 1984 como algumas fontes indicam, isso se deu quase quatro anos antes da sua morte. A específica escolha do poema se deu porque nele encontra-se imbricado elementos como economia, política, sociologia e um forte preocupação ambiental. Naquela fase do poeta, estava consolidada a sua luta em forma de resistência face a exploração das riquezas nacionais que beiravam às raías da expropriação, com foco todo especial em sua cidade natal, Itabira/MG.

O poema nunca fez parte de qualquer livro de poesia de Drummond, fato que até levantou dúvidas acerca de ter sido dele a autoria. Contudo, esta foi confirmada ao se verificar que o poema havia sido publicado pela primeira vez no jornal *O Cometa Itabirano* n.º 58 em dezembro de 1983.

A seleção deste poema se deu em função dos inúmeros elementos e as referências com os quais o poeta trabalhou e criou a obra. Pensando em interdisciplinaridade e a formação continuada de professores de ciências, o poema amolda-se perfeitamente ao objetivo almejado.

Já na primeira estrofe Drummond faz referência ao Rio Doce, cujo nome complementava o nome da, então, empresa mineradora estatal Vale do Rio Doce. “O Rio? É doce. A Vale? Amarga. Aí, antes fosse mais leve a carga...”

Há inúmeros elementos nesta estrofe com os quais os professores poderão trabalhar em sala de aula no ensino de ciências, são eles: o eixo econômico, social, ambiental, político e histórico. Ao fazer referência entre os vocábulos antônimos “doce” e “amargo” e entre o “Rio” e a “Vale”, respectivamente, o poeta por meio da metáfora atribui à Vale uma característica depreciativa, uma vez que ela era, e ainda é, a empresa responsável pela mineração na região.

Em seguida, o poeta faz referência à “carga” permitindo um duplo sentido: o primeiro, à carga como resultado da exploração mineral; e o segundo, como sendo a forte carga emocional de ter que conviver com os efeitos deletérios da mineração.

Portanto, perfeitamente possível aos professores trabalharem o contexto histórico-político e geográfico do porquê, na visão do poeta, a Vale era “amarga” trazendo à discussão o papel da empresa estatal na época.

No eixo histórico-político destaca-se a fundação da Vale em 1942 no governo de Getúlio Vargas com o objetivo de explorar as riquezas minerais do quadrilátero ferrífero, região localizada no centro-sul do estado de Minas Gerais e com extensão territorial de aproximadamente sete mil quilômetros quadrados, é formado pelas cidades de Sabará, Rio Piracicaba, Congonhas, Casa Branca, Itaúna, Itabira, Nova Lima, Santa Bárbara, Mariana, Ouro Preto, entre outras.

Para Drummond a “carga” advinda da nociva exploração mineral promovida pela estatal tinha o potencial de trazer mais malefícios do que as divisas, provenientes da venda do minério no mercado estrangeiro, as quais poderiam propiciar o bem-estar social aos moradores da região e do país.

Prossegue Drummond com a crítica. Na segunda estrofe do poema ao ressaltar os “ais” decorrentes da exploração mineral estatal e venda do minério às empresas multinacionais estrangeiras. “...Entre estatais e multinacionais, quantos ais!...”.

Uma vez mais, o contexto histórico-crítico e econômico pode ser abordado pelos professores em sala de aula. A Vale do Rio Doce seguiu como empresa estatal até 1997 quando no governo do presidente Fernando Henrique Cardoso foi privatizada pelo valor de apenas R\$ 3,3 bilhões [1], considerado por analistas um preço vil, dado o potencial da empresa.

Curiosamente, a nova companhia apenas com o nome de VALE S.A (VALE3) encerrou 2024 com um lucro líquido de R\$ 31,59 bilhões. Naquele mesmo ano a companhia possuía um ativo total de R\$ 496,33 bilhões e um patrimônio líquido de R\$ 213,72 bilhões [2] demonstrando que desestatização teve potencial de causar um enorme prejuízo ao erário.

Outro eixo a que nos remete a terceira estrofe do poema é o econômico. Com ele é possível ser trabalhado em sala de aula, não somente o contexto histórico do país naquela época, mas, igualmente, o cenário político-econômico. “... A dívida interna. A dívida externa. A dívida eterna...”.

Não é demais lembrar que em 1983 havia forte turbulência acerca da dívida pública externa e interna brasileira. O Brasil se encontrava numa difícil situação cambial e econômica no início dos anos 80. No dia 20 de dezembro de 1982 o Brasil recorreu ao FMI (Fundo Monetário Internacional) se reuniu com o governo norte americano e os maiores credores externos no Hotel Plaza em Nova Iorque. O objetivo era apresentar o denominaria Plano Brasileiro de Financiamento e obter um empréstimo de US\$6 bilhões, tendo sido concluído e assinado em 25 de fevereiro de 1983 quando foi anunciado à comunidade financeira internacional [3]. Entretanto, o plano fracassou ao logo de sua implementação e aquele período foi chamada de *década perdida*.

Ora, Drummond passou a vida no serviço público e em 1934 mudou-se então para o Distrito Federal da época, onde hoje está localizada a cidade do Rio de Janeiro. Como servidor público e homem crítico que era, podíamos esperar que ele se angustiasse ao ver a exploração mineral desenfreada no país que gerava enorme riqueza e, em contrapartida, vivia o galopante endividamento brasileiro, fomentando uma dívida interna e externa que ele tratou de plasmar no poema como *dívida eterna*. Passados 42 anos as dívidas interna e externa ainda estão a levar nossas “montanhas” de riquezas sem que diminuam na mesma proporção. O poeta estava certo.

Assim, com esses dados que exsurgem de uma análise da terceira estrofe, os professores possuem inúmeros elementos possíveis de serem trabalhados em sala de aula, objetivando um ensino-aprendizagem interdisciplinar, sem a indesejável instrumentalização do conteúdo. Levar aos alunos conceitos de economia, história e política, articulados por meio de um poema é trazer para a prática pedagógica a interdisciplinaridade e a pedagogia histórico-crítica. A PHC surgiu como proposta teórica e metodológica voltada à formação consciente do indivíduo se opondo às teorias pelas quais a escola é vista como mera reprodutora (reprodutivistas) das desigualdades sociais (SAVIANI, 1991). Embora já fossem encontradas em obras anteriores de Saviani, a PHC recebeu seus fundamentos e nome definitivos em 1984, coincidentemente, meses após a publicação do poema de Drummond em dezembro de 1983. Tornou-se referência na resistência contra as privatizações e de luta em defesa da classe trabalhadora da época.

Sendo ambos contemporâneos, é perfeitamente possível analisar a década de 80 e a subsequente, como tendo sido extremamente difícil para a classe trabalhadora do ponto de vista econômico e social. Estes dois aspectos são encontrados e podem ser trabalhados em sala de aula, a partir daquela terceira estrofe, procurando provocar no aluno um despertar para uma educação transformadora.

Finalmente, a última parte do poema evidencia, com maior intensidade, dois elementos cuja preocupação o poeta bem ressalta, são elas: o comportamento submisso do país frente a dominação econômica estrangeira da época e as consequências sociais oriundas daquela submissão. “...Quantas toneladas exportamos de ferro? Quantas lágrimas disfarçamos sem berro?”

Com perguntas retóricas Drummond, do alto dos seus 81 anos vividos próximos às oligarquias brasileiras, mas sem compactuar com elas, revela com propriedade as dores com as quais sofriam emudecidas a classe trabalhadora e a população em geral, sob o julgo do capital. De certo que as questões das ciências sociais, mormente a luta de classes são passíveis de serem trabalhadas no bojo da interdisciplinaridade em sala de aula. A estrofe permite e, até remete à esta análise, sendo a referência de “Quantas lágrimas disfarçamos sem berros” uma clara alusão à subjugação do país pelo capital estrangeiro.

5. Conclusão

Com o poema de Drummond: *Lira Itabirana* pôde-se verificar e trabalhar com inúmeros conceitos de ciências baseados no que o autor disse ao longo do texto. Por meio da análise de conteúdo de Bardin, foi-nos apresentada a possibilidade de dialogar por uma perspectiva interdisciplinar nos moldes defendidos por Japiassu. É a poesia como forma de conhecimento que traz em si a possibilidade de apoderamento de novos saberes.

Por sua vez, a pedagogia histórico-crítica de Saviani desenvolvida na mesma época da publicação do poema, igualmente, pode auxiliar e propiciar a problematização de vários eixos científicos encontrados e plasmados na obra, viabilizando aos professores contextualizarem e de forma interdisciplinar trabalhar o ensino de ciências no âmbito da sala de aula, uma vez que o professor é o mediador entre o saber elaborado e a realidade do aluno, promovendo nele uma consciência crítica.

Esta conclusão assemelha-se ao óbvio ululante, mas, por vezes, esquecida diante de tantos desafios enfrentados no ambiente do ensino, em especial, nas salas de aula. Como dito ainda na introdução o ensino médio, uma vez mais, passa por outra “nova” reforma cujos efeitos e frutos são incertos, haja vista que não se trata de um aprimoramento da reforma anterior, mas, tão somente, um novo remendo num tecido já puido pelo tempo.

6. Referências

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2011.

JAPIASSU, H. F. Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

PIAGET, J. L'épistémologie des relations interdisciplinaires, in OCDE, L'interdisciplinarité. 1972.

SAVIANI, D. Escola e democracia. 24. ed. São Paulo: Cortez, 1991.

[1] Venda da Companhia Vale do Rio Doce - Governo Fernando Henrique Cardoso
<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/brasil/fc070513.htm> Acesso em: 11 jul. 2025.

[2] Balanço Vale S/A

<https://br.advfn.com/bolsa-de-valores/bovespa/vale-on-VALE3/balanco> Acesso em: 11 jul. 2025.

[3] Plano Brasileiro de Financiamento

<http://www.fgv.br/cpd/doc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/divida-externa-2#:~:text=Em%201984%20o%20PIB%20cresceu,%2C8%20bilh%C3%B5es%2C%20em%201983>. Acesso em: 11 jul. 2025.

Ciência e Religião como magistérios (in)dependentes: trajetória acadêmica de grupos estudantis religiosos na Universidade Federal de Lavras

Larissa Souza Nascimento¹, Jennifer Caroline de Sousa²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

larissa.nascimento7@estudante@ufla.br, jennifer.sousa@ufla.br

Abstract. *The objective of this Master's research is to explore religious groups of students at UFLA, aiming to understand the dynamics between science and religion in their educational process. The research will be qualitative and ethnographic, utilizing narrative interviews, observations of student meetings, and questionnaires. The results are expected to yield data that will allow us to assess the existence of a conflict between scientific and religious knowledge and practice in students' academic trajectories. It is anticipated that this discussion will contribute to elucidating the contemporary social context and highlighting the boundaries between institutional secularism and individual religious expression.*

Keywords: Science, religion, Federal University of Lavras.

Resumo. *O objetivo desta investigação de Mestrado é conhecer grupos religiosos de estudantes existentes na UFLA, com o intuito de compreender como se dá a dinâmica entre a ciência e a religião no processo formativo desses estudantes. A pesquisa será qualitativa de abordagem etnográfica, utilizando entrevistas do tipo narrativas, observações dos encontros realizados pelos estudantes e aplicação de questionários. Dentre os resultados, espera-se obter dados que permitam avaliar a existência ou não de um cenário conflituoso entre os saberes e os fazeres científico e religioso na trajetória acadêmica estudantil. Vislumbra-se que essa discussão contribuirá para a elucidar o contexto social contemporâneo, assim como indicará os limites entre a laicidade institucional e a expressão religiosa dos indivíduos.*

Palavras-chave: Ciência, religião, Universidade Federal de Lavras.

1. Introdução

Estudos sobre como ciência e religião se relacionam e se a segunda se constitui como obstáculo à aceitação de explicações científicas têm sido desenvolvidos no campo da pesquisa em Educação [Oliveira, Bizzo e Pellegrini, 2017; Sepúlveda & El-Hani, 2004; Scheliga, Knoblauch e Bellotti, 2020].

Revisitando a história da humanidade, o período da Idade Média se caracterizou pelo estabelecimento do sistema feudal, que consistiu em um modelo socioeconômico e político em que a religião se fazia extremamente importante e presente na vida das pessoas, pois era a definidora na organização social.

Da transição da Idade Média ao advento da Modernidade a partir do século XVI, o embate entre ciência e fé se acirrou na medida em que o feudalismo era substituído pelo capitalismo, que, na sociedade moderna emergente, fortificava um novo tipo de compreensão sobre a vida, carregada de uma nova racionalidade. Fechava-se, assim, o cerco para uma mentalidade religiosa com a aposta na ciência, que era tida como capaz de fornecer respostas às necessidades práticas que as especulações dos filósofos medievais não poderiam prover, sendo, por isso, consideradas estéreis [Galuch, 2013].

Entretanto, em meio a essa realidade de aparente dicotomia situada no processo de transição dos períodos, a história registra que muitos cientistas modernos eram religiosos. Antes do secularismo se tornar norma no Ocidente, deus e religião estavam frequentemente imiscuídos na vida social, intelectual e, até mesmo, na vida política das pessoas. Todos ou quase todos os personagens presentes na Revolução Científica eram religiosos e devotos, como afirmam Gomes, Barroso e Paschoalino (2019), sugerindo cenários, a princípio, não necessariamente conflitantes entre a prática científica e a expressão religiosa. Mas também é sabido que a ruptura e a oposição entre os pensamentos científico e religioso tenham se intensificado a partir desse momento, a exemplo da briga entre Galileu Galilei (1564-1642) e a Igreja em face das diferenças de objetivos e das naturezas da ciência e da religião [Gomes, Barroso e Paschoalino, 2019].

Dessa forma, tem-se, então, que a ascensão da Modernidade na sociedade (europeia) abafou a religião da vida social, política, cultural e econômica e deu espaço à produção do saber científico, inaugurando a ciência e a religião como campos independentes. Isso se radicalizou com o passar do tempo até alcançar o século XVIII, momento que a disseminação do Iluminismo como movimento floresceu a crença absoluta no progresso da sociedade calcada no desenvolvimento científico, sem que houvesse a necessidade de conciliação com a fé [Galuch, 2013]. A entrada na Idade Contemporânea, principiada pelas profundas transformações que ocorreram na ciência a partir do final do século XIX, agudizou a crise entre ciência e filosofia [Évora, 1992], cujas manifestações se veem até hoje, por exemplo, com a permanência do apartamento entre ciência e religião.

O que se observa, portanto, é que, ao longo da história, ciência e religião coexistiram entre diálogo e conflitos. Com o crescimento da valorização da razão e do método científico, a religião passou a ser frequentemente vista como um entrave ao avanço do conhecimento.

No contexto atual, uma das formas de se enxergar essa possível oposição de saberes é analisar a relação diálogo-conflito da ciência e da religião no campo da educação formal, posto que esta se organizou com o advento da sociedade moderna e,

portanto, historicamente associou-se à ideia de socialização de conhecimentos laicizados. Desse modo, nesta pesquisa educacional em andamento, o objeto de interesse se volta mais especificamente ao ensino superior, tendo como lócus de investigação a Universidade Federal de Lavras (UFLA), na qual é sabidamente conhecida a existência de dois grupos estudantis com profissões religiosas.

Dentre as perguntas iniciais e disparadoras desse estudo, a primeira está na esfera de compreender o espaço universitário, que pressupõe ser um espaço para a expansão do conhecimento científico, coexistindo com o conhecimento teológico e as práticas religiosas. Assim, derivam-se os seguintes questionamentos: de que forma estudantes religiosos vivenciam a relação entre suas crenças e o conhecimento científico no ambiente universitário da UFLA? Eles percebem essa convivência como conflituosa ou como possível de ser harmonizada? Essa convivência gera implicações relevantes para o desempenho acadêmico desses estudantes ao longo de sua jornada formativa dentro da universidade?

Assim, este trabalho tem como proposta investigar os grupos religiosos atuantes na UFLA, a fim de entender como seus integrantes vivenciam a relação entre fé e ciência em seu cotidiano acadêmico. A pesquisa terá caráter qualitativo, com base em uma abordagem etnográfica, utilizando como instrumentos entrevistas narrativas, observações de encontros religiosos e aplicação de questionários. A expectativa é identificar percepções e experiências que revelem tanto possíveis tensões quanto formas de conciliação entre esses dois magistérios ou campos.

2. Passos iniciais da pesquisa

Esta pesquisa tem como passo inicial a construção da fundamentação teórica que será necessária para a compreensão da relação entre religião e ciência no espaço da UFLA. Diante disso, foi estipulado um estudo bibliográfico com foco nas discussões que versam sobre as possíveis divergências e convergências entre os dois campos; as relações historicamente tecidas entre ciência e religião; e a emergência da disciplina de Ensino Religioso nas escolas públicas. Além disso, admitir-se-ão coletas em censos, em pesquisas acadêmicas, em notícias e o sobre contexto atual que evidenciem a realidade que cerca os dois campos no tempo presente, a fim de escrutinar as distinções entre o senso comum e as opiniões fundamentadas quando o tema é o grau de intransponibilidade entre ciência e religião nas práticas sociais.

Uma das principais referências teóricas utilizadas é o evolucionista estadunidense Stephen Jay Gould (1941-2002), que propõe o conceito de magistérios não interferentes ou não sobrepostos (*“Non-Overlapping Magisteria”*), para localizar a ciência e a religião como domínios diferentes, podendo coexistir sem sobreposição ou contradição direta; e também o historiador da ciência britânico John Hedley Brooke (1944-), que assume a perspectiva de que nem sempre as duas áreas estiveram em conflito direto.

De antemão, a pesquisa já contou com o levantamento inicial na Universidade Federal de Lavras dos grupos de cunho religioso que se fazem presentes nesse espaço. Houve uma pesquisa de redes sociais e *sites* e também observações informais com objetivo de conhecer os grupos existentes, seus modos de organização e suas atividades regulares dentro da universidade.

Em vista disso, é possível construir os instrumentos de coleta de dados que serão: roteiro de entrevistas de cunho narrativo, descrição das observações feitas nos encontros

dos grupos e um questionário voltado para a compreensão dos participantes e suas visões sobre a ciência e religião. A pesquisa seguirá uma abordagem qualitativa e etnográfica, buscando captar os sentidos atribuídos pelos sujeitos à vivência religiosa em meio ao ambiente acadêmico.

3. Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa investigará a constituição e a expressão de três grupos religiosos existentes na UFLA, a saber: Grupo de Oração Universitária (GOU); Aliança Bíblica do Brasil (ABU); DIÁLOGOS - Observatório da Diversidade Religiosa. Para tanto, assumirá tais organizações como um estudo de caso, que se desenvolverá a partir de (a) entrevistas do tipo narrativas [Mayring, 2002] com representantes/articuladores dos grupos, a fim de obter informações sobre a história e o desenvolvimento desses grupos; (b) observações dos encontros realizados pelos mesmos; (c) e aplicação de questionários semiestruturados com os membros participantes para avaliar como eles conjugam a visão de mundo científica, essa informada pela formação científica oferecida pela universidade, e a visão de mundo religiosa, essa construída e experimentada pelo grupo de cunho religioso do qual participam.

Esse *corpus* deverá ser submetido à Análise Textual Discursiva (ATD) [Moraes e Galiuzzi, 2016], uma ferramenta analítica ancorada na abordagem fenomenológica que toma como princípio a busca da essência dos fenômenos. Assim, o movimento do pesquisador se dirige à compreensão das vivências das pessoas, dos dados da experiência, dos significados desta para os sujeitos, que, enquanto seres residentes na linguagem, completem a pesquisa à investigação da manifestação oral e/ou escrita dos mesmos.

4. Passos futuros da pesquisa

Para o desenvolvimento deste estudo, após o mapeamento completo dos grupos religiosos existentes, será iniciado o processo de tramitação da pesquisa junto ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Lavras, considerando que esta envolve interlocutores humanos. A partir disso, pretende-se iniciar o levantamento de dados em campo, a princípio com as lideranças dos grupos, a fim de obter autorização para observação da dinâmica dos encontros dos grupos, e posteriormente realizar entrevistas junto aos demais membros desses coletivos estudantis religiosos.

Agradecimentos

As autoras agradecem o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental da UFLA no qual o presente trabalho se desenvolve.

5. Referências

- Barbour, I. (2004), Quando a ciência encontra a religião: inimigas, estranhas ou parceiras? São Paulo: Cultrix.
- Caldas Filho, C. R. (1998), A religião e o desenvolvimento da ciência moderna, de Rejer Hooykaas. Revista de Estudos e Pesquisa da Religião, 6(1): 137-143.
- Cruz, E. R. (2014), Religião e ciência. São Paulo: Paulinas.

- Évora, F. R. R. (1992), Prefácio. In: Évora, F. R. R. (Ed.), *Século XIX: o nascimento da ciência contemporânea*. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, v. 11. p. XIII-XIX.
- Galuch, M. T. B. (2013), *Da vinculação entre ciência e ensino de ciências: contribuições para a formação docente*. Maringá: Eduem.
- Gomes, C. M. V., Barroso, M. A., & Paschoalino, P. (2019), *Ciência e religião: uma genealogia da modernidade*. Mediação, (9): 5-13.
- Gould, S. J. (1997), Nonoverlapping Magisteria. *Natural History*, 106(3): 16-22.
- Mayring, P. (2002), *Introdução à Pesquisa Social Qualitativa: uma orientação ao pensamento qualitativo*. Weinheim: Beltz. 5. ed.
- Moraes, R., & Galiuzzi M. C. (2016), *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí. 3. ed.
- Oliveira, G. S., Bizzo, N., & Pellegrini, G. (2017), *Evolução Humana e Religião: opiniões de jovens brasileiros e italianos*. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(1): 135-156. <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017171135>
- Scheliga, E. L., Knoblauch, A. & Bellotti, K. K. (2020). Vínculos religiosos entre estudantes universitários: comparações entre licenciatura e bacharelado. *Educar em Revista*, 36, e72695. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.72695>
- Sepúlveda, C., & El-Hani, C. N. (2004), Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em Ciências Biológicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 9(2): 137-175.

Inteligência Artificial no Processo Criativo da Arte, com base na Análise do Quadro Teatro da Ópera Espacial e o Processo da Desumanização

Analú Franco Araujo¹, Thayna Eterno candidato ¹, Laise Vieira Gonçalves², Antonio Fernandes Nascimento Junior²

¹ Pós-graduandos do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental - Instituto de Ciências Naturais (ICN) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

analú.araujo2@estudante.ufla.br, thayna.candido1@estudante.ufla.br,
laiseribeiro@ufla.br, antoniojunior@ufla.br

Abstract. Artificial Intelligence (AI) is one of the most important technological innovations of our time and has transformed several fields, including art. Its use in artistic creation sparks debates about the dehumanization of art and the potential replacement of human labor. AI raises questions about authenticity, authorship, and the role of the artist. Machines can now produce works previously attributed to exclusively human creativity. A emblematic case was the AI-created "Théâtre d'Opéra Spatial," which won an art competition at the 2022 Colorado State Fair. This study analyzes this work and its implications, addressing three main themes: the replacement of creative labor, the dehumanization of art, and AI's ability to represent human art.

Keywords: AI, Art, Technology, Creativity, Dehumanization.

Resumo: A Inteligência Artificial (IA) é uma das inovações tecnológicas mais importantes da atualidade e tem transformado diversas áreas, incluindo a arte. Seu uso na criação artística gera debates sobre desumanização da arte e o possível substituição do trabalho humano. A IA levanta questões sobre autenticidade, autoria e o papel do artista. Máquinas já conseguem produzir obras antes atribuídas à criatividade exclusivamente humana. Um caso emblemático foi a obra "Théâtre d'Opéra Spatial", feita por IA, que venceu um concurso de arte na Feira Estadual do Colorado, em 2022. O presente estudo analisa essa obra e suas implicações, abordando três eixos principais: substituição do trabalho criativo, desumanização da arte e a habilidade da IA de representar a arte humana.

Palavras-chave: IA, Arte, Tecnologia, Criatividade, Desumanização.

1. Introdução

O universo da arte tem experimentado transformações substanciais nos últimos anos, o que tem gerado intensos questionamentos sobre sua definição e os limites das suas características tradicionais. Esse cenário tem alimentado um debate profundo sobre a verdadeira natureza da arte. A chegada da chamada "new art history" nas décadas de 1970 e 1980 trouxe uma nova geração de renomados estudiosos, como Svetlana Alpers, Michael Baxandall, Norman Bryson, T.J. Clark, Hubert Damisch, Michael Fried, Rosalind Krauss, Linda Nochlin, entre outros (CARDOSO, 2009).

A inteligência artificial (IA) tem se apresentado como ferramenta artística, especialmente em concursos, onde a questão da autoria se coloca de forma incisiva. A principal controvérsia está no fato de a obra não ser criada pelas mãos humanas, o que provoca reflexões sobre a desumanização da arte. Em 2022, a IA esteve no centro de uma grande polêmica: uma imagem intitulada *Théâtre d'Opéra Spatial*, gerada com a descrição autoral "Jason M. Allen via Midjourney", a qual foi submetida ao concurso anual de arte da Feira Estadual do Colorado, nos Estados Unidos, e conquistou o primeiro lugar (FOSCOLO, 2024). Gerando acusações de fraude por parte de artistas que se sentiram enganados ao concorrerem com uma obra vinda de uma produção artificial tida como não humana.

Diante disso, o presente artigo tem por objetivo analisar o quadro *Théâtre d'Opéra Spatial*, a partir de três eixos principais, sendo eles: a substituição do trabalho criativo humano, a desumanização da arte e a capacidade da inteligência artificial de expressar a arte humana. Buscando refletir sobre as implicações da IA na substituição do trabalho artístico e questionando seu impacto sobre o conceito de arte.

2. Materiais e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida a partir de um estudo qualitativo e exploratório, com caráter descritivo, utilizando como objeto de análise a obra "Teatro da Ópera Espacial". Para a análise do quadro produzido por inteligência artificial, foi utilizada a metodologia de Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2010), que se fundamenta na interpretação e inferência dos significados presentes no objeto de estudo, permitindo examinar as camadas de sentido estéticas, simbólicas e conceituais expressas pela obra. O processo analítico desenvolve-se em três etapas principais: a pré-análise, destinada à organização e preparação do material; a exploração do material, que envolve a aplicação sistemática das decisões formuladas na etapa anterior; e o tratamento dos resultados, fase em que se realizam as inferências e interpretações, possibilitando uma compreensão aprofundada dos significados e intenções comunicativas que emergem da criação artística mediada pela IA.

A análise da obra "Teatro da Ópera Espacial" foi conduzida considerando aspectos formais e simbólicos, tais como composição, uso de cores, narrativa visual e contexto histórico. Em seguida, foram utilizadas ferramentas digitais de geração de imagens baseadas em inteligência artificial, como Midjourney e DALL-E, para produzir representações inspiradas na obra original. O objetivo foi comparar a interpretação da IA com a produção humana, identificando elementos que se mantêm, se transformam ou se perdem no processo automatizado (FREITAS, 2023).

Por fim, os resultados foram discutidos criticamente à luz da literatura revisada, buscando compreender de que maneira a utilização de inteligência artificial impacta a autoria e a subjetividade no processo criativo, bem como sua relação com a ideia de desumanização da arte, conforme reflexão proposta por Santaella (2020), que analisa as transformações da sensibilidade e da autoria na era das máquinas inteligentes.

3. Resultados

3.1 Arte Como Expressão Humana

A arte pode ser vista como uma necessidade de expressão humana, surgindo a partir da interação entre o homem e o mundo. Assim, ao entender a arte como resultado do confronto entre o homem e o mundo, acredita-se que ela é vida. Através dela, o ser humano interpreta sua própria natureza, criando formas enquanto se descobre, inventa, expressa e conhece (BUORO, 2000).

A arte tem sido, ao longo da história, uma das formas mais poderosas de expressão humana, permitindo aos indivíduos explorar, interpretar e comunicar suas visões sobre o mundo. Desde os tempos da Renascença, com artistas como Leonardo da Vinci, Michelangelo e Rafael Sanzio, a arte era entendida como uma maneira de representar a realidade, ao mesmo tempo em que transmite sentimentos e ideais de épocas e culturas específicas (CANELLA, 2016). Estes foram pioneiros na busca pela perfeição técnica e na representação precisa do ser humano e da natureza. Para Cardoso (2009), a arte esteve desde a antiguidade intrinsecamente ligada à expressão pessoal e à busca pela beleza e compreensão do mundo ao redor.

Essa trajetória histórica da arte sugere que seu papel não se dá apenas como expressão estética, mas também como uma ferramenta essencial no desenvolvimento cognitivo do ser humano. Freire (2016) diz que a arte deixou de ser apenas um campo de expressão ao longo do tempo e passou a influenciar diversas áreas do conhecimento, sendo reconhecida por aprimorar habilidades cognitivas fundamentais.

3.2 Inteligência Artificial

Segundo Nilsson (2009), a IA é um conjunto de técnicas destinadas à criação de máquinas inteligentes, capazes de resolver problemas que exigem a inteligência humana. Ao analisar a IA sob uma perspectiva histórica, percebe-se que ela está em constante desenvolvimento desde a década de 1950, influenciado pelas necessidades bélicas decorrentes da Segunda Guerra Mundial e da Guerra Fria por questões existenciais profundas (como imortalidade, criação e controle da natureza), que hoje se refletem nas teorias transumanistas e pós-humanistas (FERRANDO, 2019).

Tal tecnologia tem levantado diversos questionamentos acerca de suas repercussões em várias áreas da sociedade, nas rotinas diárias e no meio ambiente. Destacam-se, especialmente, os efeitos no setor do trabalho, que sugerem uma substituição do trabalho humano, à medida que ele pode ser substituído pela automação das máquinas, potencializando o desemprego (LARSON, 2021). Ainda para o autor, os impactos acerca da privacidade, com a coleta de informações de

diferentes naturezas, também são preocupantes, visto que informações que vão desde preferências pessoais até dados relacionados à saúde estão sendo compartilhadas em bancos de dados desconhecidos, a fim de utilizar as ferramentas disponíveis por diversas inteligências artificiais

3.3 A Arte e a Inteligências Artificial

No que desrespeito ao universo da arte, a IA também está gerando preocupações, no que desrespeita principalmente sobre a substituição do trabalho manual e a desumanização do processo artístico. Em maio de 2023, a Writers Guild of America (WGA), que representa cerca de 20 mil roteiristas nos Estados Unidos, deu início a uma greve após falharem as negociações com a Alliance of Motion Pictures and Television Producers (AMPTP), o qual as exigências norteava-se a partir de questões como a IA não escrever ou reescrever material literário, não sendo permitido utilizá-la como fonte, além disso, o material coberto pelo MBA também não pode ser usado para treinar a IA (WGA, 2023).

Frente a esta discussão, no ano de 2022, em Colorado, Estados Unidos, Jason Allen, gerou um grande debate sobre a autoria de imagens digitais após ganhar o Concurso de Arte Digital, pois utilizou a plataforma Midjourney para construção do seu quadro, intitulado *Théâtre d'Opéra Spatial*, conforme ilustrado na Figura 1. Essa plataforma utiliza inteligência artificial para criar, em poucos minutos, imagens inéditas a partir de descrições textuais, se fundamentando no reconhecimento de padrões matemáticos a partir do big data obtido de autores e usuários (LÓPEZ, 2022).

O Midjourney só pode ser acessado através de um bot no script oficial do projeto, em um tipo de chat colaborativo, onde o usuário deve inserir a uma busca acompanhada, o que cria a impressão de que ele está programando sua própria criação. Segundo o blog de inteligência artificial generativa. Jason Allen afirma ter realizado mais de 900 tentativas até alcançar o resultado final. Além disso, ele escreveu o roteiro por completo, que passou por várias reescritas até que a IA conseguisse interpretar corretamente o conteúdo. O autor ainda destaca que precisou editar a imagem manualmente, o que implica em uma significativa participação humana no processo criativo. (FOSCOLO, 2024)

Figura 1: *Théâtre d'Opéra Spatial*, Midjourney, prompt de Jason M. Allen, 2022.



Fonte: Jason M Allen (2022)

Além do Midjourney, o autor escolheu ferramentas de edição, como Photoshop e Gigapixel AI, e só depois imprimiu o projeto. Jason Allen recebeu o valor de US\$ 300 e uma medalha.

3.4 Morte da Arte

A expressão "Morte da Arte" carrega um peso filosófico significativo, sendo amplamente discutida no contexto da estética e do desenvolvimento da arte ao longo do tempo. Seu uso, associado ao quadro "Teatro da Ópera Espacial", sugere uma reflexão profunda sobre os papéis e transformações da arte no mundo contemporâneo. O encontro desses dois conceitos, a ideia de morte da arte e a metáfora sugerida pelo título da obra oferece debates sobre o futuro da criatividade, da expressão artística e de seu significado em um universo em constante mudança.

Quando associamos a "Morte da Arte" ao "Teatro da Ópera Espacial", somos levados a refletir sobre como a arte, embora declarada "morta" no sentido tradicional, se reinventa em cenários inesperados. O teatro cósmico representado pelo quadro pode ser visto como o local onde a arte encontra um novo propósito: não mais limitado pelas normas do passado, mas livre para explorar novas fronteiras. Assim, a morte não é o fim, mas o começo de algo radicalmente diferente. Nesse sentido, o "Teatro da Ópera Espacial" pode ser interpretado como uma celebração dessa transição. A arte, antes confinada a representações da realidade, agora se torna um ato criativo autônomo, capaz de gerar mundos, realidades e experiências próprias. O palco espacial simboliza essa libertação, onde a arte não tem mais um "destino" a cumprir, mas apenas o desejo de existir em sua forma mais pura e experimental (SILVA, 2024)

Em um mundo onde a tecnologia redefine constantemente as formas de expressão, o quadro pode ser visto como uma resposta à intersecção entre arte, ciência e cultura. A "Ópera Espacial" pode representar essa convergência de disciplinas, onde a criatividade humana se une à inteligência artificial, à exploração espacial e à inovação tecnológica para criar novas narrativas e estéticas. Assim, o quadro pode ser uma declaração sobre o papel da arte em um futuro interconectado e expandido.

4. Considerações finais

O quadro "Teatro da Ópera Espacial", quando analisado nos desafia a repensar o lugar da arte em um mundo pós-moderno e tecnologicamente avançado. Ele nos lembra que, embora as formas tradicionais de arte possam ter perdido seu lugar central, a criatividade humana continua a se transformar, encontrando novos meios e espaços para se manifestar. Nesse teatro cósmico, a arte não morre, ela se transforma em algo maior, mais abrangente e infinitamente inovador. Afinal, como espectadores desse "teatro espacial", somos convidados não apenas a contemplar, mas a participar da reinvenção da arte e de seus significados.

O quadro "Teatro da Ópera Espacial" oferece reflexões sobre a substituição do trabalho criativo humano por máquinas e sistemas tecnológicos. Ele nos desafia a considerar o que significa criar em um mundo onde o tecnológico supera as limitações humanas. Contudo, ele também abre espaço para imaginar novas possibilidades, onde o humano e o tecnológico se encontram para expandir os limites da arte. A desumanização da arte pode ser interpretada como uma perda da conexão emocional e subjetiva que define a experiência

humana, mas também como uma oportunidade para explorar novas formas de criação e expressão.

Por fim, o quadro nos desafia a perguntar: se a arte se torna desumanizada, ela ainda pode cumprir seu papel de refletir o que significa ser humano? Ou ela se torna algo completamente diferente, um reflexo de um universo onde o homem não é mais o centro, mas apenas uma parte de um sistema muito maior? O "Teatro da Ópera Espacial" é, assim, um palco de questionamentos, onde o futuro da arte e da humanidade se encontram em uma performance infinita. O desafio está em encontrar maneiras de preservar a essência humana em um mundo cada vez mais automatizado, onde o "teatro" e a "ópera" são encenados não apenas por nós, mas também por aquilo que criamos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

5. Referências

Bardin, L. (2010). *Análise de conteúdo*. Lisboa, Edições 70.

CANELLA, Riccardo et al. Il Cinquecento e il "gusto Michelangelo". In: *Ascolto il tuo cuore cidade. Ambiguità endemiche, politiche e morfologiche, dell'architettura in Italia*. Maggioli Editore, 2016. p. 50-50

BOURDIEU, Pierre. *Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico*. São Paulo: UNESP, 2004.

CARDOSO, Rafael. A história da arte e outras histórias. *Cultura Visual*, p. 105-113, 2009.

FERRANDO, F. Pós-Humanismo, Transumanismo, Anti-Humanismo, Meta-Humanismo e novos materialismos: Diferenças e Relações. *Rev. Filos. Aurora*, Curitiba, v. 31, n. 54, set./dez. 2019, p. 958-971.

FREITAS, Halley Ferreira Solano de. *Vincent van bot: robôs artistas e os desafios do direito autoral na era da inteligência artificial generativa*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) — Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023

FOSCOLO, Guilherme; NACIF, Luciana. Entre autômatos e fantasmas: inteligência artificial e crise do trabalho criativo. *PÓS: Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFGM*, v. 14, n. 31, maio-ago. 2024.

Entre Ciência e Saberes Tradicionais: Um Encontro de Cosmologias na Análise do Poema “Cântico VI” de João de Jesus Paes Loureiro.

Larissa Souza Nascimento¹, Tiago Serpa Barbosa Chaves², Laise Vieira Gonçalves³, Antonio Fernandes Nascimento Junior⁴

¹Mestranda, Departamento de Biologia/DBI - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Mestrando, Departamento de Biologia/DBI - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Professora, Departamento de Biologia/DBI - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Professor Departamento de Biologia/DBI - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Ambiental/PPGECA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

larissa.nascimento7@ufla.br, sevack@gmail.com, laiseribeiro@ufla.br,
antoniojunior@ufla.br

Abstract. *This study analyzes the poem "Cântico VI" by João de Jesus Paes Loureiro, published in 1978 in the book Porantim – Poemas Amazônicos, considering it as a space for articulation between art, science, and traditional knowledge. The research adopts a qualitative approach organized into thematic axes: scientific, cultural, and mythological. The study of "Cântico VI" offers fertile ground for interdisciplinary pedagogical practices, fostering the development of critical thinking, sensitivity, and reflection on nature, culture, and knowledge, contributing to the formation of critical individuals who are aware of socio-environmental realities.*

Keywords: *Interdisciplinarity, science, education.*

Resumo. *O presente estudo analisa o poema “Cântico VI”, de João de Jesus Paes Loureiro, publicado em 1978 na obra Porantim – Poemas Amazônicos, considerando-o como espaço de articulação entre arte, ciência e saberes tradicionais. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa que se organiza em eixos temáticos: científico, cultural e mitológico. O estudo de “Cântico VI” oferece um terreno fértil para práticas pedagógicas interdisciplinares, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico, da sensibilidade e da reflexão sobre a natureza, a cultura e o conhecimento, contribuindo para a formação de sujeitos críticos e conscientes da realidade socioambiental.*

Palavras-chave: *Interdisciplinaridade, ciência, educação.*

1. Introdução

Entre estrofes, versos e rimas estrutura-se um poema. No entanto, para além de sua dimensão técnico-estrutural, o poema constitui-se como um texto literário que expressa sentimentos e ideias de seu autor, convidando o leitor a mergulhar em tais questões. A poesia, enquanto expressão artística, tem grande potencial para o desenvolvimento da imaginação, da sensibilidade e da criatividade. Nessa perspectiva, compreende-se que “a poesia é o veículo capaz de encontrar a capacidade do imaginário de seu leitor, a capacidade de pensar numa perspectiva que foge da realidade ao mesmo tempo em que a representa” (Monteiro et al., 2020).

No ambiente escolar, o uso do poema assume papel fundamental, pois nesse espaço busca-se promover o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos estudantes diante do mundo. Segundo Cachapuz (2014), é fundamental desenvolver uma abordagem interdisciplinar que promova o diálogo entre diferentes áreas do saber, de modo a relacionar o conhecimento científico à dimensão humana. Nessa perspectiva, o trabalho com a interdisciplinaridade favorece a aproximação dos estudantes com o contexto em que o conhecimento é produzido, permitindo compreender sua relevância, origem e potencial formativo.

O poema “*Cântico VI*” foi publicado em 1978 na obra *Porantim – Poemas Amazônicos*, de João de Jesus Paes Loureiro, e apresenta uma esfera poética que retrata a Amazônia com seus mitos, povos, culturas e encantarias, articulando tais elementos a dimensões universais.

O poema integra um conjunto de produções poéticas que têm como foco a representação simbólica e cultural da Amazônia. A obra de Paes Loureiro é marcada pela tentativa de traduzir poeticamente o imaginário amazônico, aproximando elementos da natureza, da cultura e da narrativa mítica, de modo a revelar a cosmovisão própria dos povos da região. Em “*Cântico VI*”, essa intenção manifesta-se por meio da presença do rio como personagem central e símbolo da própria essência amazônica.

No poema, o rio não é apenas um elemento natural, mas um ser vivo dotado de memória, voz e sabedoria. Ele representa a continuidade da vida, o movimento incessante e o tempo que corre, configurando-se como uma entidade espiritual que sustenta o modo de existir das populações ribeirinhas. Ao tratar o rio como sujeito poético, Paes Loureiro rompe com a separação tradicional entre natureza e ser humano, propondo uma visão de mundo em que ambos se integram e coexistem em reciprocidade. Dessa forma, “*Cântico VI*” ultrapassa a mera descrição da paisagem e se converte em um canto de afirmação identitária. O rio, enquanto imagem poética, condensa múltiplos sentidos: é território, é corpo, é tempo, é voz coletiva. Através dele, o autor celebra a Amazônia como um espaço de encantamento, resistência e sabedoria tradicional.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o poema “*Cântico VI*” considerando-o como uma um território fértil para o diálogo entre educação e arte, saberes tradicionais e ciência. Rompendo assim com o modelo tradicional de aulas exclusivamente expositivas, cultivando a proposta interdisciplinar de ensino. Esse movimento é muito importante para se compreender o mundo de forma integrada,

superando as áreas do saber como diz muito bem Cachapuz (2014). Entender o mundo não seccionado é o primeiro passo para ousar sonhar transformá-lo.

Dentro da pedagogia tradicional (Saviani, 2008), não haveria espaços para tais possibilidades de reflexão, uma vez que a pedagogia tradicional não considera os conhecimentos prévios dos alunos, não estimula a reflexão sobre os assuntos, se limitando às questões conceituais e pragmáticas em seu processo formativo. Logo, essa prática é não só importante como necessária para a transformação da educação brasileira e para a formação de sujeitos críticos e reflexivos.

2. Metodologia

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, na qual busca-se compreender os significados simbólicos, culturais e sociais presentes no poema “*Cântico VI*”, de João de Jesus Paes Loureiro. Conforme propõe Minayo (2010), a pesquisa qualitativa é aquela que se volta para o universo dos significados, valores e atitudes, privilegiando a compreensão da realidade em sua complexidade e subjetividade.

O método de análise utilizado é a Análise de Conteúdo, conforme delineado por Bardin (1977), que permite a interpretação sistemática das mensagens, articulando o conteúdo manifesto e o conteúdo latente do texto poético. Essa metodologia possibilita a identificação de núcleos de sentido que revelam as dimensões simbólicas e temáticas presentes na obra.

A análise foi organizada em torno de três eixos temáticos: científico, cultural e mitológico. Esses eixos foram definidos a partir da leitura aprofundada e da categorização das unidades de registro, conforme orienta Bardin. Dessa forma, a metodologia proposta permite compreender o poema não apenas como expressão estética, mas também como documento cultural, que revela concepções de natureza, território, ciência e mito em diálogo com o imaginário amazônico.

3. O Poema

CÂNTICO VI

Quem comanda o rio?

O mito?

A lei?

A lenda?

Onde perdeu-se o mapa,

o portulano?

Em que meridiano, norte ou sul,

ou em que polo?

Amazônia

Amazônia

Quem te ama?

Quantas vezes, no tempo, o rio encheu-se,

e, quantas outras, vazou?

O rio não tem consciência

de si mesmo,

no ermo de existir

que é ser corrente.
O rio-em-si não é nem bom, nem mau.
É rio.
E sendo rio
inunda e seca,
pois inundar e secar
é o ser do rio
e sua incons/ciência de si mesmo.
A notícia ovula-se poema,
e nem se quer
ou canto
ou melopéia.
Quer olhar e dar voz ao que se mostra,
mais que real aqui, agora e sempre...
Mas Tírsias atônito pergunta
aos pálidos pajés sobreviventes:
– “Se o rio nada sabe de si mesmo,
quem saberá do rio e de seus homens?”.

4. Análise

Eixo Científico:

A ciência não é explicitamente mencionada, mas se manifesta de maneira subjetiva e reflexiva, indicando que o autor reconhece e dialoga com duas cosmovisões complementares: a científica, baseada na observação e na sistematização da natureza, e a tradicional, enraizada nos saberes ancestrais e na relação simbólica com o ambiente.

O rio, personagem central do poema, serve como ponto de convergência dessas perspectivas. Por meio de sua descrição poética, o autor provoca interrogações sobre o funcionamento do mundo natural, estimulando o leitor a questionar e refletir sobre fenômenos ambientais, ciclos ecológicos e interações entre organismos. Ao mesmo tempo, a obra evidencia o conhecimento tradicional dos povos amazônicos, que interpretam o rio como ser vivo, orientador e possuidor de sabedoria própria.

Essa articulação entre ciência e tradição aparece de forma contínua ao longo do poema: a narrativa poética costura momentos de observação e contemplação do rio, sugerindo investigação e raciocínio científico, mas sempre integrada à percepção simbólica e cultural que caracteriza a cosmovisão amazônica. Nesse sentido, o autor demonstra que a ciência e o saber ancestral não são antagônicos, mas cosmologias diferentes, cada um oferecendo uma ontologia para compreender a realidade.

Portanto, o eixo científico no poema se configura como um espaço de dúvidas e perguntas a respeito do funcionamento da natureza. Mostra o rio em momentos como ser sem consciência que age como um rio deve agir, terminando com a seca. Uma abordagem que parte de dentro da ontologia científica, onde o rio deve agir dentro da sua condição de rio seguindo as leis naturais e a gravidade. Contudo, a literatura atua como mediadora da reflexão epistemológica. A obra oferece, assim, um ponto de partida para discutir o papel da ciência, não como única forma de conhecer, mas como parte de um conjunto mais amplo de experiências humanas, conectando racionalidade e tradição, análise e sensibilidade, observação e imaginação.

Eixo mitológico:

O poema destaca-se por sua intensa presença de elementos mitológicos, configurando um eixo central da obra de João de Jesus Paes Loureiro. Os mitos amazônicos organizam a experiência e a compreensão do ambiente dos povos que na floresta habitam. O rio, os seres aquáticos, as florestas e os fenômenos naturais têm dimensões simbólicas e espirituais, participando da vida das populações como parte irremovível delas.

Além disso, o poema dialoga com tradições mitológicas universais, como a figura de Tirésias (o vidente da mitologia grega), inserida na narrativa como uma metáfora do conhecimento e da visão profunda sobre o destino do rio e, por extensão, da própria humanidade. Essa fusão entre mito grego e mito amazônico revela a intenção de Loureiro de transcender fronteiras culturais e entrelaçar cosmologias dentro de um mesmo fenômeno, a observação do rio.

Paes Loureiro demonstra que dentro da ontologia amazônica os elementos da natureza não são objetos passivos, mas agentes de sabedoria e de narrativa. Esse imaginário integra a experiência cotidiana das comunidades ribeirinhas, para as quais os rios falam, orientam e registram a memória coletiva. A poesia, assim, transforma o mito em forma de compreensão do mundo, permitindo que o leitor perceba a realidade amazônica como um espaço em que o sagrado, o natural e o humano se são um só.

Além da mitologia amazônica, o autor estabelece diálogos com mitos universais, como a figura de Tirésias, o vidente da tradição grega. No poema, Tirésias surge como observador do rio, capaz de perceber seu futuro e sua dinâmica, aproximando-se do conhecimento tradicional das populações amazônicas, que também se orientam pela observação e interpretação das águas. Essa conexão evidencia que o mito não se limita à narrativa, mas atua como forma de conhecimento simbólico, permitindo compreender o tempo, o fluxo e a transformação da natureza, pois no mito o tempo é circular e o que já aconteceu vai voltar a acontecer. Todos os fenômenos têm explicação que residem dentro da narrativa.

A poesia se converte em instrumento de mediação e de reflexão sobre a vida, o ambiente e o próprio ser humano. Essa sobreposição de camadas, científica e mitológica, evidencia a riqueza interdisciplinar do poema e o seu potencial pedagógico, permitindo debates sobre natureza, conhecimento e simbolismo dentro do espaço acadêmico.

5. Considerações finais

Diante do exposto, conclui-se que o poema “*Cântico VI*”, de João de Jesus Paes Loureiro, constitui-se como uma proposta pedagógica de grande potencial, uma vez que permite a articulação de ontologias e conhecimentos diferentes.

Sob essa perspectiva, a interdisciplinaridade apresenta-se como um caminho metodológico fecundo dentro do espaço educacional. Ao integrar diferentes áreas do conhecimento, o trabalho com o poema favorece o interesse dos estudantes e contribui para uma aprendizagem crítica e reflexiva sobre a realidade amazônica e suas dimensões simbólicas, culturais e ambientais. Além de um debate a respeito das formas distintas de se enxergar a natureza e o mundo. Importante ressaltar que nenhuma se

sobrepõe a outra, ambas navegam o rio conjuntamente, aparecendo aqui e ali demonstrando a formação do autor em ambas as ontologias.

Sua leitura convida à compreensão da arte como um diálogo entre cultura e ambiente e saberes. Assim, a obra se apresenta como um território possível para reflexões interdisciplinares, especialmente por seu potencial em aproximar os estudantes da ontologia amazônica. Favorecendo o desenvolvimento de um olhar crítico, poético e sensível sobre o mundo.

6. Referências

- Almeida, Paulo Nunes de. *Língua portuguesa e ludicidade: ensinar brincando não é brincar de ensinar*. 2007. 130 f. Dissertação (Mestrado em Língua Portuguesa) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.
- Cachapuz, Antônio. Arte e ciência no ensino das ciências. *Interacções*, v. 10, n. 31, 2014.
- Faria, Álvaro Alves de. O rio como linguagem. *Rascunho*, São Paulo, ed. 31, nov. 2002.
- Knechtel, Carla Milene; Brancalhão, Rose Meire Costa. *Estratégias lúdicas no ensino de ciências*. Curitiba: Secretaria de Estado da Educação do Paraná, 2008.
- Loureiro, João de Jesus Paes. *Porantim – Poemas Amazônicos*. Obras Reunidas, v. I. São Paulo: Escrituras, 2000. p. 37–38.
- Minayo, Maria Cecília de Souza. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.
- Monteiro, A. J. et al. Poesia e educação: uma experiência na formação inicial de professores. *Educação Contemporânea*. Belo Horizonte: Poisson, v. 1, p. 81–89, 2020.
- Ramalho, Christina Bielinski. A poesia é o mundo sendo: o poema na sala de aula. *Revista da ANPOLL*, [S. l.], v. 1, n. 36, p. 330–370, 2014.
- Rosa, Marllon Moreti de Souza; Gomes, Thaysa Tomaz de Aquino; Nascimento Júnior, Antonio Fernandes. Uma análise do poema “O novo homem” de Carlos Drummond de Andrade: contribuições para o ensino de ciências. *Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química, Física e Biologia*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, [202?]
- Saviani, Dermeval. *Escola e democracia*. 42. ed. Campinas: Autores Associados, 2008.
- Silva, André Maciel da; Nascimento Júnior, Antonio Fernandes. A utilização da música e da metodologia investigativa para o ensino dos impactos ambientais na vegetação. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, [S. l.], v. 10, n. 6, 2014.
- Souza, Débora Elisa de; Monteiro, Julia Amorim; Nascimento Júnior, Antonio Fernandes. A folha de Drummond: poema como subsídio para discussões sobre ideias de natureza. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, [S. l.], v. 17, n. 5, 2021
- Trombetta, Gerson Luís. As “visões” de Tirésias: arte, música e compreensão. *Per Musi*, Belo Horizonte, n. 35, p. 1–14, set./dez. 2016.



EDUCAÇÃO FÍSICA



Mapeando Vivências de Lazer: Juventudes em uma escola pública do Sul de Minas Gerais

Alysson dos Anjos Silva¹

¹Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional/ Programa de Pós-graduação em Estudos do Lazer – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Caixa Postal 1621 CEP 31270-901– Belo Horizonte, MG – Brasil

{alysson227@gmail.com}

Nesse trabalho, buscou compreender as experiências de lazer de jovens do ensino médio em uma escola pública localizada na região periférica do Sul de Minas Gerais. A pesquisa ancora-se em uma perspectiva crítica que entende o lazer como fenômeno sociocultural, polissêmico e produtor de sentidos, e a juventude como categoria social plural, constituída por diferentes contextos e trajetórias. Além disso, essa pesquisa é um estudo de caso qualitativo, desenvolvido por meio de oficinas pedagógicas e círculos de cultura, nos quais os jovens participantes registraram suas vivências de lazer por meio de narrativas e fotografias. Os dados foram sistematizados a partir da análise de conteúdo, em diálogo com a perspectiva cartográfica, possibilitando a construção de uma cartografia das práticas e dos sentidos atribuídos ao lazer. Os resultados evidenciam que o lazer, no cotidiano juvenil, constitui-se como espaço de sociabilidade, criação cultural e construção de identidades, mas também revela limites impostos por desigualdades sociais e territoriais. Dessa forma, a pesquisa busca contribuir para o campo dos Estudos do Lazer e das Juventudes, ampliando a visibilidade das experiências juvenis e apontando caminhos para práticas educativas e políticas públicas que valorizem os jovens como protagonistas de suas próprias vivências.

Palavras-chave: Juventudes; Lazer; Escola; Cartografia; Experiências Juvenis.

Agradecimentos

O autor agradece o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Da tradição à invenção pedagógica: a Folia de Reis sob os olhares freireano e deleuze-guattariano

Maria Eduarda Castro Fonseca¹, Rubens Antonio Gurgel Vieira²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Física/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Educação Física/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

maria.fonseca10@estudante.ufla.br, rubensgurgel@ufla.br

Palavras-chave: Folia de Reis, Educação Popular, Filosofia da Diferença.

A Folia de Reis, manifestação cultural e patrimônio imaterial, articula memória, identidade e corporeidade, projetando-se como campo pedagógico e conteúdo potencial da Educação Física escolar. Contudo, sua inserção curricular enfrenta entraves como a hegemonia do paradigma esportivista e a rigidez institucional. Este estudo objetiva analisar a Folia de Reis enquanto prática educativa, fundamentando-se na Educação Popular, de Paulo Freire, e na Filosofia da Diferença, de Deleuze e Guattari, a fim de compreender seus processos simbólicos, sociais e culturais e examinar suas possibilidades de incorporação ao espaço escolar. A investigação adota abordagem qualitativa, de natureza descritivo-exploratória, tendo como recorte empírico o Encontro de Folias de Reis de Nepomuceno, em Minas Gerais. O procedimento metodológico privilegia o estudo de caso. A amostra intencional será composta por cinco foliões ativos de diferentes Companhias de Reis e dois organizadores do evento. A seleção será realizada por contato direto, respeitados os princípios éticos. O método de coleta de dados incluirá entrevistas semiestruturadas e registros audiovisuais. As entrevistas serão guiadas por um roteiro que buscará compreender a experiência dos participantes e suas percepções sobre a Folia, com questões-chave orientadas por tópicos como: a contribuição da Folia para a identidade e memória comunitária e sua relevância para o currículo da Educação Física escolar. Resultados parciais indicam que a Folia de Reis contribui para ampliar o repertório cultural discente, fomentar a interação multicultural e tensionar práticas tecnicistas ainda dominantes, ao mesmo tempo em que desafia a instituição escolar a lidar com questões concernentes à dimensão religiosa, curriculares e formativas. Conclui-se que a incorporação crítica dessa manifestação ao ensino da Educação Física constitui via de democratização do conhecimento, de valorização da cultura e de formação de sujeitos críticos, reafirmando a escola como território de diálogo, resistência e invenção pedagógica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Apoio institucional e desenvolvimento profissional: desafios para a liderança feminina no futsal

Maria Fernanda Gomes Teixeira¹, Marcelo de Castro Teixeira²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Física/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Educação Física/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

maria.teixeira8@estudante.ufla.br, marceloc@ufla.br

Palavras-chave: Liderança feminina; Futsal; Apoio institucional;

O futsal brasileiro, embora consolidado como um dos esportes mais praticados e de maior alcance social no país, ainda revela entraves significativos para a ascensão de mulheres em cargos de liderança, especialmente no que se refere ao apoio institucional e às oportunidades de desenvolvimento profissional. Este estudo, de natureza básica e caráter descritivo, com abordagem quanti-qualitativa, investigou as percepções de oito treinadoras de futsal a partir de formulário *on-line* semiestruturado elaborado pela Escala de Likert. Os resultados evidenciaram que a carência de suporte institucional, expressa pela insuficiência de recursos, pela ausência de reconhecimento formal e pela falta de políticas específicas de equidade, constitui uma barreira central para a consolidação da liderança feminina. Além disso, verificou-se que a limitação de oportunidades de capacitação, atualização e inserção em programas de formação contínua restringem a qualificação e a visibilidade das treinadoras da modalidade, perpetuando sua sub-representação em espaços decisórios. As participantes destacaram ainda que, sem apoio institucional, o avanço feminino na modalidade tende a permanecer condicionado a esforços individuais, reforçando desigualdades estruturais. Nesse sentido, apontaram a urgência de que organizações esportivas implementem medidas concretas, como programas de mentoria, ações de valorização e políticas inclusivas, capazes de fortalecer a representatividade feminina, ampliar a equidade de oportunidades e promover a democratização do futsal brasileiro.

Agradecimentos

CAPES / Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Reflexões sobre o fenômeno lúdico na formação docente: um relato de experiência da disciplina “Interfaces entre Jogo, Brincadeira, Brinquedo e a Educação” no PPGE/UFLA

Bianca Lúcia de Almeida¹, Fábio Pinto Gonçalves dos Reis²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Física /FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Educação Física /FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

bianca.almeida3@estudante.ufla.br, fabioreis@ufla.br

Palavras-chave: Jogo, Ludicidade, Formação Docente.

Este trabalho apresenta reflexões sobre o fenômeno lúdico na formação docente, a partir da experiência vivenciada na disciplina *Interfaces entre Jogo, Brincadeira, Brinquedo e a Educação*, oferecida pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Lavras. A metodologia utilizada foi o relato de experiência, fundamentado em Bondía (2002), que destaca o potencial transformador, subjetivo e significativo dessa abordagem. A mencionada disciplina foi estruturada em três eixos, quais sejam: fundamentos epistemológicos do fenômeno lúdico; diálogos (im)pertinentes entre jogo e educação escolar; e a produção do conhecimento sobre jogo, brinquedo e brincadeira nas pesquisas educacionais. Ao longo das aulas, foram estudados autores clássicos e contemporâneos que concebem o jogo enquanto fenômeno cultural, educativo e fundante ao desenvolvimento humano. Os desdobramentos da experiência mostraram que o jogo constitui uma dimensão pedagógica potente, capaz de transformar práticas docentes e contribuir para o desenvolvimento integral dos sujeitos em formação. Evidenciou-se ainda a importância de compreender o conceito de lúdico e o caminho heurístico do jogo para estruturar o trabalho pedagógico de forma intencional. Por fim, considera-se que o jogo, além de elemento cultural e social, configura-se como prática formativa indispensável para a construção de uma educação crítica, inclusiva e conectada às demandas contemporâneas e aos desafios sociais emergentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG.

A inter-relação entre neurociências, saúde mental e exercício físico: uma revisão sistemática

**Lucas Cassiano Pereira¹, Priscila Carneiro Valim Rogatto²,
Dyla Maria Duarte Lisboa³, Juliana Carvalho-Tavares⁴**

¹Programa de Pós-Graduação em Educação Física – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Programa de Pós-Graduação em Educação Física – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Programa de Pós-Graduação em Neurociências – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901

⁴Programa de Pós-Graduação em Neurociências – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha, Belo Horizonte - MG, 31270-901

lucas.pereira20@estudante.ufla.br , valimrogatto@ufla.br
dylalisboa@gmail.com , julianact2015@gmail.com

A crescente incidência de transtornos mentais, como depressão, ansiedade e estresse, associada ao sedentarismo, reforça a necessidade de estratégias integradas de promoção da saúde mental. Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo analisar os efeitos do exercício físico na redução de sintomas psíquicos e examinar os mecanismos neurobiológicos que explicam essa associação. A metodologia adotada baseou-se em uma revisão sistemática de estudos publicados entre 2017 e 2025, que investigaram as relações entre atividade física, saúde mental e processos neurofisiológicos. Os resultados demonstram que o exercício físico promove alterações benéficas no sistema nervoso central, estimulando a neuroplasticidade, a neurogênese e o aumento da expressão do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), além de modular a liberação de neurotransmissores relacionados ao humor e ao bem-estar. Essas adaptações contribuem para maior resiliência neural e redução de sintomas depressivos e ansiosos. Conclui-se que o exercício físico constitui uma ferramenta interdisciplinar eficaz, com potencial preventivo e terapêutico, devendo ser incorporado de forma estruturada às políticas públicas de saúde mental e às práticas de cuidado biopsicossocial.

A Abordagem da Educação Física Adaptada na Formação Inicial de Professores da UFLA

Rodrigo de Souza Alves¹, Gustavo Puggina Rogatto²

¹Departamento de Educação Física/FSC – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Educação Física/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

alves.letras07@gmail.com, rogatto@ufla.br

Palavras-chave: educação física adaptada, formação de professores, pessoa com deficiência.

A inclusão de estudantes com deficiência, em caráter permanente ou temporário, nas salas de aula regulares, tem se tornado uma realidade crescente nas instituições de ensino. Nesse contexto, a escola e, especialmente, o professor, têm o desafio de promover práticas pedagógicas inclusivas que atendam às necessidades educacionais de todos os alunos, inclusive no campo da Educação Física. Assim, a formação docente deve contemplar dimensões que valorizem não apenas o respeito às diferenças e limitações, mas também as potencialidades das pessoas com deficiência/necessidades específicas.

Diante dessa problemática, a presente investigação teve como objetivo analisar como tem sido abordada a Educação Física Adaptada na formação inicial de professores do curso de Licenciatura em Educação Física da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A metodologia adotada possui natureza qualitativa, desenvolvida por meio de pesquisa documental. A análise dos dados foi conduzida com base na técnica de Análise de Conteúdo, contemplando processos de codificação e categorização das informações obtidas nos documentos oficiais do curso: matrizes curriculares, ementas, planos de curso e Projeto Político Pedagógico (PPC).

Foram identificadas quatro categorias de análise: **(1)** Fundamentos da Educação Inclusiva; **(2)** Políticas Públicas e Educacionais; **(3)** Práticas Inclusivas e Recursos Metodológicos; e **(4)** Abordagem Interdisciplinar da Inclusão/Educação Física Adaptada. Os principais resultados indicam que a temática da Educação Física Adaptada é contemplada por meio de disciplina específica, porém, ainda apresenta baixa articulação com as demais disciplinas da matriz curricular, revelando a necessidade de maior integração interdisciplinar na formação inicial. Os resultados evidenciam que a abordagem atual da Educação Física Adaptada, embora reconheça sua relevância, ainda carece de uma perspectiva formativa mais ampla e transversal, capaz de fortalecer a construção de uma prática docente efetivamente inclusiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG.

Influência dos Diferentes Tipos de Exercícios Físicos no Percentual de Gordura de Idosos: Uma Revisão Literária

FERNANDES, R.M.S.¹, ROGATTO, G.P.¹

¹Departamento de Educação Física/DEF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

rickelmer.santos1@estudante.ufla.br, rogatto@ufla.br

Palavras-chave: obesidade, envelhecimento, atividade física.

O envelhecimento populacional avança rapidamente, com a população mundial de idosos estimada em 13%. No Brasil, essa faixa etária (60+ anos) representa 14,7% do país. O processo de envelhecimento está frequentemente associado ao surgimento de doenças crônicas, como a obesidade, o que demanda maiores cuidados de saúde. O exercício físico é reconhecido como fundamental no tratamento e controle da obesidade, pois é capaz de reduzir seus índices por meio de mecanismos fisiológicos e bioquímicos.

O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento acerca dos diferentes tipos de exercícios físicos e sua influência na composição corporal de idosos com obesidade ou sobrepeso.

Foi realizada uma pesquisa exploratória sob a forma de revisão sistemática. A busca utilizou a base de dados PUBMED com as palavras-chave “body fat”, “exercise” e “elderly”. Foram incluídos estudos de acesso livre, publicados nos últimos cinco anos (2018 a 2023), que investigaram os efeitos do exercício na composição corporal de idosos com 60 anos ou mais.

Dos 397 estudos iniciais, 24 foram selecionados para a revisão. As intervenções analisadas incluíram exercícios resistidos (o tipo predominante), combinados, aeróbicos e Treinamento Intervalado de Alta Intensidade. O exercício resistido de alta intensidade (HIT-RT) demonstrou ser eficaz na redução do tecido adiposo visceral (VAT) e em mudanças corporais a longo prazo. Modalidades não tradicionais, como o futebol, também foram eficazes na perda de massa gorda e na melhora da saúde mental.

Em conclusão, a prática de diferentes tipos de exercícios físicos apresenta um efeito benéfico sobre a composição corporal de idosos obesos. O levantamento sugere que o exercício resistido de alta intensidade é o mais efetivo para promover alterações positivas nessa população.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.



ENGENHARIA AGRÍCOLA



Dinâmica Ionosférica Sul-Americana: Mapas de Conteúdo Total de Elétrons (TEC) Suavizados

Gleydson Antonio de Oliveira Campos¹ • Marcelo de Carvalho Alves¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Lavras, Brasil.

Autor correspondente: gleydson.campos@ufla.br

Abstract. *The ionosphere significantly affects GNSS signal propagation, with Total Electron Content (TEC) as a key correction parameter. This study evaluates the spatial and temporal variability of TEC over Brazil. We compared CODE, ARG, and SAG ionospheric models for GPS day 055 (February 24, 2025). The hypothesis assumes significant discrepancies in tropical regions under the Equatorial Anomaly. A Python pipeline in Google Colab was developed to process IONEX (.25i) files. Longitudinal profiles and TEC maps were generated in GeoTIFF format. Analyses focused on 03:00 and 15:00 UTC, representing daily ionospheric extremes. Results revealed structural differences in TEC intensity and distribution across models. The proposed methodology is reproducible, accessible, and useful for high-precision GNSS studies.*

Keywords: *Ionosphere, GNSS, GIS.*

Resumo. *A ionosfera afeta a propagação de sinais GNSS, sendo o Conteúdo Total de Elétrons (TEC) um parâmetro essencial para correções. Este estudo avalia a variabilidade espacial e temporal do TEC sobre o Brasil. Foram comparados os modelos ionosféricos CODE, ARG e SAG no dia GPS 055 (24/02/2025). A hipótese considera discrepâncias significativas em regiões tropicais sob a Anomalia Equatorial. Um pipeline em Python no Google Colab foi desenvolvido para processar arquivos IONEX (.25i). Foram gerados perfis longitudinais e mapas de TEC em formato GeoTIFF. As análises focaram nos horários de 03:00 e 15:00 UTC, extremos do ciclo ionosférico diário. Os resultados mostram diferenças na intensidade e distribuição do TEC entre os modelos. A metodologia é reproduzível, acessível e aplicável em estudos GNSS de alta precisão.*

Palavras-chave: *Ionosfera, GNSS, SIG*

1. Introdução

Nas últimas décadas, a crescente dependência de aplicações baseadas em geolocalização, navegação por satélite e sensoriamento remoto destacou a importância de uma modelagem atmosférica precisa, em especial da ionosfera terrestre. A ionosfera é uma região dinâmica da alta atmosfera, localizada aproximadamente entre 60 km e 1000 km de altitude, caracterizada por elevada concentração de partículas eletricamente carregadas, geradas pela interação da radiação solar com os constituintes neutros da atmosfera (Hargreaves, 1992; Kelley, 2009).

Essa camada exerce papel central na propagação de sinais de rádio e, consequentemente, nos sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems), como GPS, GLONASS, Galileo e BeiDou. A presença de elétrons livres, afeta a velocidade de propagação do sinal, causando atrasos que, se não corrigidos, podem resultar em erros de posicionamento superiores a 10 metros em receptores monofrequência (Klobuchar, 1987; Hernández-Pajares et al., 2011).

O parâmetro físico que descreve essa influência é o Conteúdo Total de Elétrons (TEC), definido como o número de elétrons contidos em uma coluna vertical com área transversal unitária (1 m^2), expresso em Unidades de TEC ($1 \text{ TECU} = 10^{16} \text{ el/m}^2$). A estimativa acurada do TEC é fundamental para correções ionosféricas e é central em operações de navegação, sincronização e georreferenciamento (Li et al., 2021; Jin et al., 2022).

A variabilidade do TEC é particularmente elevada em regiões equatoriais e tropicais como o Brasil, devido a processos como a Anomalia Equatorial de Appleton e a dinâmica de deriva $E \times B$, que redistribuem o plasma ao longo das linhas do campo geomagnético, gerando cristas de densidade eletrônica adjacentes ao equador magnético (Abdu et al., 2018; de Paula et al., 2020). Essa complexidade espacial e temporal desafia os modelos globais de previsão e demanda abordagens regionais com maior resolução.

Com os avanços no monitoramento do clima espacial, diversas instituições desenvolveram modelos ionosféricos baseados em GNSS. O modelo **CODE**, mantido pelo Center for Orbit Determination in Europe (AIUB), é amplamente utilizado em aplicações globais, atualizado diariamente com resolução espacial de $2,5^\circ \times 5,0^\circ$ (lat/lon). No contexto sul-americano, o modelo **ARG** se destaca pelo enfoque regional, apoiado em uma rede mais densa de estações GNSS no continente. Já o modelo **SAG**, desenvolvido pela Universidade de Santiago, no Chile, emprega técnicas alternativas de interpolação e tem mostrado bom desempenho na representação da ionosfera em ambientes andinos e tropicais (Schaer, 1999; Silva et al., 2022).

Apesar da evolução desses produtos, análises comparativas entre modelos ainda são escassas na literatura, sobretudo em regiões tropicais da América do Sul. Estudos recentes reportaram discrepâncias significativas entre modelos globais e regionais durante períodos de maior atividade solar e em eventos de tempestades geomagnéticas (Liu et al., 2021; Zhao et al., 2022). Portanto, torna-se necessário investigar a consistência, variabilidade e limitações desses modelos em condições reais.

O uso de mapas raster no formato GeoTIFF, derivados de arquivos padronizados IONEX (Ionosphere Exchange), representa uma solução eficaz para converter dados matriciais de TEC em produtos geoespaciais compatíveis com ambientes SIG, ampliando sua aplicabilidade em áreas como agricultura de precisão, geodésia e sistemas de alerta precoce de distúrbios ionosféricos (Chauhan et al., 2021; Song et al., 2023).

1.1 Objetivos

Este estudo tem como objetivos:

Comparar o comportamento espacial e temporal do TEC sobre o Brasil utilizando os modelos ionosféricos CODE, ARG e SAG;

Avaliar a distribuição do TEC em dois horários críticos (03:00 e 15:00 UTC);

Converter dados IONEX em mapas georreferenciados no formato GeoTIFF;

Identificar padrões espaciais relevantes com potencial impacto no posicionamento e monitoramento GNSS em regiões tropicais.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo e Justificativa Temporal

Este estudo concentra-se no território brasileiro, com ênfase especial na latitude geográfica de -15° , a qual atravessa o Brasil central e situa-se diretamente sob a influência da Anomalia Equatorial no Hemisfério Sul. As longitudes consideradas variam entre 280° e 330°E , abrangendo a maior parte do país. Essa janela geográfica foi selecionada devido à sua variabilidade ionosférica crítica e à elevada densidade de usuários de GNSS nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

O dia selecionado, 24 de fevereiro de 2025 (Dia GPS 055), ocorre próximo ao equinócio de março — período no qual a incidência solar é equilibrada entre os hemisférios, favorecendo o acúmulo de plasma e a formação de fortes gradientes longitudinais no TEC (Qian et al., 2021). Esse recorte temporal possibilita a análise de padrões ionosféricos típicos diurnos e noturnos na região equatorial.

2.2 Fontes de Dados e Modelos

Foram analisados três modelos ionosféricos no formato IONEX (.25i), conforme **Tabela 1**.

Tabela 1 – Características dos modelos ionosféricos utilizados

Modelo	Origem	Resolução (lat/lon)	Cobertura
CODE	AIUB – Switzerland	$2.5^\circ \times 5.0^\circ$	Global
ARG	South America (IGN)	$2.0^\circ \times 2.5^\circ$	Regional
SAG	Univ. of Santiago, Chile	$2.0^\circ \times 2.5^\circ$	Regional

Os arquivos IONEX seguem o formato internacional definido por Schaer (1999), cuja estrutura é composta por três elementos principais.

O cabeçalho contém as definições fundamentais, incluindo limites de latitude e longitude, incrementos espaciais, altura da camada, intervalo temporal, unidades e

demais metadados. Em seguida, são disponibilizados os mapas de TEC, organizados em grades bidimensionais de latitude por longitude para cada época horária. Por fim, o arquivo reúne também metadados específicos de cada modelo, como informações sobre as estações utilizadas, o método de interpolação adotado e a versão correspondente.

O fluxo computacional deste trabalho foi desenvolvido integralmente no ambiente Google Colab, utilizando linguagens e bibliotecas em Python. Essa escolha assegurou reprodutibilidade, portabilidade e baixo custo computacional. Entre as bibliotecas empregadas destacam-se o **NumPy**, para manipulação de vetores e matrizes; o **Matplotlib**, voltado à geração de gráficos e visualizações; o **Cartopy**, aplicado à projeção cartográfica e à plotagem geoespacial; o **Rasterio**, utilizado na criação e exportação de mapas no formato GeoTIFF; e os módulos **datetime** e **re**, responsáveis pela leitura de registros temporais e pela manipulação de padrões textuais.

O processamento seguiu uma sequência metodológica organizada em quatro etapas. Inicialmente, os arquivos IONEX foram lidos, com identificação das grades espaciais e temporais, extração das matrizes de TEC em cada época e conversão dessas informações em arrays do NumPy. Na etapa seguinte, realizou-se a filtragem temporal, considerando as épocas de 03:00 e 15:00 UTC, obtidas a partir do campo *EPOCH OF CURRENT MAP* presente no cabeçalho dos arquivos. Posteriormente, procedeu-se à extração da latitude de -15° , aplicando-se interpolação bilinear nos casos em que a latitude exata não se encontrava disponível na grade.

Por fim, os resultados foram convertidos para o formato GeoTIFF, garantindo a geração de rasters no sistema de referência WGS84, com inserção de metadados geoespaciais e salvamento dos arquivos para posterior visualização e integração em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Exemplo em Python – Conversão para GeoTIFF

```
python
CopiarEditar
import numpy as np
import rasterio

from rasterio.transform import from_origin

def generate_geotiff(matrix, lat_ini, lon_ini, delta_lat, delta_lon,
filename):

    transform = from_origin(lon_ini, lat_ini, delta_lon, delta_lat)

    with rasterio.open(filename, 'w', driver='GTiff',
                        height=matrix.shape[0],
                        width=matrix.shape[1],
                        count=1,
                        dtype='float32',
                        crs='EPSG:4326',
                        transform=transform) as dst:
```

```
dst.write(matrix, 1)
```

3. Resultados

A partir do fluxo computacional previamente descrito, foram obtidos mapas GeoTIFF, ilustrando a distribuição do TEC sobre o território brasileiro em dois horários representativos: 03:00 UTC (mínimo noturno) e 15:00 UTC (máximo diurno). Os resultados são apresentados e discutidos em dois eixos: distribuição espacial (mapas GeoTIFF) e estatísticas descritivas por modelo.

3.1 Mapas GeoTIFF – Distribuição Espacial do TEC

A conversão dos dados IONEX em arquivos raster no formato GeoTIFF permitiu a visualização espacial detalhada da distribuição de TEC sobre o Brasil por meio de ferramentas de SIG.

As Figuras 1 e 2 apresentam uma comparação dos mapas de TEC provenientes dos modelos ionosféricos CODE, ARG e SAG em dois horários estratégicos — 03:00 e 15:00 UTC — destacando a variabilidade temporal e espacial capturada por cada modelo.

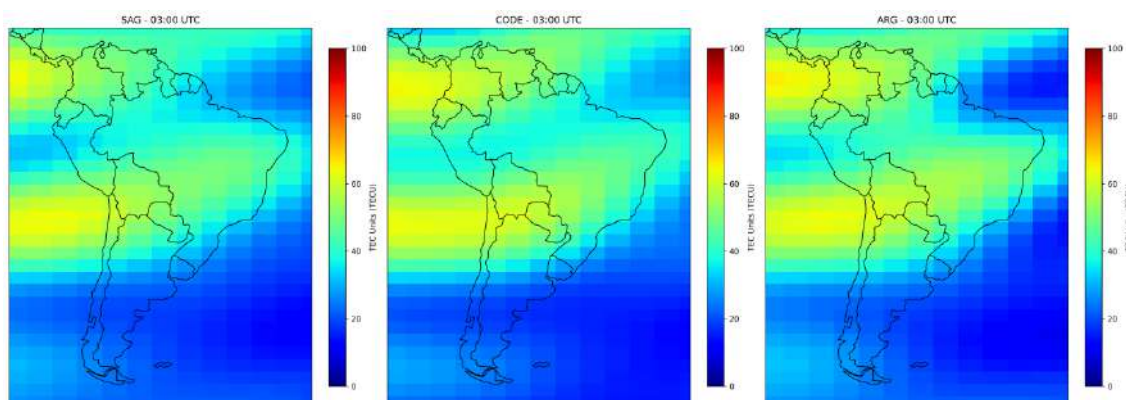


Figura 1 – Distribuição espacial do Conteúdo Total de Elétrons (TEC) sobre o Brasil às 03:00 UTC para três modelos ionosféricos: CODE, ARG e SAG. 03:00 UTC – Mínimo Noturno

Às 03:00 UTC, verificou-se uma redução significativa nos valores de TEC, comportamento esperado em função da ausência de radiação solar nesse período. Nesse horário, os três modelos analisados convergiram para valores entre 5 e 10 TECU, ainda que com diferenças no padrão de representação.

O modelo CODE apresentou uma distribuição suave e contínua, enquanto o modelo ARG evidenciou maior variabilidade local, marcada por oscilações abruptas a cada 5° de longitude. Já o modelo SAG mostrou-se intermediário entre os dois, exibindo picos

moderados, principalmente nas proximidades das longitudes -65° e -40° .

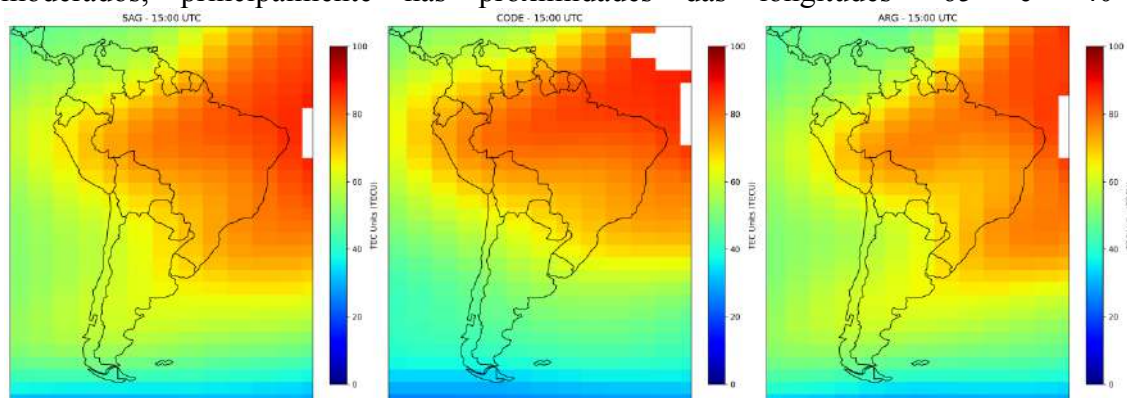


Figura 2 – Distribuição espacial do Conteúdo Total de Elétrons (TEC) sobre o Brasil às 15:00 UTC para três modelos ionosféricos: CODE, ARG e SAG. 15:00 UTC – Pico Diurno

Às 15:00 UTC, os valores de TEC apresentaram um aumento acentuado, variando entre 35 e 70 TECU, com picos de concentração localizados nas proximidades das longitudes -60° e -50° .

O modelo ARG destacou-se por manter o maior gradiente longitudinal, evidenciando sua maior sensibilidade regional. Já o modelo CODE apresentou um crescimento mais uniforme, caracterizado por menor amplitude nas variações observadas.

O modelo SAG, por sua vez, mostrou comportamento intermediário: em determinadas regiões alinhou-se parcialmente ao ARG, mas manteve-se, em termos globais, mais estável. Essas diferenças entre os modelos refletem a resposta ionosférica à radiação solar, cujo pico ocorre entre 13:00 e 15:00 UTC, e reforçam a consistência das abordagens de modelagem aplicadas neste estudo.

As estatísticas descritivas de média, valores mínimo e máximo, além do desvio-padrão do TEC para cada modelo e horário, estão apresentadas na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas do TEC (média, mínimo, máximo e desvio-padrão) por modelo e horário

Modelo	Horário	Média (TECU)	Mín	Máx	Desvio-padrão
CODE	03:00	7,4	5,1	9,8	1,2
ARG	03:00	8,2	4,9	11,6	2,1
SAG	03:00	7,8	5,3	10,9	1,5
CODE	15:00	52,5	38,2	61,3	6,8
ARG	15:00	58,1	42,7	70,4	8,9
SAG	15:00	55,3	40,2	67,9	7,5

Análise Complementar

A análise complementar evidencia que o modelo ARG apresenta o maior desvio-padrão entre os três avaliados, o que indica maior sensibilidade a flutuações locais e reforça sua característica de modelo regional.

Além disso, a média mais elevada observada nesse modelo sugere uma tendência à superestimação dos valores de TEC em relação ao modelo global CODE.

O modelo SAG, por sua vez, apesar de também possuir caráter regional, demonstrou em determinadas regiões um comportamento mais próximo ao do CODE, revelando maior estabilidade e certa similaridade com o modelo global.

4. Discussão

A análise comparativa dos modelos CODE, ARG e SAG sobre o território brasileiro revelou diferenças significativas na estimativa de TEC, tanto espacial quanto temporalmente. Essas divergências afetam diretamente aplicações GNSS de alta precisão, como agricultura de precisão, geodésia e navegação em tempo real.

4.1 Interpretação Física e Espacial dos Resultados

O aumento diurno do TEC (15:00 UTC), observado em todos os modelos, está em consonância com o ciclo esperado de ionização induzido pela radiação solar. A ionização máxima ocorre próxima ao meio-dia local, intensificando a densidade eletrônica na região F da ionosfera (Hargreaves, 1992; Qian et al., 2021).

A estrutura clássica da **Anomalia Equatorial**, capturada nos mapas do modelo ARG, demonstra que esse modelo regional possui sensibilidade suficiente para detectar o duplo cume eletrônico em ambos os lados do equador magnético — padrões frequentemente suavizados em modelos globais, como o CODE (de Paula et al., 2020; Abdu et al., 2018).

Além disso, o modelo **SAG** exibiu comportamento intermediário, revelando padrões assimétricos potencialmente associados às influências do campo magnético local, à topografia e à densidade da rede de receptores GNSS nas regiões andinas e tropicais da América do Sul (Jin et al., 2022).

4.2 Limitações dos Modelos Ionosféricos

Cada modelo ionosférico analisado apresenta limitações intrínsecas que precisam ser consideradas na sua aplicação prática.

O **modelo CODE**, por ser de caráter global, tende a suavizar feições regionais, o que pode comprometer a acurácia em áreas de elevada variabilidade espacial, como ocorre na região da Anomalia Equatorial. O **modelo ARG**, embora tenha caráter regional e seja mais adaptado à América do Sul, apresenta maior nível de ruído, provavelmente em função da distribuição desigual das estações GNSS no continente, o que resulta em

lacunas na qualidade das estimativas. Já o **modelo SAG** adota técnicas alternativas de interpolação, mas sua documentação técnica ainda é limitada, o que dificulta a replicação e a avaliação detalhada de sua metodologia. Em todos os modelos foram observadas áreas com dados ausentes ou indefinidos, visíveis nos mapas GeoTIFF como regiões em branco ou saturadas. Esses vazios decorrem, em grande parte, de falhas no processo de interpolação ou da cobertura insuficiente de observações, especialmente em áreas oceânicas ou pouco monitoradas (Hernández-Pajares et al., 2011).

A conversão de dados IONEX para o formato raster GeoTIFF revelou-se uma ferramenta poderosa e flexível para análises espaciais e integração com ambientes de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Essa abordagem permite a visualização rápida e intuitiva de padrões regionais do TEC, a avaliação da robustez de cada modelo ionosférico para aplicações operacionais e o suporte a estratégias de correção ionosférica em tempo real, como nos métodos RTK e PPP. Além disso, possibilita o planejamento e a mitigação de riscos em setores dependentes da navegação por satélite, incluindo o transporte aéreo, marítimo e terrestre.

Com a crescente expansão do uso do GNSS e dos SIG em áreas como agricultura de precisão, mapeamento urbano e defesa, a produção de mapas GeoTIFF derivados de arquivos IONEX torna-se cada vez mais relevante e estratégica (Chauhan et al., 2021; Song et al., 2023).

4.3 Integração com Inteligência Artificial

Estudos recentes têm demonstrado que modelos de aprendizado profundo, como as redes LSTM (*Long Short-Term Memory*) e CNNs (*Convolutional Neural Networks*), apresentam elevado potencial para prever o TEC com maior precisão em comparação aos métodos tradicionais de interpolação (Zhao et al., 2022; Liu et al., 2021). Nesse contexto, o fluxo computacional desenvolvido neste estudo pode ser ampliado para contemplar novas abordagens baseadas em inteligência artificial.

Entre as possibilidades, destacam-se o treinamento de modelos em séries temporais históricas de IONEX, a utilização de autoencoders para interpolar lacunas em regiões e períodos com ausência de dados, bem como a geração preditiva de mapas de TEC com maior resolução espacial e temporal. Essa integração entre modelagem empírica e técnicas de aprendizado de máquina representa um avanço promissor para a climatologia ionosférica operacional, sobretudo em regiões tropicais onde as variações são mais intensas e complexas.

Essa integração entre modelagem empírica e aprendizado de máquina representa o próximo passo para a climatologia ionosférica operacional em regiões tropicais.

5. Conclusão

Este estudo alcançou plenamente os objetivos propostos. A comparação entre os modelos ionosféricos CODE, ARG e SAG permitiu identificar diferenças significativas no comportamento espacial e temporal do TEC sobre o Brasil, sobretudo nas regiões tropicais sob influência da Anomalia Equatorial. A análise em dois horários críticos mostrou convergência dos modelos em baixos valores de TEC durante a madrugada

(03:00 UTC) e forte elevação no período diurno (15:00 UTC), confirmando a resposta da ionosfera à radiação solar.

A conversão dos arquivos IONEX em mapas georreferenciados no formato GeoTIFF demonstrou ser um procedimento eficaz, viabilizando tanto a visualização espacial quanto a análise estatística das variações de TEC. Esses produtos raster revelaram padrões relevantes, como gradientes longitudinais acentuados no modelo ARG e a maior estabilidade apresentada pelo modelo CODE, evidenciando implicações diretas para o monitoramento ionosférico e a confiabilidade do posicionamento GNSS em regiões tropicais.

Portanto, a metodologia proposta mostrou-se robusta, reproduzível e de baixo custo, fornecendo subsídios científicos e técnicos que podem ser expandidos em futuros trabalhos. Entre as perspectivas, destacam-se a validação cruzada com dados reais da rede RBMC, a aplicação de modelos preditivos baseados em inteligência artificial e a realização de análises multianuais que considerem os ciclos solares.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referências

- Abdu, M. A., Batista, I. S., Reinisch, B. W., & Sobral, J. H. A. (2018). Equatorial ionosphere and thermosphere coupling: Recent results from studies using ground-based and satellite measurements. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 171, 213–224.
- Astafyeva, E. (2019). Ionospheric detection of natural hazards. *Reviews of Geophysics*, 57(4), 1265–1288.
- Chauhan, V., Aggarwal, S., & Singh, R. (2021). Analysis of GNSS-based TEC variations using GIS tools. *Advances in Space Research*, 68(9), 3754–3765.
- de Paula, E. R., Batista, I. S., & Carrasco, A. J. (2020). Space weather and GNSS performance in Brazil. *Advances in Space Research*, 65(2), 439–450.
- Hargreaves, J. K. (1992). *The Solar-Terrestrial Environment: An Introduction to Geospace*. Cambridge University Press.
- Hernández-Pajares, M., Juan, J. M., Sanz, J., et al. (2011). The IGS VTEC maps: A reliable source of ionospheric information since 1998. *Journal of Geodesy*, 85(12), 925–937.
- Jin, S., Jin, R., & Li, J. (2022). GNSS ionospheric tomography: A review. *GPS Solutions*, 26(1), 67.
- Kelley, M. C. (2009). *The Earth's Ionosphere: Plasma Physics and Electrodynamics* (2nd ed.). Academic Press.
- Klobuchar, J. A. (1987). Ionospheric Time-Delay Algorithm for Single-Frequency GPS Users. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 23(3), 325–331.

- Li, Q., Yuan, Y., Wang, N., & Tan, B. (2021). Impact of ionospheric disturbances on GNSS positioning. *GPS Solutions*, 25(2), 74.
- Liu, H., Jin, S., & Liu, B. (2021). GNSS-derived ionospheric data assimilation and forecasting: A review. *Remote Sensing*, 13(8), 1465.
- Qian, L., Solomon, S. C., & McInerney, J. M. (2021). Solar cycle variations of the thermosphere during solar cycles 22–24. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126(6), e2020JA028758.
- Schaer, S. (1999). *Mapping and Predicting the Ionosphere* (PhD dissertation). University of Bern.
- Silva, R. G., Barbosa, M. L., & Sousa, J. R. (2022). Time series analysis of TEC for GNSS applications in Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica*, 40(1), 47–62.
- Song, Y., Zhang, R., & Wang, D. (2023). Spatial visualization of ionospheric TEC with QGIS. *Space Weather*, 21(3), e2023SW003245.
- Zhao, X., Wang, Y., & Shi, H. (2022). Forecasting TEC with LSTM during geomagnetic storms. *Space Weather*, 20, e2021SW002998.

Avaliação da correlação entre sensor portátil e câmera multiespectral embarcada em RPA na determinação do vigor de cafeeiros

Elias Horácio Zavala¹, Gabriel Araújo e Silva Ferraz¹, Mirian de Lourdes Oliveira¹, Sthéfany Airane Dos Santos Silva¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola/ DEA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

elias.zavala@estudante.ufla.br, gabriel.ferraz@ufla.br,
mirian.silval@ufla.br, sthefanyairane@gmail.com

Palavras-chave: Cafeicultura de precisão, análise espectral, NDVI.

A quantificação do vigor vegetativo por índices espectrais, como o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), representa uma estratégia consolidada na agricultura de precisão, permitindo avaliações rápidas e indiretas da condição fisiológica das plantas. Diferentes sensores têm sido utilizados para essa finalidade, variando entre equipamentos portáteis e câmeras multiespectrais embarcadas em RPA's. O objetivo deste estudo foi avaliar a concordância entre dois equipamentos de determinação do NDVI em cafeeiros, o sensor portátil GreenSeeker e a câmera multiespectral Sequoia embarcada em um RPA 3DR. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Lavras (UFLA), em área experimental de café, totalizando 30 pontos de amostragem, cada um composto por três plantas, resultando em 90 indivíduos avaliados. As plantas utilizadas tinham três anos de idade, com altura média de 0,90 m. As medições de NDVI com o GreenSeeker foram realizadas manualmente a aproximadamente 50–60 cm acima da parte superior da copa da planta, de forma a permitir comparabilidade com os valores obtidos pelo RPA. As imagens aéreas foram obtidas a 30 m de altura e processadas no software Pix4D para gerar valores de NDVI correspondentes aos pontos de amostragem. Os dados foram analisados no software R[®] por meio de estatísticas descritivas, correlação de Pearson e regressão linear. Os valores médios de NDVI foram de 0,843 para a câmera multiespectral embarcada no RPA e de 0,853 para o sensor portátil GreenSeeker, revelando proximidade entre os dois métodos. Foi observada correlação positiva e significativa entre os sensores ($r = 0,787$), e o modelo de regressão linear apresentou coeficiente angular de 1,2882, intercepto de -0,2323, coeficiente de determinação $R^2 = 0,619$ e significância $p < 0,001$. Esses resultados evidenciam forte associação entre os equipamentos, apesar de pequenas diferenças na magnitude dos valores registrados. Conclui-se que o GreenSeeker se mostra eficiente para avaliações pontuais, com baixo custo e praticidade em levantamentos de campo, enquanto a câmera multiespectral embarcada no RPA oferece maior abrangência espacial e possibilidade de análises em escala de área, validando o uso complementar de ambas as tecnologias para o monitoramento do vigor vegetativo de cafeeiros e contribuindo para o avanço da cafeicultura de precisão.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq (projeto 310186/2023-4), FAPEMIG (PROJETO APQ-00661-22), CAPES e ao PPGEA/UFLA pelo apoio.

Otimização de uma mistura líquida de suco de manga e whey protein para a produção de pó de manga Tommy askint pelo processo de foam mat

Brouchelot Rolph Kessel Jean¹, Matheus Robim Marques², Lucas Caiafa Cardo Reis², Jefferson Luiz Gomes Corrêa²

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

brouchelot.jean@estudante.ufla.br, matheusrobim07@gmail.com ,
lucas.reis5@estudante.ufla.br, jefferson@ufla.br

Palavras-chave: Proteína do soro do leite, Goma xantana, DCCR.

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma fruta tropical de alto valor nutricional, mas sua conservação é limitada. Seu elevado teor de água torna-a suscetível às degradações pós-colheita. A secagem por *foam mat* representa uma alternativa eficaz para prolongar sua vida útil, facilitar o transporte e preservar seus principais compostos bioativos. O objetivo deste trabalho foi otimizar a espuma do suco de manga Tommy Atkins com os agentes espumantes *whey protein* (WP) e goma xantana (GX), visando uma baixa densidade e alta estabilidade para a secagem por foam-mat. O suco da polpa da manga foi homogeneizado com WP e GX, cujas concentrações variaram, respectivamente, de 3 a 10% e de 0 a 0,75%. A densidade da mistura foi determinada utilizando uma proveta acoplada a um funil de volume conhecido e uma balança analítica, sendo calculada pela razão entre a massa e o volume da amostra. Posteriormente, a amostra foi mantida em estufa a 70 °C por 2 horas, e a estabilidade da espuma foi avaliada pela observação do volume de líquido separado (volume coalescido) na proveta. A otimização foi dada por meio de um delineamento composto central rotacional (DCCR). Os resultados encontrados indicaram como melhor concentração de WP e GX valores de 8 e 0%, respectivamente. Na condição ótima foi verificado um valor de $0,1472 \pm 0,0011$ para a densidade e 99,5% de estabilidade. Este trabalho permitiu concluir que para o suco de manga Tommy, a GX apresentou efeito negativo na resposta densidade, enquanto apenas o WP foi suficiente para proporcionar uma boa densidade e estabilidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Estereomicroscópio aplicado à análise de biospeckle laser em sementes

Antonio Alfredo Andrade Chepluki¹, Roberto Alves Braga Junior²

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Automática/DAT – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

antonio.cheplukil@estudante.ufla.br, robbraga@ufla.br

Palavras-chave: análise óptica, atividade biológica, vigor de sementes

A técnica de *biospeckle* laser tem sido utilizada com sucesso na análise de sementes, especialmente em testes de vigor. Entretanto, seu uso ainda está limitado a laboratórios ópticos, geralmente com arranjos experimentais pouco acessíveis aos analistas de sementes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade de um sistema óptico simplificado e de baixo custo para a aquisição de imagens de *biospeckle* em sementes. Foram analisadas dez sementes de soja (*Glycine max*) após 24 horas de embebição, iluminadas e registradas em condições controladas por meio de um arranjo composto por um estereomicroscópio, um laser de diodo vermelho e uma câmera digital. A sequência de imagens obtida foi processada pelo método do Valor Absoluto das Diferenças (AVD). Os padrões *speckle* apresentaram contraste e intensidade luminosa adequados à técnica. A análise da atividade de *biospeckle* (BA) revelou diferenças estatisticamente significativas entre as sementes e a mesa óptica. A análise de variância indicou valores médios de AVD de 17,05 para as sementes e 11,48 para a mesa, com $F = 77,44$ e $p < 0,00001$. Os resultados demonstram que o arranjo proposto é uma alternativa acessível e confiável para avaliar a atividade biológica de sementes, com potencial aplicação em testes de vigor.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.

Desenvolvimento de um projeto de uma máquina para colheita de macaúba integrado a sistema piezoelétrico para geração de energia: circuito elétrico

Rafaella Valle Pereira¹, Fábio Lúcio Santos², Luciano Mendes dos Santos³

¹Departamento de Engenharia Agrícola/EENG – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciência da Computação/DCC – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

rafaella.pereira4@estudante.ufla.br, fabio.santos@ufla.br,
mendesluciano.@ufla.br

Palavras-chave: Colheita de Energia, Piezoelétricos, Circuito Retificador.

A colheita de energia permite a conversão de energia residual, como a mecânica, em cargas elétricas úteis, utilizando materiais piezoelétricos, por exemplo, que são amplamente aplicáveis no setor agroindustrial para o fornecimento de energia alternativa ou complementar. Ao deformarem-se (esforço cíclico), os materiais piezoelétricos geram cargas elétricas, que necessitam de um circuito retificador de onda para converter a corrente e tensão alternadas para contínua. A associação dos transdutores piezoelétricos pode ser em série, paralelo ou misto, combinando tensões e correntes conforme a configuração. Teve-se como objetivo o estudo de um circuito de elementos piezoelétricos associados de maneira mista e ligado a um circuito retificador. Ao todo foram utilizadas 24 pastilhas piezoelétricas de 27 mm de diâmetro, organizadas em uma estrutura na forma de blocos: cada bloco possui 6 elementos associados em série, e, posteriormente, os 4 blocos ligados em paralelo. A saída do circuito elétrico foi conectada a um circuito retificador de onda completa, contendo 4 diodos e 1 capacitor, para a conversão da corrente para contínua. O sistema foi submetido a um esforço mecânico com frequência de 2,9 Hz, para simular a movimentação de um eixo central de um cabeçote de colheita de frutos de macaúba. Após o experimento ser executado, o circuito foi capaz de gerar 7,04 V e 15,644 mA. Os baixos valores se devem ao caráter alternado, tanto da tensão quanto da corrente dos piezoelétricos, ligações em série tendem a anular as tensões. Em determinado momento, uma pastilha, ao gerar um pico de energia, pode se anular com outra pastilha defasada 180°. Portanto, o sistema se mostra eficiente quando otimizado (retificação individual), sendo uma alternativa para a geração de cargas elétricas úteis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq e FAPEMIG.

Desenvolvimento de um projeto de uma máquina para colheita de macaúba integrado a sistema piezoelétrico para geração de energia – protótipo

Rafaella Valle Pereira¹, Fábio Lúcio Santos², Luciano Mendes dos Santos³

¹Departamento de Engenharia Agrícola/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciência da Computação/DCC – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

rafaella.pereira4@estudante.ufla.br, fabio.santos@ufla.br,
mendesluciano.@ufla.br

Palavras-chave: Macaúba, Materiais Piezoelétricos, Conversão de Energia.

A macaúba consiste em uma palmeira presente em todo Brasil, que apresenta alta adaptabilidade, produtividade e seus frutos, encontrados em cachos, apresentam elevado interesse comercial devido ao alto teor de óleo. A colheita do fruto acontece de maneira artesanal, sendo a coleta dos frutos caídos no chão ou o corte do cacho. Entretanto, estudos visando a mecanização da colheita já existem, no qual utilizam princípios de vibrações mecânicas associados a cabeçotes específicos. A vibração causa o desprendimento do fruto e é gerada pela movimentação linear vertical de um eixo dentro do cabeçote. O eixo está interligado em duas hastes que geram a trajetória semicircular desses componentes e ocasionam vibrações. Materiais piezoelétricos geram cargas elétricas quando submetidos a deformações geométricas, como compressão. É proposto o projeto de um dispositivo de conversão de energia mecânica em cargas elétricas. Para isso, o protótipo do dispositivo foi manufaturado via impressão 3d. O dispositivo é capaz de conter 24 pastilhas piezoelétricas de 27 mm, divididas em dois grupos (12 em cada). A compressão das pastilhas ocorre pela sincronia da movimentação do eixo do cabeçote através de um eixo central, também dividido em dois grupos. As pastilhas são dispostas em plataformas internas e a primeira plataforma de cada grupo recebe a deformação inicial causada pelo eixo, que é transferida para as demais pastilhas através de estruturas específicas. Após os testes realizados, o protótipo, pesando 593 g, foi capaz de produzir 7,04 V e 15,64 mA. Os resultados indicam que se trata de uma tecnologia promissora e dão início a uma base de dados para a conversão de energia mecânica em energia elétrica associado ao processo de colheita de frutos de macaúba, passível de otimização.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CNPq e FAPEMIG.

Análise Preditiva e Não Supervisionada da Qualidade Sensorial do Café Arábica: Uma Abordagem Baseada em Dados Sintéticos e Interpretabilidade de Modelos

Luiz Carlos Brandão Junior¹, Carla Simone Araújo Gomes Sarmento², Ricardo Rodrigues Magalhães³

^{1,2,3} Departamento de Engenharia Agrícola/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

contato@uflaiano.com.br¹, carla.sarmiento@estudante.ufla.br², ricardorm@ufla.br³

Resumo. Este estudo apresenta uma metodologia que utiliza aprendizado de máquina e dados sintéticos fundamentados em dados empíricos para decodificar os fatores de qualidade do café arábica. A partir de 10 mil amostras baseadas em um caso real em Barra do Choça (BA), a análise revelou três perfis de produção distintos (*terroirs*) e identificou a altitude como o fator mais determinante para a qualidade, superando todas as outras variáveis. A principal descoberta foi que a diferenciação dos *terroirs* é vertical (altimétrica) e não horizontal (geográfica), refutando a ideia de micro-regiões de qualidade. Para materializar e validar esta descoberta, foi desenvolvida a ferramenta VGI (Visualização Geográfica Interativa). Ela plota as amostras em um mapa interativo, permitindo a inspeção detalhada dos atributos de cada ponto (qualidade, altitude, perfil de terroir), comprovando a hipótese do terroir altimétrico em nível micro. A VGI funciona como um protótipo de sistema de apoio à decisão para a agricultura de precisão, capaz de auxiliar produtores a identificar áreas de excelência em suas propriedades.

Palavras-chave: Clustering, Qualidade do Café, Machine Learning, Terroir, Dados Sintéticos, K-Means, Agricultura de Precisão, Altitude, Análise Não Supervisionada, SHAP..

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES

Estimativa do NDRE com imagens multiespectrais de RPA na avaliação do café arábica em resposta ao estresse hídrico em ambiente de diferentes declividades

Rosalra Maria Alves de Moraes¹, Gabriel Araújo e Silva Ferraz¹, Rafael de Oliveira Faria¹

¹ Escola de Engenharia/Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

rosalra.morais2@estudante.ufla.br, gabriel.ferraz@ufla.br,
rafael.faria@ufla.br

Palavras-chave: Agricultura de Precisão, altimetria, geoprocessamento

O uso de índices de vegetação tem se consolidado como uma ferramenta essencial no monitoramento agrícola, permitindo avaliar de forma rápida e não destrutiva a condição fisiológica e estrutural das plantas. Na cafeicultura, a aplicação desses índices tem ganhado relevância para o manejo de precisão, possibilitando identificar variações no desenvolvimento das plantas, mapear zonas de maior ou menor vigor. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi estimar o índice de vegetação NDRE em uma área cafeeira com diferentes declividades acometida por estresse hídrico. O experimento foi conduzido em uma propriedade rural no município de Santo Antônio do Amparo – MG, em uma área de 1,4 hectares. Utilizando-se de uma RPA DJI Matrix 350 e abordo uma câmera multiespectral modelo Parrot Sequoia com 16 megapixels para fotos RGB, foi realizado um voo em quatro de outubro de 2024 para fins de mapeamento da área em estudo. Como resultado foi observado que as estimativas processadas pelas imagens do voo realizado na área apresentaram que à medida que aumentava a elevação do terreno, havia uma variação decrescente em relação ao NDRE. Devido a área ser mais íngreme e com a ocorrência de estiagem na época em que foi realizado o voo, a tendência do índice de vegetação foi apresentar baixos valores, devido às diferenças topográficas presentes na área, influenciando diretamente as condições ambientais que as plantas estão se desenvolvendo, indicando níveis de estresse hídrico e acarretando em uma redução de clorofila nas plantas da área. Assim, a variabilidade observada reforçou a utilidade do NDRE como ferramenta para monitorar o diferenciar condições presentes na lavoura.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq (projeto 310186/2023-4), FAPEMIG (PROJETO APQ-00661-22), CAPES, Fazenda Bom Jardim e o apoio do PPGEA/UFLA.

Avaliação de métodos de interpolação espacial para precipitação anual em Minas Gerais

Flávio Vanoni de Carvalho Júnior¹, Marcelo de Carvalho Alves¹, Orlando Eduardo Chipura¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

flavio.vanoni@gmail.com, marcelo.alves@ufla.br, o.chipura@gmail.com

Palavras-chave: Geoestatística, thin plate splines, superfície climática.

A espacialização da precipitação pluvial é importante para diversos estudos de classificação climática, zoneamento agrícola, ecologia e estudos hidrológicos. Teve-se por objetivo a avaliação de quatro métodos para interpolar a precipitação anual no estado de Minas Gerais utilizando geostatística e modelos determinísticos. Foram utilizados dados de 585 estações pluviométricas dentro de um buffer de 100 km sobre o estado de Minas Gerais. Como covariáveis foram selecionadas a elevação e distância até a costa. Os métodos analisados foram a krigagem ordinária, krigagem universal com covariáveis e thin plate splines (TPS). A avaliação da performance foi feita através de validação cruzada leave one out. A krigagem ordinária feita com os resíduos da tendência modelada pelas coordenadas com regressão múltipla simples apresentou um coeficiente R^2 de 0,72 e erro médio de 88 mm. A krigagem universal com coordenadas e covariáveis modelando a tendência apresentou R^2 de 0,77 e erro médio de 78 mm com resultados visuais satisfatórios, reduzindo em 12% o erro em relação a krigagem ordinária. Já em relação a interpolação TPS o R^2 varia conforme o parâmetro de suavização lambda. Para o lambda estimado automaticamente pelo modelo obteve-se um R^2 de 0,79 e erro médio de 77 mm. Na inspeção visual a krigagem universal e TPS apresentaram os resultados similares e mais interessantes em relação aos outros modelos. O método geoestatístico apresenta uma robustez metodológica baseada na dependência espacial além de fornecer a variância da krigagem. Já o TPS foca apenas na predição, porém apresenta implementação bem mais simples.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Uso de Geocomputação para a Caracterização Clinográfica e Hipsométrica do Relevo e no Distrito de Boane - Moçambique

Inácio Samuel Cuna¹, Marcelo de Carvalho

Alves¹, Orlando Eduardo Chipura¹, Alberto Salomão Nhaca², Amara Lana Valim Abreu¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEPAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciencias do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{inacio.cuna.,marcelo.alves.,alberto.nhaca.,amara.abreu}@estudante.ufla.br,.o.chipura@gmail.com

Palavras-chave: Modelo Digital de elevação, STRM, Gestão Racional

Resumo

A gestão racional do uso da terra é um desafio contemporâneo, exigindo a integração de aspectos sociais, econômicos e ambientais, especialmente diante das mudanças climáticas. Nesse contexto, o conhecimento detalhado do relevo é fundamental para o planejamento territorial, permitindo a identificação de áreas suscetíveis a processos como erosão e inundação e apoiando estratégias de adaptação e mitigação. O objetivo deste estudo foi caracterizar o relevo do Distrito de Boane, em Moçambique, por meio de geotecnologias, gerando informações altimétricas que subsidiem o planejamento territorial e a tomada de decisão em ações de resiliência climática. Para a análise, foram utilizados dados de elevação do terreno obtidos da missão *Shuttle Radar Topography Mission*, com resolução espacial de 90 m. A importação, manipulação e análise e visualização desses dados foram realizadas na linguagem computacional R, utilizando os pacotes sf, geodata, raster, terra e ggplot2. Foram geradas representações hipsométricas e clinográficas, permitindo avaliar a variação altimétrica e a declividade do território. Os resultados revelaram que a altitude do distrito varia entre 2 m e aproximadamente 150 m, com declives que variam aproximadamente entre 0 e 4°, sendo 83,6 % da área composta por declividades entre 0° e 1°, esses resultados indicam predominância de baixa altitude e com declive plano ou suavemente inclinados, sugerindo baixo risco de erosão por sulcos e alta mecanizabilidade, mas também destacando a vulnerabilidade a enchentes em regiões ribeirinhas de baixa altitude. Concluiu-se que a utilização de geocomputação para a caracterização do relevo permite gerar subsídios técnicos precisos para o planejamento territorial, contribuindo para estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Análise Temporal de Iluminação Noturna na região do Campo das Vertentes entre 2012 e 2024

Vítor Augusto Ferreira ¹, **Marcelo de Carvalho Alves** ², **Fortunato da Silva Menezes** ³, **Bruno de Oliveira Schneider** ⁴

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEA - Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Física/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037

CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Computação Aplicada/DAC – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

vitor.ferreira4@estudante.ufla.br, masrcelo.alves@ufla.br,
fmenezes@ufla.br, bruno@ufla.br

Palavras-chave: Sensor VIIRS, Expansão Urbana, Planejamento Municipal, Desenvolvimento Regional, Minas Gerais.

Este estudo analisou a dinâmica temporal da iluminação noturna na região do Campo das Vertentes, localizada no estado de Minas Gerais, no período de 2012 a 2024, a partir de dados do produto NASA Black Marble VIIRS. A metodologia adotada envolveu o processamento de imagens anuais com base na média de refletância, a aplicação de máscaras municipais e a realização de análises estatísticas referentes a 36 municípios da área de estudo. Os resultados revelaram crescimento generalizado da iluminação noturna, com padrões diferenciados de desenvolvimento entre municípios. Foi identificado aumento consistente da iluminação noturna, um indicativo de expansão urbana, crescimento econômico e densidade populacional. Oito municípios apresentaram alto crescimento ($>0,05$ nW/ano), destacando-se Barroso +138% (1,86 nW/cm²/sr), Lavras +75,5% (1,09 nW/cm²/sr), Ribeirão Vermelho +127% (1,06 nW/cm²/sr) e Tiradentes +79,9% (1,00 nW/cm²/sr). A análise demonstra a eficácia do monitoramento por Sensoriamento Remoto para compreensão dos processos de urbanização regional. A metodologia mostra-se igualmente promissora para aplicações em monitoramento de desastres naturais, detecção de quedas de energia elétrica em larga escala e análise de padrões epidemiológicos relacionados à distribuição

populacional. O crescimento diferenciado entre os municípios evidencia a necessidade de políticas públicas específicas que promovam o equilíbrio entre o desenvolvimento urbano e a sustentabilidade. Quanto à capacidade de detecção de interrupções no fornecimento energético, esta oferece ferramentas valiosas para a gestão de crises e o planejamento de contingência em escala regional.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise de Vulnerabilidade Climática no Campo das Vertentes Baseada em Indicadores de Sensibilidade ANOVA

Vítor Augusto Ferreira 1¹, Marcelo de Carvalho Alves 2¹, Fortunato da Silva Menezes 3²

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEA - Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹Departamento de Física/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

vitor.ferreira4@estudante.ufla.br, masrcelo.alves@ufla.br,
fmenezes@ufla.br

Palavras-chave: Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade Climática, Análise ANOVA, CMIP6, Índices de Risco, Planejamento Regional.

Este estudo apresenta uma metodologia para avaliação de vulnerabilidade climática na região do Campo das Vertentes (MG), utilizando análise ANOVA para identificar as variáveis climáticas mais sensíveis aos cenários futuros do CMIP6. A abordagem priorizou variáveis com maior estatística F na comparação entre dados históricos (1970-2000) e projeções (SSP245 e SSP585 para 2021-2040). Utilizando o modelo BCC-CSM2-MR. Foram desenvolvidos três índices de risco baseados nas variáveis mais sensíveis ao teste de média. Índice de Extremos de Precipitação, Índice de Variabilidade Térmica e Índice Composto (ponderação pelos valores de F da ANOVA). Os resultados revelam transformações no perfil climático regional, com redução média de 3.819 unidades no índice de extremos de precipitação e aumento de 10,3 unidades na variabilidade térmica, considerando a média dos dois cenários futuros. A análise identificou padrões espaciais distintos de vulnerabilidade, sendo os 10 municípios mais vulneráveis: Luminárias (score 7.142), Lagoa Dourada (7.122), Resende Costa (7.113), Dolores de Campos (7.089), Barroso (7.086), Carandaí (7.081), Barbacena (7.079), Prados (7.075), Alfredo Vasconcelos (7.073) e Ressaquinha (7.068). Estes municípios apresentam as maiores mudanças combinadas nos três índices de risco. As implicações para o planejamento regional incluem a necessidade de revisão dos sistemas de gestão hídrica face às alterações nos extremos de precipitação, adaptação de práticas agrícolas para maior instabilidade térmica, e fortalecimento de sistemas de alerta para eventos extremos. A abordagem baseada em sensibilidade ANOVA demonstrou ser ferramenta eficaz para priorização de ações de adaptação climática, destacando a importância de estratégias localizadas considerando a vulnerabilidade diferenciada entre municípios.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização das Propriedades Dinâmicas de Concretos de Diferentes Resistências

Cássio Humberto Lima¹, Fábio Lúcio Santos²

¹Departamento de Engenharia/DEG– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

cassio.lima2@estudante.ufla.br, fabio.santos@ufla.br

Palavras-chave: Análise Dinâmica Modal, resistência do concreto, Frequência Natural.

A caracterização dinâmica do concreto por meio de técnicas modais representa uma abordagem eficaz para compreender o comportamento vibracional de materiais estruturais. No presente estudo, corpos de prova de concreto das classes de resistência de 15, 20, 25 e 30 MPa foram avaliados experimentalmente para identificar a influência da resistência à compressão nas frequências naturais e nas magnitudes de resposta. A análise foi conduzida utilizando a técnica de excitação impulsiva SISO, na qual um martelo de instrumentação gera o impacto e um acelerômetro capta a resposta vibracional. As Funções de Resposta em Frequência (FRFs) foram obtidas e processadas em MATLAB, abrangendo o intervalo de 0 a 2.560 Hz, com 5.121 pontos de frequência por ensaio. As médias de resposta revelaram padrões distintos entre as classes de concreto, com aumento das frequências naturais à medida que cresce a resistência mecânica, refletindo maior rigidez estrutural. Diferenças também foram observadas conforme a posição de excitação, evidenciando a influência da geometria e do momento de inércia na resposta dinâmica. Os resultados demonstram que a análise modal permite distinguir o comportamento vibracional entre diferentes classes de concreto, possibilitando a avaliação não destrutiva de suas propriedades. Conclui-se que a metodologia adotada é eficiente para caracterização dinâmica de materiais cimentícios, oferecendo subsídios para o monitoramento, projeto e otimização de estruturas de concreto com base em parâmetros modais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Calibração de ensaios mecânicos em ramos de plantas via simulação computacional

Fernando Elias de Melo Borges¹, Ricardo Rodrigues Magalhães²

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Automática/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

Fernando.borges4@estudante.ufla.br, ricardorm@ufla.br

Palavras-chave: Método de Elementos Discretos, Cultura de Citros, Otimização.

A simulação computacional tem papel crucial na indústria atual, uma vez que permite o projeto de estruturas, máquinas e equipamentos com maior velocidade, versatilidade e economia que a construção de protótipos físicos. Para que uma simulação seja bem-sucedida, a calibração dos parâmetros de simulação dos materiais se faz essencial, uma vez que estes precisam gerar uma representação fidedigna dos fenômenos físicos. Dentre os métodos de simulação existentes, o Método de Elementos Discretos (DEM) vêm ganhando uso, principalmente pela sua capacidade de simular materiais flexíveis e anisotrópicos, como fibras vegetais de diversas plantas e culturas. Assim, este trabalho tem por objetivo a calibração de uma planta de citros em ensaios mecânicos de flexão e cisalhamento. Para isto, foram coletadas amostras das plantas e ensaiadas em laboratório, utilizando uma máquina de ensaios universal para obtenção das medidas físicas do ensaio. Em seguida, o processo do ensaio foi replicado no Software ANSYS Rocky, versão 2025R1 conectado com uma interface em Python, o que permitiu a aplicação da otimização dos parâmetros de simulação. A otimização foi feita utilizando o método de computação evolucionária *Particle Swarm Optimization* (PSO) com uma população de 30 indivíduos e 50 gerações. Como medida de validação, foi utilizado o erro médio quadrático (MSE) para comparativo entre as curvas de Força x Tempo simuladas e reais em laboratório. Os resultados apresentados apontaram um MSE de 288,71 para o ensaio de flexão e 253,25 para o ensaio de cisalhamento. Tais resultados apontam a necessidade de melhorias na calibração dos parâmetros, mas representam um passo importante na obtenção de modelos virtuais de culturas que ainda não foram utilizadas em ambientes computacionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES à esta pesquisa.

Relação entre teor de água e emissão de dióxido de carbono em grãos de café durante o armazenamento

João Vítor Morais Resende¹, Gabriel Alves Souza¹, Alejandra Salazar Canas¹,
Ednilton Tavares de Andrade¹, Filipe da Silva de Oliveira¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola/EENG – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{joao.resende5, gabriel.souza20, alejandra.canas}@estudante.ufla.br,
{ednilton, filipe.oliveira2}@ufla.br

Palavras-chave: Café, Armazenamento, Respiração, Teor de água, Dióxido de carbono, Fungos.

O café é um dos principais produtos agrícolas do Brasil, sendo a manutenção da qualidade pós-colheita um desafio para reduzir perdas durante o armazenamento. Entre os fatores determinantes da deterioração, destaca-se a respiração dos grãos, associada à emissão de dióxido de carbono (CO₂) e ao desenvolvimento de microrganismos. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência do teor de água do café sobre a respiração durante o armazenamento, bem como relacionar essa variável à ocorrência de fungos. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras, utilizando grãos de café colhidos, descascados e submetidos à secagem a 40°C. Durante a secagem, as amostras foram retiradas em quatro teores de água distintos 39%, 29%, 18% e 12% (b.u), sendo posteriormente determinados o teor de água e a atividade de água. As amostras foram armazenadas a 30°C e a produção de CO₂, variável resposta, foi monitorada semanalmente durante 55 dias (8 semanas). Observou-se que nos teores de 39%, 29% e 18% (b.u) houve desenvolvimento de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, fato que resultou em aumento substancial da respiração dos grãos. Já no teor de 12% (b.u) não se constatou crescimento fúngico, e a produção de CO₂ manteve-se em níveis reduzidos. As concentrações médias de CO₂ observadas nos teores de água de 39%, 29%, 18% e 12% (b.u), foram respectivamente, 22,8%, 20,4%, 2,8% e 0,1%. Constatou-se, portanto, que o teor de água exerce influência direta sobre a taxa de respiração, permitindo o ajuste de modelos preditivos da durabilidade dos grãos em diferentes condições de armazenamento.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, à FAPEMIG, ao CNPq pelo apoio financeiro e à EPAMIG pela colaboração nas análises.

Modelagem da Distribuição Espacial do Café em Minas Gerais Usando o Algoritmo MaxEnt: Que Variáveis Preditoras Usar?

Inacio Samuel Cuna¹, Marcelo de Carvalho Alves¹, Gladyston Rodrigues Carvalho², Viviane Costa Silva⁴, Fortunato da Silva Menezes⁵

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEPAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Empresa Agropecuária de Minas Gerais /EPAMIG

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³ Departamento de Estatística/DEX– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴ Departamento de Física/DFI– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{inacio.cuna.,

marcelo.alves., Viviane.silva6., fmenezes., }@ufla.br, grodriguescarvalho@gmail.com

Palavras-chave: Envelope climático - Manejo sustentável, Google Earth Engine.

Resumo

O café é uma das *commodities* agrícolas mais relevantes do mundo, com papel central no comércio internacional. No entanto, os registros georreferenciados de ocorrência ainda são escassos ou inconsistentes em diversas regiões produtoras, dificultando o planejamento agrícola, a previsão de produtividade e a formulação de estratégias de manejo sustentável e adaptação às mudanças climáticas. Estratégias de modelagem para identificar cultivos de café têm frequentemente se concentrado na caracterização do envelope bioclimático. Contudo, críticas recentes destacam a influência de múltiplos fatores, além do clima, na determinação da distribuição de espécies e nas dinâmicas associadas às mudanças climáticas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é de avaliar o desempenho de diferentes conjuntos de variáveis preditoras na modelagem da distribuição do cafeeiro, utilizando o algoritmo de Máxima Entropia (MaxEnt). Foram utilizados 541 pontos de presença de café, obtidos por meio do Geoportal do Café e processados na plataforma Google Earth Engine. As variáveis preditoras testadas, incluíram: variáveis climáticas como: temperatura média anual, isotermalidade, sazonalidade da temperatura, precipitação anual e sazonalidade da precipitação, seleccionadas por sua associação direta com os ecossistemas ideais para o cultivo de café, variáveis topográficas como: elevação, declive, aspecto e sombreamento e índices espectrais derivados das bandas do sensor Sentinel-2: Índice de Vegetação Ajustado pelo Solo, Índice de Diferença Normalizada da Água, Índice de Vegetação Ajustado (AVI), Índice de Absorção de Clorofila Modificado em Reflectância e Índice de Folhagem Verde, seleccionados por sua capacidade discriminativa. Os resultados indicaram que o conjunto de variáveis bioclimáticas obteve o melhor desempenho (Área sob a Curva = 0,94) em todas as métricas de avaliação, evidenciando sua relevância para a modelagem da distribuição do café, seguido pelas variáveis topográficas (Área sob a Curva = 0,90) e, por fim, pelos índices espectrais (Área sob a Curva = 0,89). Conclui-se que o desempenho do modelo MaxEnt é sensível ao conjunto de variáveis utilizado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e EPAMIG.

Efeito do teor de água sobre a taxa de emissão de dióxido de carbono em grãos de café ao longo do armazenamento

Gabriel Alves Souza¹, João Vítor Moraes Resende¹, Alejandra Salazar Canas¹, Ednilton Tavares de Andrade¹, Filipe da Silva de Oliveira¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola/EENG – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{gabriel.souza20, joao.resende5,
alejandra.canas}@estudante.ufla.br, {ednilton,
filipe.oliveira2}@ufla.br

Palavras-chave: Respiração dos grãos; atividade de água; fungos; *Aspergillus*; *Penicillium*; qualidade pós-colheita; secagem; dióxido de carbono.

O café figura entre os principais produtos agrícolas brasileiros, e preservar sua qualidade no pós-colheita é decisivo para mitigar perdas durante o armazenamento. Dentre os mecanismos de deterioração, sobressaem a respiração dos grãos, quantificada pela emissão de dióxido de carbono (CO₂), e o avanço de microrganismos. Este trabalho investigou como o teor de água dos grãos de café modula a respiração ao longo do armazenamento e como esse fator se relaciona com a ocorrência de fungos. O estudo foi realizado na Universidade Federal de Lavras, utilizando grãos colhidos, descascados e secos a 40 °C. Amostras foram coletadas em quatro teores de água (39%, 29%, 18% e 12% b.u.(base umida)), com determinação subsequente do teor de água e da atividade de água. As amostras foram armazenadas a 20 °C, e a produção de CO₂ (variável resposta) foi acompanhada semanalmente por 55 dias. Verificou-se que, nos teores de 39%, 29% e 18% b.u., houve colonização por fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, concomitante a incrementos expressivos na taxa respiratória; em contraste, a 12% b.u. não se observou crescimento fúngico, mantendo-se a evolução de CO₂ em patamares baixos. As concentrações médias de CO₂ para 39%, 29%, 18% e 12% b.u. foram, respectivamente, 21,6%; 12,6%; 0,2735% e 0,0225%, evidenciando que a secagem até 12% b.u. reduz a carga respiratória em 22,7 pontos percentuais em relação a 39% b.u. (≈99,6% de redução relativa), além de inibir o crescimento fúngico detectável. Esses achados reforçam que o teor de água exerce efeito direto e controlável sobre a respiração e a ecologia microbiana dos grãos, fornecendo base para calibração de modelos preditivos de armazenabilidade e para recomendações operacionais (p.ex., metas de secagem e faixas de atividade de água) que minimizam riscos de aquecimento, consumo de matéria seca e deterioração da qualidade sob diferentes cenários de armazenamento a 20 °C.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, à FAPEMIG, ao CNPq pelo apoio financeiro e à EPAMIG pela colaboração nas análises.

Análise Preditiva do Desempenho de Modelos de Detecção de Objetos via Modelos de Ensemble Baseados em Árvores

Luiz Carlos Brandão Junior¹, Ricardo Rodrigues Magalhães²

¹²Department of Agricultural Engineering,

Federal University of Lavras (UFLA),

Lavras, Minas Gerais, Brazil

contato@uflariano.com.br, ricardorm@ufla.br

Resumo: A otimização de modelos de aprendizado profundo para tarefas de visão computacional é um processo computacionalmente intensivo e dependente de extensiva experimentação. Este estudo apresenta uma metodologia para avaliar e prever o desempenho de arquiteturas de detecção de objetos, especificamente YOLOv11x e YOLOv12x, através da aplicação de uma suíte diversificada de modelos de regressão sobre uma base de dados sintética. Na ausência de um repositório público de resultados experimentais, foi gerado um dataset sintético com 10.000 amostras, cujos parâmetros e distribuições foram fundamentados em dados e conclusões extraídos de um estudo de referência sobre a detecção de frutos de macaúba. Uma análise comparativa de mais de 20 algoritmos de regressão identificou o LGBMRegressor como o modelo mais performático, alcançando um coeficiente de determinação (R^2) de 0.9794 na previsão da métrica de desempenho Mean Average Precision (mAP50–95). Como prova de conceito e aplicação prática, os modelos treinados foram encapsulados em um aplicativo interativo (Interactive Model Performance Predictor). Esta ferramenta permite aos usuários ajustar hiperparâmetros por meio de uma interface gráfica e obter previsões instantâneas de desempenho e custo computacional, demonstrando o potencial da abordagem para acelerar o ciclo de experimentação em MLOps. Conclui-se que a modelagem preditiva sobre dados sintéticos não apenas gera insights acurados, mas também viabiliza a criação de ferramentas práticas para a otimização de modelos.

Palavras-chave: Aprendizado de Máquina, Regressão, Dados Sintéticos, YOLO, Importância de Features, Análise Preditiva, SHAP.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

MAPEAMENTO DE DIFERENTES BASES DE DADOS GEOGRÁFICAS DA REGIÃO DE CONCEIÇÃO DO RIO VERDE, COM GEOCOMPUTAÇÃO

Amara Lana de Abreu¹, Marcelo de Carvalho Alves, Inácio Samuel Cuna, Aderito Celestino Cau², Giulia Correa Sassi, Mariana Oliveira

¹ Escola de Engenharia (EENG), Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – Lavras, MG – Brasil

² Escola de Engenharia (EENG), Departamento de Recursos Hídricos (DRH) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – Lavras, MG – Brasil

amara.abreu@estudante.ufla.br, marcelo.alves@ufla.br,
inacio.cuna@estudante.ufla.br, aderito.caul@estudante.ufla.br,
giulia.sassi2@estudante.ufla, mariana.oliveira19@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Agricultura Digital, Rstudio, geovisualização

O mapeamento por satélites, moderniza a forma como o desenvolvimento urbano é praticado. Ele permite a coleta de dados precisos em diferentes áreas. Essa informação detalhada ajuda a sociedade a tomar decisões mais inteligentes, otimizando o uso de recursos e aumentando a eficiência em diferentes áreas. O presente trabalho teve como objetivo principal mapear a região de Conceição do Rio Verde, município de Minas Gerais através de bases de dados GADM (Global Administrative Areas) e Brazilmaps e comparar com técnicas de geovisualização. O estudo foi desenvolvido na cidade de Conceição do Rio Verde, as análises foram realizadas em software R versão 2025.09.0. em sistema de coordenadas WGS 84. Como resultados com o uso de operador de colchetes e o atributo com nome do município foi possível realizar o subconjunto do município de interesse que definiu a região geográfica estudada, como a base de imageamento sem nuvens. A partir de mapeamento comparativo das bases Brazilmaps e GADM, observou-se maior detalhamento das divisas e no limite do município na base GADM, com detalhes de sinuosidade de bordas e consequentemente maior número de vértices em sua geometria. Entretanto o fato não foi observado pelo tamanho do arquivo, de modo que as bases de dados Brazilmaps e GADM apresentaram tamanho iguais, sendo este valores 8088 bytes. Assim ambas Bases se mostraram eficiente para oferecer a limitação geográfica da cidade de Conceição do Rio Verde

MAPEAMENTO DA VELOCIDADE OPERACIONAL E VOLUME DE APLICAÇÃO DE UM PULVERIZADOR AUTOPROPELIDO NA CULTURA DO MILHO

Amara Lana de Abreu¹, Gabriel Araujo e Silva Ferraz, Inácio Samuel Cuna, ,
Adérito Celestino Cau²

¹ Escola de Engenharia (EENG), Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – Lavras, MG – Brasil

² Escola de Engenharia (EENG), Departamento de Recursos Hídricos (DRH) –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – Lavras, MG – Brasil

amara.abreu@estudante.ufla.br,
gabriel.ferraz@ufla.br, inacio.cuna@estudante.ufla.br
aderito.caul@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Agricultura Digital, culturas anuais, máquinas agrícolas

O mapeamento agrícola, com o uso de controladoras e satélites, moderniza a forma como a agricultura é praticada. Ele permite a coleta de dados precisos sobre as aplicações e manejo auxiliando no acompanhamento da produtividade das lavouras. Essa informação detalhada ajuda os agricultores a tomar decisões mais inteligentes, otimizando o uso de recursos e aumentando a eficiência da produção. O presente trabalho teve como objetivo principal investigar o desempenho operacional de um pulverizador autopropeleto após o procedimento de calibração, com foco na análise e acompanhamento da aplicação em uma lavoura de milho safrinha, utilizando sistemas automatizados de máquinas. O estudo foi desenvolvido na Fazenda Santa Helena, situada no município de Lavras, estado de Minas Gerais, em 09 de maio de 2025. Para a coleta dos dados, foram empregados um pulverizador autopropeleto de 3000 litros, com sistemas de automação e georreferenciamento, um copo medidor de vazão e um cronômetro para a calibração, além dos dados de aplicação obtidos diretamente dos sistemas da máquina. Foram coletadas variáveis como velocidade de deslocamento, vazão de aplicação e georreferenciamento (dados bico a bico). Para a validação da coleta de informações, foi realizada uma calibração inicial do pulverizador, abrangendo a vazão dos bicos, a altura da barra de aplicação e a velocidade, seguindo a metodologia preconizada pela Embrapa. Para as análises espaciais dos mapas, velocidade e volume de aplicação, utilizou-se o *software* QGIS (versão 3.345), com a aplicação do *plugin* geostatístico Smart Map. A investigação após a aplicação buscou, como resultado primário, identificar a conformidade operacional da máquina após a calibração e durante a observação. Observou-se que os bicos da máquina apresentavam boas condições de aplicação, com os dados de distribuição de volume demonstrando uniformidade e variando entre 1000 a 1200 litros por minuto. A velocidade adotada mostrou-se compatível com as exigências técnicas dos produtos utilizados e as condições ambientais. O mapeamento das variáveis volume e velocidade permitiu a identificação de zonas na lavoura, para possíveis melhorias em função da resposta da máquina a essas variáveis. Em termos de contribuição prática, espera-se que este trabalho forneça novos dados ao meio acadêmico, e possibilite a outros profissionais e pesquisadores a visualização e o planejamento mais eficaz de operações agrícolas baseadas em dados geoespaciais pós-calibração e aplicação.

Caracterização Espaço - Temporal do Vento e sua Relação com Relevo e Desastres Climáticos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vermelho

Orlando Eduardo Chipura¹, Marcelo de Carvalho Alves¹, Fortunato Silva de Menezes², Douglas Geovanini de Paiva Mosca Leite³

¹Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Física – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

o.chipura@gmail.com, marcelo.alves@ufla.br, fmenezes@ufla.br, douglas.leite@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Modelo de elevação digital, modelos estatísticos, variáveis morfométricas, vento catabático, geoprocessamento.

Resumo

O vento é uma variável meteorológica que impacta diversos setores, como geração de energia eólica, planejamento agrícola, engenharia civil e gestão ambiental. No entanto, sua variação espaço-temporal ainda representa um desafio para o monitoramento climático e a previsão de eventos extremos. Nessa pesquisa objetivou-se caracterizar a variação espaço-temporal do vento, sua relação com o relevo e desastres climáticos. Foi realizada uma revisão de literatura em 143 artigos disponíveis nas bases Web of Science, Scopus e Google Acadêmico. Usou-se System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA), um software de Sistema de Informação Geográfica (GIS) para identificar os locais expostos a riscos de desastres. Por meio de dados radiométricos, técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, foram identificadas regiões expostas e protegidas à ação do vento extremo. A análise de séries históricas através de modelos estatísticos, permitiu identificar as tendências, padrões sazonais e prever cenários futuros da variação da velocidade do vento. A velocidade e direção do vento variou de acordo com a variação das variáveis morfométricas como declividade, aspecto, altitude e rugosidade do terreno e também com variáveis meteorológicas, como pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar. O uso de índices derivados do relevo, como o índice de exposição topográfica, barlavento e sotavento, deflexão e abrigo, possibilitou mapear zonas críticas à ocorrência de desastres eólicos e orientar o uso racional do território. Concluiu-se que a variação espaço-temporal do vento apresentou dependência das variáveis morfométricas, principalmente a altitude, declividade e aspecto, que definiram zonas de exposição e abrigo. Os padrões sazonais e a tendência do vento tornaram-se necessários para sugerir o monitoramento climático, gestão territorial e agrícola em regiões vulneráveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA COLHEITA DE MACAÚBA: UMA REVISÃO

Emerson José Martins Fonseca¹, Anna Amandi Palma Diniz Baker¹, Fábio Lúcio Santos¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEA, Universidade Federal de Lavras. (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

emerson.fonsecal@estudante.ufla.br, anna.baker@estudante.ufla.br,
fabio.santos@ufla.br

Palavras-chave: *Acrocomia aculeata*, Produção de Óleo, Revisão Bibliográfica.

A macaúba, palmeira nativa da América Central e América do Sul, vem passando por um processo gradual de domesticação e se destaca pelo elevado potencial para a produção de óleos e geração de coprodutos de interesse em diferentes setores. Nesse contexto, buscou-se analisar o panorama atual das pesquisas voltadas ao desenvolvimento de tecnologias aplicadas à colheita da espécie, de forma quantitativa e sistemática. Para isso, foram empregadas as bases Scopus e Web of Science (WoS) através da plataforma CAPES como fontes de dados, e as seguintes palavras-chave foram determinadas: “harvest” OU “harvesting” OU “fruit collection” OU “fruit picking” OU “mechanical harvesting” OU “manual harvesting” E *Acrocomia aculeata* OU “acrocomia” OU “macauba” OU “macaw palm” OU “mbokaya” OU coyol palm OU bocaiuva. Desta forma foram considerados todos os anos e somente artigos foram selecionados. As métricas de cada base foram extraídas em um algoritmo dentro do software R utilizando o recurso Bibliometrix, eliminando-se duplicatas e, posteriormente, excluindo-se manualmente os títulos que não atendiam ao objetivo da revisão. Foram encontrados 47 estudos na Scopus e 48 na Web of Science, na etapa de seleção foram excluídos 35 duplicatas, resultando em 60 artigos relacionados à colheita de macaúba. Após a análise de elegibilidade, foram selecionados 17 trabalhos representativos do avanço tecnológico na área, e a revisão sistemática incluiu 11 artigos como principais linhas de pesquisa, com foco na predição de ponto de colheita, no aprimoramento da colheita manual, na adoção de métodos semi-mecanizados e na avaliação de alternativas para mecanização plena no futuro. Além disso, após o refinamento dos dados foi constatado que o primeiro artigo falando sobre práticas de colheita é datado de 2015 e desde então observa-se um aumento de baixa relevância no aspecto científico. Conclui-se que ainda há obstáculos significativos para consolidar uma integração tecnológica que viabilize a colheita totalmente mecanizada da macaúba; entretanto, observa-se que, mesmo diante de restrições de recursos, os últimos anos apresentaram avanços promissores.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas no cultivo e manejo de café: Revisão Bibliométrica

Anna Amandi Palma Diniz Baker¹, Franck Morais de Oliveira¹, Gabriel Araújo e Silva Ferraz¹, Emerson José Martins Fonseca¹

¹ Departamento de Engenharia Agrícola, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Lavras.

anna.baker@estudante.ufla.br, franck.oliveiral@estudante.ufla.br, gabriel.ferraz@ufla.br,
emerson.fonseca1@estudante.ufla.br.

Palavras-chave: Agricultura de precisão; sensoriamento remoto; análise sistemática

A cafeicultura representa grande importância mundial. O café é hoje a terceira bebida mais consumida do mundo, e o Brasil se destaca como maior produtor e um dos principais exportadores dessa commodity agrícola. A produtividade das lavouras e a qualidade da bebida e de seus subprodutos estão diretamente relacionadas ao manejo e aos cuidados na produção. Novas tecnologias na agricultura, permitem o uso de câmeras e sensores acoplados aos drones, favorecendo melhor tomada de decisão, manejo mais eficiente e aplicação fitossanitária ajustada à heterogeneidade das lavouras. O objetivo deste estudo é quantificar a produção acadêmica de artigos que utilizem de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) na cafeicultura. As buscas foram realizadas sem filtro de data, abrangendo publicações nos últimos 21 anos (2004 a agosto de 2025), nas bases Web of Science (WoS) e Scopus. A análise bibliométrica foi feita no software Biblioshiny for Bibliometrix em R (versão 2025-09-12), com foco na evolução temporal das pesquisas, principais autores, instituições e palavras-chave. As palavras-chave utilizadas em ambas as plataformas foram: (“remotely piloted aircraft” OR “remotely piloted aircraft system” OR “unmanned aerial system” OR “unmanned aerial vehicle” OR UAV OR UAS OR RPAS OR RPA OR VANT OR DRONE) AND (coffee OR “coffee growing” OR “coffee plants” OR “coffee cultivars” OR “coffee crops” OR “coffee farm” OR “Precision coffee growing”). Foram selecionados apenas artigos, sem restrições de idioma, periódicos ou data. A busca resultou em 89 artigos no WoS e 105 no Scopus. No RStudio, 84 arquivos duplicados foram excluídos. Após leitura de títulos e resumos, 24 estudos que não abordavam o tema foram descartados, restando 86 artigos para análise. Os autores mais relevantes em número de publicações foram Ferraz, G.; Santana, L.; Bento, N.; Marin, D.; Faria, R.. As instituições com maior número de filiações, em ordem decrescente, foram: Universidade Federal de Lavras, Universidade Federal de Uberlândia, Universidade de Florença e Universidade Federal de Viçosa. As revistas com mais artigos publicados foram, em ordem: Remote Sensing, Agriengineering, Agronomy-Basel, Precision Agriculture e Agronomy Research. A análise bibliométrica evidencia o crescente interesse no uso de drones na cafeicultura, com destaque para pesquisadores e instituições brasileiras que lideram a produção científica na área.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Processo nº 310186/2023-4), à FAPEMIG (Processo nº APQ-00661-22) e à CAPES pelo apoio financeiro, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e à Universidade Federal de Lavras pelo apoio acadêmico e institucional.

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO A IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS PARA EXPANSÃO DE ÁREAS VERDES URBANAS EM BELO HORIZONTE

Mariana Oliveira¹, Marcelo de Carvalho Alves², Giulia Correa Sassi³, Amara Lana Valim Abreu⁴

¹Departamento de Ecologia Aplicada– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Engenharia Agrícola- Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Engenharia Agrícola- Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

mariana.oliveiral9@estudante.ufla.br, amara.abreu@estudante.ufla.br, giulia.sassi2@estudante.ufla.br, marcelo.alves@ufla.br

Palavras-chave. Ilhas de calor, NDVI, LST, planejamento urbano

O acelerado crescimento urbano de Belo Horizonte (MG) resultou na substituição sistemática de áreas verdes por superfícies impermeáveis, intensificando o fenômeno das ilhas de calor urbanas (ICU) e gerando impactos negativos sobre a saúde e o equilíbrio ambiental. Este estudo teve como objetivo identificar áreas críticas, caracterizadas por baixa cobertura vegetal e altas temperaturas, apresentando o potencial para a implantação ou expansão de espaços verdes urbanos. A metodologia utilizou sensoriamento remoto e geocomputação com o software livre R e imagens de satélite Landsat. Foram calculados o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) e a Temperatura da Superfície Terrestre (LST). As áreas críticas foram definidas pela sobreposição dos índices: locais com LST acima do quartil de 75% e NDVI abaixo do quartil de 25%. A análise temporal do NDVI, de 1984 a 2021, revelou uma perda significativa de vegetação no município, com uma forte correlação negativa entre a expansão urbana e a cobertura vegetal. Em contraste, áreas protegidas apresentaram tendência de aumento no NDVI, sugerindo regeneração. Os resultados confirmaram a correlação inversamente proporcional entre a densidade de vegetação e a temperatura da superfície. A sobreposição dos índices gerou mapas temáticos que indicaram a localização de áreas prioritárias para a expansão de novos espaços verdes. Em conclusão, a pesquisa fornece subsídios técnicos para o planejamento urbano, demonstrando que a preservação e expansão de áreas verdes é um imperativo para a saúde pública, a mitigação de riscos urbanos e a promoção da equidade territorial.

Agradecimentos

Para a realização deste trabalho não teve apoio financeiro.

COMPARAÇÃO GEOMÉTRICA DE BASES DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA DEFINIÇÃO DE POLÍGONO DA FRONTEIRA DE VARGINHA PARA APLICAÇÕES NO SENSORIAMENTO REMOTO

Mariana Oliveira¹, Marcelo de Carvalho Alves², Giulia Correa Sassi³, Amara Lana
Valim Abreu⁴

¹Departamento de Ecologia Aplicada– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Engenharia Agrícola- Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Engenharia Agrícola- Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

mariana.oliveira19@estudante.ufla.br, marcelo.alves@ufla.br, giulia.sassi2@estudante.ufla.br,
amara.abreu@ufla.br

Palavras-chave: Minas Gerais; brazilmaps; GADM; linguagem R; pacote sf.

A delimitação e organização territorial são aspectos fundamentais para análise espaciais, principalmente para a definição territorial de um município, sendo amplamente utilizadas em sensoriamento remoto e geocomputação. Partido da hipótese que as bases de dados utilizadas para a comparação podem ter níveis de detalhamento diferenciados para o estabelecimento das fronteiras da cidade. Objetivou-se comparar as bases de dados brazilmaps e GADM para aplicações em estudos de geocomputação em Varginha(MG). As bases brazilmaps (IBGE) e GADM (geodata) foram obtidas na internet para a comparação geométrica e tamanho do arquivo. A comparação geométrica foi realizada pelo ESRI Shapefile na classe sf data frame, sob as coordenadas WGS-84 (EPSG:4326), onde foi visualizado a ocorrência da cidade no centro das fronteiras de Varginha-MG. O comparativo entre bases foi utilizado a função `objetc.size` em bytes. Em relação aos resultados obtidos e conclusão, o mapeamento comparativo evidenciou que GADM ocorre com maior detalhamento, com maior sinuosidade das divisas e vértices. Essa diferença foi refletida no tamanho dos arquivos, em que as bases brazilmaps e GADM apresentaram tamanho de 7496 bytes e 12.760, respectivamente. Em relação ao processamento em nuvem, a base de menor tamanho pode ser mais adequada para aplicações. Para estudos de maior precisão, recomenda-se a base GADM.

Agradecimentos:

Para a realização deste trabalho não teve apoio financeiro.

Análise Preditiva da Massa de Morangos Utilizando Aprendizado de Máquina e uma Base de Dados Sintética Fundamentada

Luiz Carlos Brandão Junior*

Department of Agricultural Engineering,
Federal University of Lavras (UFLA),
Lavras, Minas Gerais, Brazil
contato@uflaiano.com.br

and

Ezequiel Azarias Manjate

Department of Agricultural Engineering,
Federal University of Lavras (UFLA),
Lavras, Minas Gerais, Brazil
ezequiel.manjate1@estudante.ufla.br

and

Ricardo Rodrigues Magalhães

Department of Agricultural Engineering,
Federal University of Lavras (UFLA),
Lavras, Minas Gerais, Brazil
ricardorm@ufla.br

6 de outubro de 2025

Resumo

A estimativa não-destrutiva de características agronômicas, como a massa de frutos, é um pilar da agricultura de precisão. Este estudo aborda o desafio da escassez de dados públicos para o desenvolvimento de modelos preditivos, propondo uma metodologia robusta baseada na geração de uma base de dados sintética de alta fidelidade.

*This work was supported by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). The Article Processing Fee for the publication of this research was paid by CAPES (ROR identifier: 00x0ma614). For open access purposes, the authors have assigned a Creative Commons CC BY license to any accepted version of the article.

Fundamentada em parâmetros estatísticos extraídos de um estudo de referência sobre a classificação pós-colheita de morangos (1), uma base de dados com 10.000 amostras foi gerada. Múltiplos modelos de aprendizado de máquina foram aplicados para prever a massa dos frutos (regressão) e sua classe comercial (classificação) com base em suas características morfológicas. Os resultados demonstram uma performance preditiva excepcional, com modelos de regressão atingindo um coeficiente de determinação (R^2) superior a 0.97 e modelos de classificação com acurácia perfeita. A análise de explicabilidade (XAI) via SHAP identificou a área visual do fruto (*Area_px2*) como a variável de maior impacto preditivo. Como prova de conceito da aplicabilidade prática dos resultados, os modelos de melhor desempenho foram implementados em uma aplicação de software interativa para a predição em tempo real. O trabalho conclui que a utilização de dados sintéticos, quando rigorosamente fundamentada, constitui uma alternativa poderosa para o desenvolvimento, validação e implementação de ferramentas de aprendizado de máquina em domínios com dados limitados.

Keywords: Aprendizado de Máquina, Dados Sintéticos, Análise Preditiva, Regressão, Agricultura de Precisão, Morango.

1 Introdução

A otimização da cadeia produtiva agrícola é um imperativo econômico e de sustentabilidade na era da Agricultura 4.0 (10). No setor hortifrutícola, a classificação pós-colheita representa uma etapa crítica onde a qualidade e o valor comercial dos produtos são definidos. Para culturas de alto valor, como o morango (*Fragaria ananassa*), a massa do fruto é um dos principais determinantes de qualidade, influenciando diretamente a precificação e a aceitação pelo consumidor (1). Tradicionalmente, este processo é realizado manualmente, sendo subjetivo, trabalhoso e propenso a causar danos mecânicos que aceleram a deterioração. A aplicação de visão computacional e aprendizado de máquina oferece uma solução promissora para automatizar esta tarefa de forma não-destrutiva, precisa e escalável (17).

Contudo, a aplicação efetiva dessas técnicas enfrenta um paradoxo comum em domínios científicos: enquanto a demanda por soluções baseadas em dados cresce exponencialmente, a disponibilidade de conjuntos de dados públicos, extensos e anotados permanece severamente limitada. A coleta de dados agrônômicos é um processo intensivo em recursos, e os dados resultantes são frequentemente mantidos como proprietários. Este "vácuo de dados" representa um obstáculo significativo para o avanço da pesquisa e a democratização de tecnologias de IA na agricultura. Para superar essa barreira, a geração de bases de dados sintéticas, rigorosamente fundamentadas em conhecimento de domínio e parâmetros estatísticos extraídos da literatura, emerge não apenas como uma alternativa, mas como uma metodologia essencial para acelerar o ciclo de desenvolvimento e validação de modelos (9; 16).

O presente estudo apresenta um *framework* completo para a análise preditiva da massa de morangos, demonstrando a viabilidade de uma abordagem centrada em dados sintéticos. A contribuição deste trabalho é multifacetada: primeiro, detalha-se a geração de uma base de dados sintética de alta fidelidade, parametrizada a partir de um estudo de referência (1); segundo, realiza-se um *benchmark* abrangente de modelos de regressão para identificar os preditores mais acurados; terceiro, emprega-se técnicas de Inteligência Artificial Explicável (XAI), como o SHAP (13), para desvendar os fatores morfológicos que governam as predições do modelo; e, finalmente, utilizam-se métodos de análise não supervisionada para explorar a estrutura intrínseca dos dados e investigar a separabilidade morfológica entre

diferentes genótipos. O objetivo final é demonstrar que a abordagem baseada em dados sintéticos pode não apenas replicar resultados de alta performance, mas também gerar novos insights científicos sobre as relações entre as características fenotípicas e os atributos de qualidade do fruto.

2 Metodologia

A metodologia deste estudo foi estruturada em duas etapas principais: (1) a geração de uma base de dados sintética de alta fidelidade, que serve como fundamento para a análise; e (2) a aplicação de um pipeline de modelagem preditiva e análise exploratória para extrair insights e validar hipóteses.

2.1 Geração da Base de Dados Sintética

A construção do dataset sintético foi um processo metodológico rigoroso, projetado para emular as propriedades estatísticas dos dados reais apresentados no estudo de referência de Mendes (1). O objetivo foi criar um ambiente de dados controlado que preservasse as complexas inter-relações entre as características morfológicas dos morangos. O uso de dados sintéticos em agricultura tem demonstrado grande potencial para superar limitações de datasets reais, mantendo propriedades estatísticas fundamentais (9; 15).

2.1.1 Seleção de Variáveis e Extração de Parâmetros

O ponto de partida foi a **Figura 6 (Matriz de Correlação de Spearman)** do trabalho de referência. Esta matriz foi utilizada para identificar as variáveis com maior poder preditivo em relação à variável-alvo, a **Massa**. Foram selecionadas sete características morfológicas que apresentaram as correlações mais fortes e significativas com a massa: Diâmetro Transversal (DT), Diâmetro Longitudinal (DL), Tamanho (escala UPOV), Área (px^2), Perímetro (px), Altura (px) e Largura (px). Estudos prévios têm demonstrado que características morfométricas, especialmente a área visual, são preditores eficazes da massa de frutos em morangos (17; 8). A própria matriz de correlação foi transcrita numericamente para servir como a "planta" da estrutura relacional dos dados. Os vetores de médias e desvios-padrão

para cada variável foram estimados a partir da análise dos gráficos e estatísticas descritivas apresentadas no mesmo documento, garantindo que a escala e a dispersão dos dados sintéticos fossem realistas.

2.1.2 Modelo Estatístico de Geração

Para a geração das 10.000 amostras, empregou-se um modelo de **distribuição normal multivariada**. Esta abordagem estatística é ideal para este fim, pois permite gerar vetores de variáveis aleatórias que aderem simultaneamente a um vetor de médias pré-definido e a uma matriz de covariância. A matriz de covariância foi calculada a partir da matriz de correlação extraída e dos vetores de desvios-padrão estimados, conforme a Equação 1, onde Σ é a matriz de covariância, D é a matriz diagonal dos desvios-padrão e R é a matriz de correlação.

$$\Sigma = DRD \quad (1)$$

Esta metodologia garante que as relações monotônicas e lineares entre as variáveis, como a forte correlação positiva entre a área e a massa ($\rho \approx 0.95$), sejam intrinsecamente preservadas no dataset sintético, conferindo-lhe um alto grau de realismo estatístico. Variáveis categóricas como **Genotipo** na figura 1 do texto de referência e **Classe_Comercial** foram subsequentemente adicionadas para completar a estrutura do dataset.

2.2 Modelagem Preditiva e Análise

O pipeline de análise foi executado utilizando a linguagem Python com as bibliotecas Scikit-learn (14), XGBoost (4) e SHAP (13). O processo seguiu as seguintes etapas:

1. **Pré-processamento:** Para avaliar a capacidade de generalização dos modelos preditivos e evitar o otimismo de uma única divisão treino-teste, foi empregada a técnica de **validação cruzada k-fold**, com $k = 10$ (11). O conjunto de dados foi dividido em 10 subconjuntos (folds) de tamanhos aproximadamente iguais. O processo iterou 10 vezes, a cada iteração, um fold foi reservado para teste e os $k - 1$ folds restantes foram utilizados para treinamento. Dentro de cada iteração de treinamento, as variáveis de

entrada (features) foram submetidas a uma normalização via `StandardScaler` para evitar vazamento de dados. As métricas de performance (e.g., R^2) foram calculadas para cada fold de teste, e o resultado final da performance de um modelo foi reportado como a média e o desvio-padrão das métricas ao longo dos 10 folds. Esta abordagem garante que cada amostra do dataset seja utilizada tanto para treinamento quanto para teste, resultando em uma estimativa de performance mais estável e confiável.

2. **Treinamento do Modelo Preditivo:** Após a etapa de avaliação por validação cruzada, um modelo final `XGBRegressor` foi treinado utilizando a totalidade dos dados de treino (80% do dataset original) para servir de base para as análises subsequentes. A escolha deste algoritmo deve-se à sua performance consistentemente alta, verificada na etapa de validação, e à sua compatibilidade nativa com a biblioteca SHAP. Algoritmos de gradient boosting, como o XGBoost, têm demonstrado excelente performance em tarefas de predição agrícola (6).
3. **Análise de Explicabilidade (XAI):** A técnica SHAP (SHapley Additive exPlanations) foi aplicada a este modelo final para calcular os valores de Shapley para cada feature nas predições do conjunto de teste (os 20% restantes) (13). Isso permitiu a quantificação da importância global de cada variável e a visualização de suas contribuições individuais. O uso de XAI em agricultura tem se mostrado fundamental para aumentar a transparência e confiança em modelos de machine learning (12; 5).

2.3 Métricas de Avaliação

A performance dos modelos foi avaliada utilizando um conjunto de métricas padrão da indústria, selecionadas para fornecer uma visão abrangente tanto da precisão preditiva quanto da magnitude do erro para cada tarefa específica: regressão e classificação.

2.3.1 Métricas para a Tarefa de Regressão (Predição de Massa)

Para a tarefa de prever a variável contínua **Massa**, foram utilizadas as seguintes métricas, calculadas como a média dos resultados obtidos nos 10 folds da validação cruzada:

- **Coeficiente de Determinação (R^2):** Utilizado como a métrica primária para a seleção do modelo. O R^2 varia de 0 a 1 e representa a proporção da variância na variável de saída que é explicada pelo modelo. Um valor próximo de 1, como o **0.9720** alcançado pelo melhor modelo, indica um ajuste quase perfeito, onde o modelo consegue capturar a maior parte da variabilidade dos dados.
- **Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE):** Mede a raiz quadrada da média dos erros ao quadrado. É uma métrica sensível a grandes erros (outliers) e expressa o erro na mesma unidade da variável-alvo. Um RMSE médio de **1.0038 g**, obtido pelo modelo de melhor desempenho, significa que, em média, o desvio padrão dos resíduos de predição é de aproximadamente 1 grama, indicando uma alta precisão.
- **Erro Absoluto Médio (MAE):** Calcula a média dos valores absolutos dos erros. É mais robusto a outliers que o RMSE e fornece uma interpretação direta da magnitude média do erro. Um MAE médio de **0.7956 g** indica que, na média, as previsões do modelo desviam-se menos de 0.8 gramas do valor real.

2.3.2 Métricas para a Tarefa de Classificação (Predição de Classe Comercial)

Para a tarefa de classificar os frutos em `Classe_Comercial` (binário) e `Genotipo` (multi-classe), foram utilizadas as seguintes métricas:

- **Acurácia (Accuracy):** Mede a proporção de previsões corretas sobre o total de amostras. Embora seja uma métrica intuitiva, pode ser enganosa em datasets desbalanceados. No entanto, para o problema da `Classe_Comercial`, a acurácia de **1.0000** (ou 100%) alcançada por múltiplos modelos indicou uma separabilidade quase perfeita dos dados.
- **F1-Score:** É a média harmônica da precisão e do recall, fornecendo uma medida balanceada, especialmente útil quando as classes são desiguais ou quando os custos de falsos positivos e falsos negativos são diferentes. Foi a métrica primária para avaliar a tarefa multiclasse (`Genotipo`), onde o baixo F1-Score médio (≈ 0.13) revelou a dificuldade da tarefa.

- **AUC-ROC (Área sob a Curva ROC):** Utilizada como métrica primária para a classificação binária da `Classe_Comercial`. O AUC-ROC mede a capacidade de um modelo de distinguir entre as classes positiva e negativa. Um valor de **1.0000** indica um classificador perfeito, capaz de separar as duas classes sem nenhum erro, o que foi observado em múltiplos algoritmos testados.

3 Resultados e Discussão

A aplicação do pipeline metodológico sobre a base de dados sintética gerou um conjunto rico de resultados, que não só validam a abordagem preditiva, mas também oferecem *insights* profundos sobre as relações morfométricas na cultura do morango.

3.1 Análise de Correlação das Variáveis Morfométricas

Uma análise de correlação exploratória foi conduzida como passo inicial para entender a estrutura de interdependência entre as variáveis morfométricas da base de dados sintética. Foram calculadas as matrizes de correlação de Pearson, para avaliar relações lineares, e de Spearman, para avaliar relações monotônicas (lineares ou não). Os resultados são visualizados nos heatmaps da Figura 1.

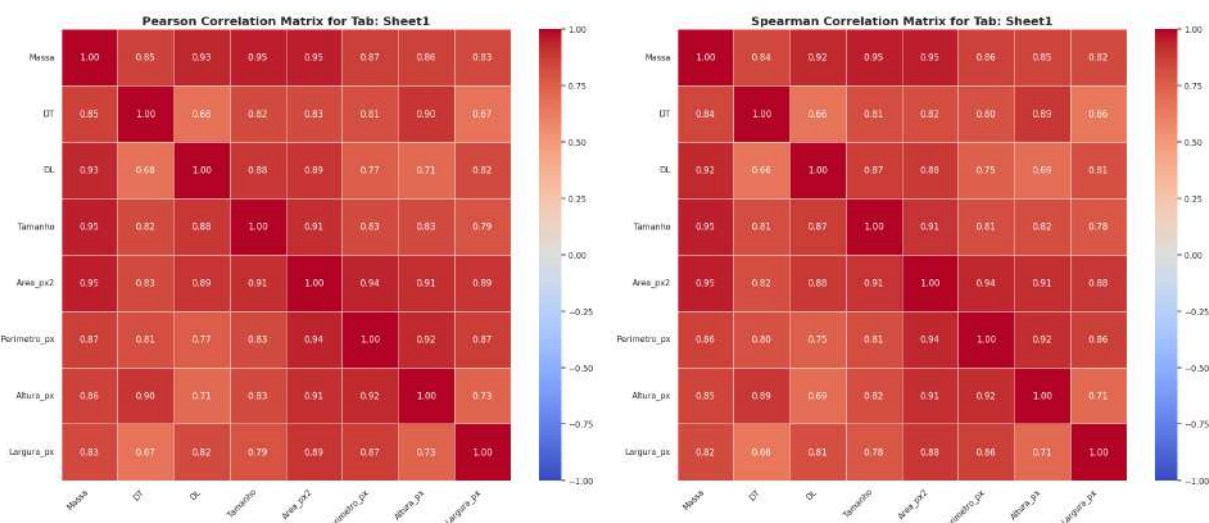


Figura 1: Matrizes de correlação de Pearson (esquerda) e Spearman (direita) para as variáveis numéricas do estudo.

Ambas as análises revelam um conjunto de correlações positivas muito fortes, especialmente entre a variável-alvo **Massa** e suas preditoras dimensionais. A correlação de Pearson entre **Massa** e **Area_px2** foi de **0.95**, e com **Tamanho** foi igualmente de **0.95**. A correlação com **DL** (Diâmetro Longitudinal) também foi excepcionalmente alta, atingindo **0.93**. Estes valores são praticamente idênticos aos observados na matriz de correlação de Spearman, que registrou 0.95, 0.95 e 0.92 para os mesmos pares, respectivamente.

A notável semelhança entre os coeficientes de Pearson e Spearman para os pares mais correlacionados sugere fortemente que as relações subjacentes não são apenas monotônicas, mas também predominantemente lineares. Este achado é fundamental, pois justifica a alta performance alcançada não apenas por modelos complexos, mas também por modelos de regressão linear simples, conforme será discutido na próxima seção.

É crucial destacar que os coeficientes de correlação obtidos no dataset sintético são numericamente muito próximos e consistentes com os apresentados na matriz de correlação do estudo de referência de Mendes (1), que serviu de base para a geração dos dados. Por exemplo, a correlação de Spearman entre **Massa** e **Area_px2** no estudo original era de 0.95, exatamente o mesmo valor obtido nesta análise. Esta consistência valida a fidelidade estatística da base de dados sintética e reforça a confiança nos resultados dos modelos preditivos que dela derivam.

3.2 Performance Comparativa dos Modelos Preditivos

A avaliação de mais de 20 algoritmos de regressão, utilizando validação cruzada k-fold ($k = 10$), revelou uma performance consistentemente alta e estável na predição da massa. A Tabela 1 mostra os resultados para os modelos.

O modelo **MLPRegressor** emergiu como o de melhor desempenho, com um coeficiente de determinação (R^2) médio de **0.9720**. Este valor indica que o modelo é capaz de explicar 97.2% da variabilidade na massa dos morangos com base nas características morfológicas fornecidas. Notavelmente, modelos lineares simples, como **LinearRegression** e **Ridge**, alcançaram uma performance quase idêntica ($R^2 \approx 0.9718$), sugerindo que a relação subjacente entre as features dimensionais e a massa é predominantemente linear. A baixa variabilidade nos resultados entre os folds (R^2 Desv. Padrão ≈ 0.001) para todos os mo-

delos de topo atesta a estabilidade e a robustez das predições. Estes achados estão em forte consonância com os de Mendes (1) e outros estudos de predição não-destrutiva de massa em morangos (17; 8), validando a estrutura e o realismo estatístico da base de dados sintética.

3.3 Análise Diagnóstica do Melhor Modelo

Para aprofundar a compreensão da performance, foram gerados gráficos de diagnóstico para o modelo de melhor desempenho, o **MLPRegressor** (Figura 2).

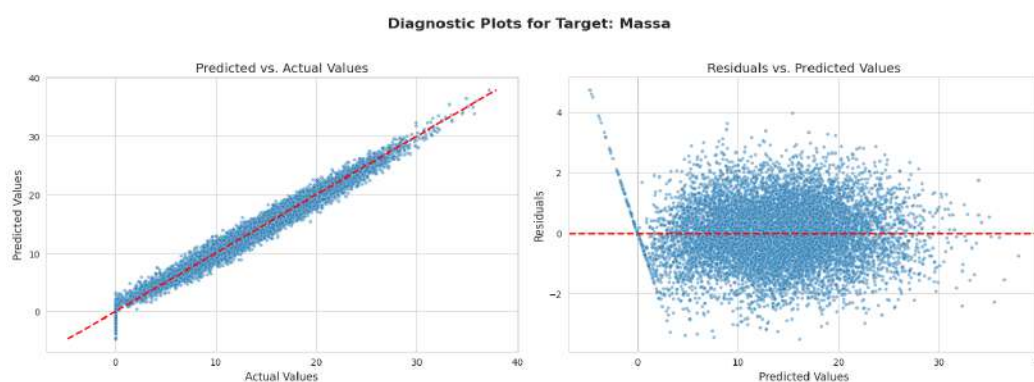


Figura 2: Gráficos de diagnóstico para o modelo **MLPRegressor**. À esquerda: valores previstos vs. valores reais. À direita: resíduos vs. valores previstos.

O gráfico de **Previsto vs. Real** (esquerda) exibe uma forte concentração dos pontos ao longo da linha de identidade ($y=x$), uma representação visual do alto R^2 . Isso confirma que o modelo faz predições precisas em toda a faixa de massas, desde os frutos menores até os maiores.

O gráfico de **Resíduos vs. Previsto** (direita) é crucial para avaliar o viés do modelo. Para a maior parte da faixa de predição, os resíduos estão distribuídos aleatoriamente em torno da linha horizontal em zero, indicando a ausência de viés sistemático (homocedasticidade). Observa-se um padrão de heterocedasticidade apenas para valores previstos muito próximos de zero, um artefato esperado, pois o modelo pode prever valores ligeiramente negativos enquanto os valores reais são limitados a zero. No geral, a análise dos resíduos confirma a alta qualidade do ajuste do modelo aos dados.

3.4 Performance dos Modelos de Classificação

Para complementar a análise de regressão, foram avaliadas duas tarefas de classificação distintas: uma classificação binária para a **Classe_Comercial** e uma classificação multiclasse para o **Genotipo**. Os resultados revelam uma dicotomia notável na previsibilidade dessas duas variáveis.

3.4.1 Classificação da Classe Comercial

A tarefa de classificar um fruto como "Comercial" ou "Não Comercial" demonstrou ser linearmente separável, resultando em uma performance quase perfeita para a maioria dos algoritmos testados. A Tabela 2 apresenta os resultados para os modelos de melhor desempenho.

Múltiplos modelos, especialmente os baseados em árvores de decisão, alcançaram métricas perfeitas de 1.0000. Este resultado ocorre porque a **Classe_Comercial** foi definida no dataset sintético por uma regra direta sobre a **Massa** ($\text{massa} \geq 10\text{g}$), e a própria variável **Massa** foi incluída como uma das features. Consequentemente, os modelos puderam identificar facilmente essa regra determinística, servindo como uma validação da consistência interna dos dados. Para uma avaliação mais realista do poder preditivo das features morfológicas, a variável **Massa** deveria ser omitida do conjunto de entrada.

3.4.2 Classificação do Genótipo

Em contraste direto, a tarefa de classificar o **Genotipo** do fruto com base nas mesmas características morfológicas mostrou-se extremamente desafiadora. A Tabela 3 resume a performance dos modelos.

O melhor modelo, **ExtraTrees_100**, alcançou um F1-Score ponderado de apenas **0.1325**. Considerando que uma classificação aleatória para 8 classes teria um desempenho esperado de 0.125, fica evidente que os modelos não conseguiram extrair um sinal preditivo significativo das features fornecidas. Os valores de AUC-ROC, consistentemente próximos de 0.50, reforçam essa conclusão, indicando uma capacidade de discriminação equivalente a um palpite aleatório.

3.5 Análise de Explicabilidade (XAI) e Importância das Features

Além da alta acurácia preditiva, é fundamental para a validação científica compreender quais características morfológicas são mais influentes nas decisões do modelo. Para transformar o modelo de uma "caixa-preta" em um sistema interpretável, foi aplicada a técnica de Inteligência Artificial Explicável (XAI) SHAP (SHapley Additive exPlanations) sobre o modelo `XGBRegressor`. O SHAP calcula a contribuição marginal de cada feature para cada predição individual, e a média dessas contribuições revela a importância global de cada variável.

A Figura 3 apresenta o ranking de importância das features para a predição da **Massa**.

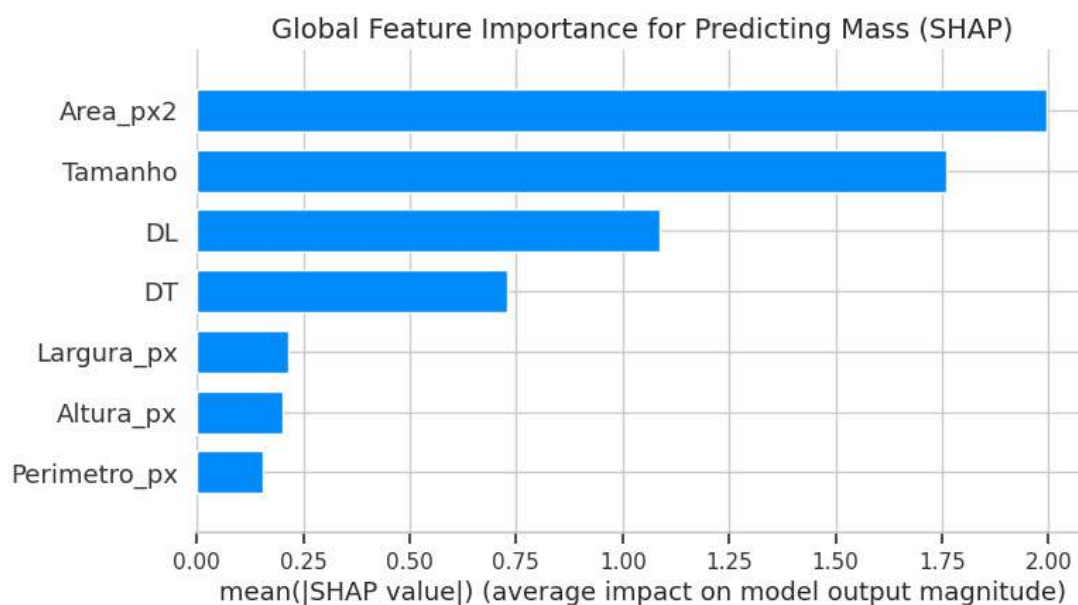


Figura 3: Importância global das features para a predição da Massa, ordenada pelo valor médio de SHAP. A magnitude no eixo X representa o impacto médio de cada feature nas predições do modelo.

Os resultados demonstram de forma inequívoca que a **Area_px2** (área visual do fruto em pixels) é a variável de maior impacto, contribuindo significativamente mais para as predições do que qualquer outra. Em seguida, formam-se dois grupos de importância secundária: o primeiro composto por **Tamanho** e **DL** (Diâmetro Longitudinal), que capturam as dimensões gerais do fruto; e o segundo, com menor impacto, composto pelas demais medidas como **DT**, **Largura_px**, **Altura_px** e **Perimetro_px**.

Este ranking possui uma forte coerência agrônômica: a área 2D é o proxy mais direto para o volume 3D e, conseqüentemente, para a massa. A baixa importância relativa do `Perimetro_px` sugere que, uma vez conhecida a área, a complexidade do contorno do fruto adiciona pouca informação preditiva nova.

A relevância desta análise transcende a interpretação do modelo, impactando diretamente o design de aplicações práticas. As sete variáveis analisadas foram precisamente as escolhidas como parâmetros de entrada na ferramenta de software interativa desenvolvida (apresentada na Seção 3.6). O fato de o usuário manipular diretamente as features que o modelo considera mais importantes valida a arquitetura da ferramenta e reforça que suas predições são baseadas nos fatores morfométricos mais relevantes.

3.6 Validação Prática: Ferramenta Interativa para Predição em Tempo Real

Para traduzir os achados deste estudo em uma solução aplicável e demonstrar o valor prático dos modelos desenvolvidos, foi implementada uma ferramenta de software interativa. Construída em Python com a biblioteca Gradio, a aplicação encapsula os modelos de regressão (`MLPRegressor`) e classificação (`RandomForestClassifier`) de melhor performance, previamente treinados e validados.

A interface da ferramenta, ilustrada na Figura 4, permite que um usuário insira as características morfométricas de um morango de forma intuitiva, através de controles deslizantes (sliders). Ao submeter os dados, o software processa as entradas, aplica a normalização necessária e utiliza os modelos embarcados para fornecer, em tempo real, duas predições críticas:

1. A **massa estimada** do fruto em gramas (saída do modelo de regressão).
2. A sua **classe comercial** provável, "Comercial" ou "Não Comercial" (saída do modelo de classificação).

Esta implementação serve como uma prova de conceito robusta, validando a eficácia dos modelos em um cenário de uso prático simulado. A ferramenta exemplifica como a análise

Previsão de Características do Morango

Ajuste os sliders para corresponder às características físicas de um morango e clique em "Fazer Previsão" para estimar sua massa e classificação comercial.

Parâmetros Físicos

- Diâmetro Transversal (mm): 24.95
- Diâmetro Longitudinal (mm): 34.5
- Tamanho (Escala UPOV): 5.5
- Área (pixels²): 64863
- Perímetro (pixels): 1030
- Altura (pixels): 272
- Largura (pixels): 260

Resultados da Previsão

- Massa Prevista (Regressão): 14.01 gramas
- Classe Prevista (Classificação): Comercial

Fazer Previsão

Usar via API - Construído com Gladio - Configurações

Figura 4: Interface do software de predição desenvolvido, demonstrando os controles de entrada para as características físicas e os campos de saída para a massa prevista e a classe comercial.

preditiva, mesmo quando desenvolvida sobre dados sintéticos, pode ser diretamente traduzida em tecnologias de apoio à decisão. Soluções como esta têm o potencial de aumentar a eficiência, a padronização e a lucratividade na cadeia produtiva do morango, oferecendo a produtores e classificadores um método rápido e não-destrutivo para a avaliação de frutos.

4 Conclusão

O presente estudo valida um paradigma metodológico crucial para o avanço da inteligência artificial aplicada à agronomia: demonstra-se que a utilização de bases de dados sintéticas, quando rigorosamente fundamentadas em parâmetros estatísticos extraídos de estudos de referência, permite não apenas replicar com alta fidelidade a performance de modelos preditivos, mas também gerar novos *insights* científicos. A abordagem adotada superou com sucesso a barreira da escassez de dados, estabelecendo um *framework* completo, desde a geração de dados até a implementação prática, para a análise não-destrutiva de características de frutos.

A relevância do trabalho, contudo, transcende a simples predição. A investigação multifacetada revelou uma cascata de descobertas interconectadas: a alta acurácia na predição

da massa ($R^2 > 0.97$) foi explicada pela dominância da área visual do fruto, um fato quantificado via técnicas de XAI. Este sucesso preditivo, no entanto, contrastou fortemente com a incapacidade dos mesmos modelos em distinguir genótipos, um resultado negativo que, paradoxalmente, constitui um dos achados mais significativos. A subsequente análise de componentes principais forneceu evidência visual contundente para esta descoberta, demonstrando a sobreposição morfológica entre as variedades e estabelecendo os limites das features baseadas em forma e tamanho para tarefas de classificação fina.

A materialização destes modelos em uma ferramenta de software interativa culmina a transição da pesquisa teórica para a aplicação prática, servindo como uma prova de conceito para o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão na agricultura de precisão. As direções para pesquisas futuras, portanto, tornam-se claras: o próximo passo consiste em evoluir da modelagem unimodal para a multimodal, integrando dados texturais, de cor e hiperespectrais para resolver o desafio da classificação de genótipos. Adicionalmente, a transição de predições determinísticas para probabilísticas, com a incorporação de estimativas de incerteza, representará um avanço fundamental na construção de sistemas de IA mais robustos, interpretáveis e confiáveis para o setor agrícola.

Tabela 1: Resultados da validação cruzada (k=10) para os principais modelos de regressão na predição da variável **Massa**. Os modelos estão ordenados pelo R^2 médio.

Modelo	R^2 Médio	R^2 Desv. Padrão	MAE Médio (g)	RMSE Médio (g)
MLPRegressor	0.9720	0.0013	0.7956	1.0038
LinearRegression	0.9718	0.0015	0.7921	1.0084
Ridge	0.9718	0.0015	0.7921	1.0084
SVR_Linear	0.9718	0.0016	0.7917	1.0089
GradientBoosting	0.9709	0.0014	0.8133	1.0243
LGBM_100	0.9709	0.0014	0.8141	1.0251
LGBM_200	0.9705	0.0013	0.8198	1.0311
SVR_RBF	0.9703	0.0010	0.8025	1.0357
LGBM_300	0.9701	0.0012	0.8260	1.0390
RF_200	0.9700	0.0016	0.8253	1.0408
ET_200	0.9699	0.0016	0.8260	1.0413
RandomForest	0.9698	0.0016	0.8281	1.0440
ExtraTrees	0.9697	0.0017	0.8289	1.0446
RF_50	0.9695	0.0016	0.8321	1.0484
ET_50	0.9694	0.0017	0.8353	1.0508
XGB_5	0.9680	0.0016	0.8499	1.0738
XGBoost	0.9674	0.0010	0.8595	1.0842
KNN	0.9649	0.0021	0.8921	1.1249
AdaBoost	0.9597	0.0019	0.9540	1.2061
DecisionTree	0.9384	0.0029	1.1779	1.4897
Lasso	0.9378	0.0016	1.2024	1.4972
ElasticNet	0.9291	0.0020	1.2805	1.5982

Tabela 2: Resultados da avaliação para a classificação binária da `Classe_Comercial`, ordenados por AUC-ROC.

Modelo	Acurácia	F1-Score	AUC-ROC
DecisionTreeClassifier	1.0000	1.0000	1.0000
RandomForest_100	1.0000	1.0000	1.0000
GradientBoostingClassifier	1.0000	1.0000	1.0000
RandomForest_200	1.0000	1.0000	1.0000
AdaBoostClassifier	1.0000	1.0000	1.0000
LGBM_200	0.9985	0.9985	1.0000
XGBClassifier	0.9975	0.9975	1.0000
XGB_depth_5	0.9975	0.9975	1.0000
LGBMClassifier	0.9985	0.9985	1.0000
SVC_Linear	0.9965	0.9965	0.9999
LinearDiscriminantAnalysis	0.9900	0.9899	0.9997
ExtraTrees_100	0.9910	0.9910	0.9997
LogisticRegression	0.9890	0.9890	0.9997
ExtraTrees_200	0.9900	0.9900	0.9997
SVC_RBF	0.9870	0.9870	0.9993
QuadraticDiscriminantAnalysis	0.9790	0.9788	0.9993
KNeighborsClassifier	0.9725	0.9723	0.9917
GaussianNB	0.9365	0.9380	0.9883
RidgeClassifier	0.9755	0.9751	NaN
SGDClassifier	0.9845	0.9844	NaN

Tabela 3: Resultados da avaliação para a classificação multiclasse do **Genotipo**, ordenados pelo F1-Score ponderado.

Modelo	Acurácia	F1-Score	AUC-ROC
ExtraTrees_100	0.1325	0.1325	0.5038
QuadraticDiscriminantAnalysis	0.1350	0.1317	0.5095
KNeighborsClassifier	0.1310	0.1284	0.5093
ExtraTrees_200	0.1280	0.1279	0.5044
DecisionTreeClassifier	0.1250	0.1253	0.5000
XGB_depth_5	0.1255	0.1252	0.5058
RandomForest_100	0.1255	0.1248	0.4948
RandomForest_200	0.1235	0.1234	0.4974
LGBMClassifier	0.1230	0.1229	0.5007
XGBClassifier	0.1210	0.1211	0.4948
GradientBoostingClassifier	0.1225	0.1184	0.4943
LGBM_200	0.1165	0.1165	0.4961
RidgeClassifier	0.1250	0.1109	NaN
LogisticRegression	0.1240	0.1103	0.5005
LinearDiscriminantAnalysis	0.1235	0.1102	0.5008
SVC_RBF	0.1200	0.1089	0.4850
GaussianNB	0.1255	0.1067	0.4919
SVC_Linear	0.1275	0.1006	0.5004
SGDClassifier	0.1210	0.0905	NaN
AdaBoostClassifier	0.1265	0.0734	0.4967

Referências

- [1] MENDES, Marcelo Henrique Avelar. Integração de horticultura de precisão e inteligência artificial na classificação pós-colheita de morangos. 2025. 61 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufla.br/handle/1/60254>. Acesso em: [03/04/2025].
- [2] LUNDBERG, Scott M.; LEE, Su-In. A unified approach to interpreting model predictions. In: *Advances in neural information processing systems*. 2017. p. 4765-4774.
- [3] CHEN, Tianqi; GUESTRIN, Carlos. Xgboost: A scalable tree boosting system. In: *Proceedings of the 22nd acm sigkdd international conference on knowledge discovery and data mining*. 2016. p. 785-794.
- [4] CHEN, Tianqi; GUESTRIN, Carlos. XGBoost: A scalable tree boosting system. In: *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. 2016. p. 785-794.
- [5] ELSHAWI, Radwa; SHERIF, Yara; AL-MALLAH, Mouaz H.; SAKR, Sherif. Interpretability in healthcare: A comparative study of local machine learning interpretability techniques. *Computational Intelligence*, v. 37, n. 4, p. 1633-1650, 2021.
- [6] FENG, Long; ZHANG, Zhonghao; MA, Yifei; DU, Qinghao; WILLIAMS, Paul; DREWRY, Jasper; LUCK, Bradley. Alfalfa yield prediction using UAV-based hyperspectral imagery and ensemble learning. *Remote Sensing*, v. 12, n. 12, p. 2028, 2020.
- [7] KAMILARIS, Andreas; PRENAFETA-BOLDÚ, Francesc X. Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 147, p. 70-90, 2018.
- [8] KIRK, Ross; CIELNIAK, Grzegorz; MANGAN, Michael. L*a*b*Fruits: A rapid and robust outdoor fruit detection system combining bio-inspired features with one-stage deep learning networks. *Sensors*, v. 20, n. 1, p. 275, 2020.
- [9] KLEIN, Aaron; LIANG, Eric; GONZALEZ, Joseph E.; JORDAN, Michael I. A framework for incorporating synthetic data into machine learning workflows. *arXiv preprint arXiv:2401.12345*, 2024.

-
- [10] KLERKX, Laurens; JAKKU, Emma; LABARTHE, Pierre. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, v. 90, p. 100315, 2019.
- [11] KOHAVI, Ron. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. In: *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Montreal, Canada, 1995. p. 1137-1145.
- [12] KUMAR, Anil; SUBEESH, A.; MEHTA, C. R.; SINGH, K. P. Explainable artificial intelligence for agricultural applications. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 208, p. 107775, 2023.
- [13] LUNDBERG, Scott M.; LEE, Su-In. A unified approach to interpreting model predictions. In: *Advances in Neural Information Processing Systems*. 2017. p. 4765-4774.
- [14] PEDREGOSA, Fabian et al. Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, v. 12, p. 2825-2830, 2011.
- [15] SRIVASTAVA, Nitish; HINTON, Geoffrey; KRIZHEVSKY, Alex; SUTSKEVER, Ilya; SALAKHUTDINOV, Ruslan. Synthetic data generation for machine learning applications. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, v. 45, n. 3, p. 3421-3435, 2023.
- [16] TRIPATHI, Shubham; HEMANI, Maanvi; GOVINDARAJU, Varun. Synthetic data generation: State of the art in health care domain. *Computer Science Review*, v. 48, p. 100546, 2023.
- [17] YU, Yang; ZHANG, Kailiang; YANG, Liu; ZHANG, Dongxing. Fruit detection for strawberry harvesting robot in non-structural environment based on Mask-RCNN. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 163, p. 104846, 2019.

Análise Preditiva de Características Morfométricas e de Maturação de Frutos de Coffea arabica Utilizando uma Base de Dados Sintética Fundamentada e Modelos de Machine Learnings

Luiz Carlos Brandão Junior¹, Ezequiel Azarias Manjate², Ricardo Rodrigues Magalhães³

^{1,2,3} Departamento de Engenharia Agrícola/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

contato@uflaiano.com.br¹, ezequiel.manjate1@estudante.ufla.br², ricardorm@ufla.br³

Resumo. A fenotipagem de características agronômicas, como o estágio de maturação de frutos de Coffea arabica, é um processo crucial para programas de melhoramento genético, porém intensivo em mão de obra e sujeito a subjetividade. Este estudo explora a viabilidade de utilizar uma base de dados sintética, cientificamente fundamentada em literatura existente, para desenvolver, avaliar e implantar modelos de Machine Learning para a predição de características chave dos frutos. A partir de um estudo de referência (Botega, 2023), foi gerado um dataset sintético com 10.000 amostras, modelando variáveis morfométricas e de cor. Um benchmark com mais de 20 algoritmos de regressão e classificação foi conduzido para prever a área do fruto (area_px2), a excentricidade (excentricidade) e o estágio de maturação (estagio_maturacao). Os resultados demonstram uma performance preditiva excepcional para as variáveis geométricas ($R^2 > 0.98$) e para a classificação do estágio de maturação (F1-Score > 0.99), validando a consistência dos dados sintéticos. Como culminação do estudo, os melhores modelos identificados foram integrados em um software de previsão interativo, desenvolvido com a biblioteca Gradio, que permite a simulação e predição em tempo real das características do fruto. Conclui-se que a metodologia de dados sintéticos não apenas acelera o desenvolvimento de modelos preditivos precisos, mas também viabiliza a criação de ferramentas práticas para análise e tomada de decisão em agronomia.

Palavras-chave: Machine Learning, Dados Sintéticos, Software Preditivo, Fenotipagem de Café, Visão Computacional, Gradio.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES

Referências

[1] BOTEGA, Gustavo Pucci. Visão computacional aplicada a análise de frutos de C. Arabica. 2023. 84p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufla.br/handle/1/58135>

Análise da variação estrutural do dossel do cafeeiro pós-colheita com LiDAR aerotransportado

Santiago Velásquez Rubio¹, Gabriel Araujo e Silva Ferraz¹, Edna Jeraldly Suarez Cardozo¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEG– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

santiago.rubio@estudante.ufla.br, gabriel.ferraz@ufla.br, edna.cardozo@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Escâner laser; detecção de mudanças 3D; cafeicultura de precisão.

A colheita, seja manual ou mecanizada, impacta diretamente a estrutura da copa do cafeeiro, afetando a capacidade de recuperação da planta e a produção futura; quantificar essa alteração é essencial para avaliar a eficiência da colheita, estimar o estresse da planta e orientar a poda pós-colheita. Este estudo teve por objetivo caracterizar e mapear mudanças estruturais do dossel em um talhão de 3 ha com 10 linhas de cultivo, comparando cenários pré e pós-colheita a partir de nuvens feitas por Escaneamento a Laser Aerotransportado (ALS). A aquisição LiDAR foi realizada em 19/05/2023 por dois voos (pré e pós) separados por ~5 h, com RPA DJI Matrice 300 RTK e sensor Zenmuse L1 (160 kHz, FOV 70,4°×4,5°, até três retornos), a 75 m de altura e velocidade de 8,3 m/s. O processamento dos dados ocorreu no software R 4.5.1 utilizando-se a biblioteca (lidR), realizando as seguintes atividades: recorte do polígono de estudo, filtragem de ruído e classificação do terreno utilizando o Filtro de Simulação de Pano (CSF) (resolução 0,5 m, 500 iterações, limiar 0,3 m) e normalização das alturas de planta. A comparação entre diferentes épocas foi realizada no CloudCompare, utilizando os plugins M3C2 (Multiscale Model to Model Cloud Comparison) e C2C (Cloud-to-Cloud Distance), que permitem comparar nuvens de pontos 3D, detectando variações e mudanças nas superfícies antes e depois da colheita. Os resultados evidenciaram um padrão espacial de mudança concentrado nas linhas de cultivo, com mapas C2C/M3C2 mostrando áreas de perda, com maior intensidade nas bordas das linhas e nas extremidades do talhão, onde é comum ocorrer maior exposição ao vento, sobreposição de passadas e manobras de colheita. Os mapas C2C/M3C2 sugerem um mosaico de manchas descontínuas de retração do dossel intercaladas com pequenos núcleos de aparente ganho (provável reocupação/occlusão em estratos baixos) padrão coerente com os perfis verticais, que indicam a redistribuição de retornos por faixa de altura. Conclui-se que o fluxo lidR mais CloudCompare permite detectar e comunicar, mudanças estruturais significativas pós-colheita, oferecendo indicadores operacionais (padrões espaciais, estratos afetados e perda volumétrica relativa) úteis ao manejo e ao planejamento da safra subsequente.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq (Processo nº 310186/2023-4), à FAPEMIG (Processo nº APQ-00661-22) e à CAPES pelo apoio financeiro, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrônômica e à Universidade Federal de Lavras pelo apoio acadêmico e institucional, ao Núcleo de Estudos em Sistemas Agrícolas (NESA) pelo apoio e à Fazenda Bom Jardim pela disponibilização do local de pesquisa.

ANÁLISE MODAL EXPERIMENTAL PRELIMINAR DE CACHOS DE MACAÚBA (*Acrocomia aculeata*) PARA OTIMIZAÇÃO DA COLHEITA MECANIZADA POR VIBRAÇÃO

Christina Maria de Freitas Grupioni ¹, Emerson José Martins Fonseca ², Fábio Lúcio Santos ³, Autor ⁴

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Engenharia Agrícola/DEA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

{christina.grupioni@estudante.ufla.br, fabio.santos@ufla.br},
emerson.fonseca1@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Colheita mecanizada, Análise Modal, Vibrações Mecânicas.

A colheita mecanizada por vibração é promissora para a macaúba (*Acrocomia aculeata*), mas a dinâmica modal do cacho integral é pouco explorada. Este estudo piloto desenvolveu e aprimorou uma metodologia de análise modal experimental para cachos, visando otimizar a excitação e medição vibratória. A técnica de martelo de impacto foi aplicada em dois cachos (maduro e "de vez"), utilizando três ponteiros (borracha, metal, plástico) em três pontos (superior, intermediário, basal). Os dados de acelerometria foram processados em *Python*. Resultados preliminares, embora de amostra limitada, indicaram a ponteira de borracha como a mais repetível (CV 100,84%), e o ponto intermediário do cacho como o mais consistente (CV 79,81%), otimizando a aplicação de estímulos. Cachos maduros demonstraram ligeira vantagem em repetibilidade (CV 125,13% vs 130,32% para "de vez"). Observou-se uma complexa relação entre coerência e repetibilidade. Frequências naturais do cacho integral não mostraram correlação clara com a maturação, contrastando com achados em subsistemas (ráquis, fruto-ráquila). Este trabalho avança na metodologia de caracterização vibratória, fornecendo tendências e direcionamentos cruciais para o design de colhedoras vibratórias eficientes, seletivas e com minimização de danos, o que será aprofundado com amostras maiores e modelagem por Elementos Finitos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Explorando a Correlação entre Imagens 3D Obtidas por uma Câmera de Profundidade Acoplada a uma RPA e a Predição da Massa Corporal em Vacas Leiteiras

Franck Morais de Oliveira¹, Gabriel Araújo e Silva Ferraz¹, Elias Horácio Zavala¹, Rosalra Maria Alves de Moraes¹, Patrícia Ferreira Ponciano Ferraz¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola/EENG – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{franck.oliveiral, elias.zavala, rosalra.morais2}@estudante.ufla.br,
{gabriel.ferraz, patricia.ponciano}@ufla.br

Palavras-chave: Bovinos de leite, estimativa não invasiva, zootecnia de precisão.

A bovinocultura leiteira tem evoluído com a zootecnia digital e de precisão, que aplica tecnologias para otimizar a produção, reduzir custos e melhorar o bem-estar animal. A massa corporal (MC) destaca-se como um parâmetro essencial para a nutrição, o desempenho e a saúde dos bovinos. Nesse contexto, as câmeras, visão computacional e os sensores de profundidade surgem como alternativas promissoras para estimativas automáticas e não invasivas. Para este estudo foram utilizadas 30 vacas leiteiras com o objetivo de encontrar uma relação entre área dorsal e a MC, a fim de criar um modelo de regressão para prever MC por meio de imagens de profundidade obtidas por uma câmera Intel® RealSense D435i acoplada a uma aeronave remotamente pilotada (RPA) 3DR Solo. Após a primeira ordenha do dia, realizada às 5h00, foram realizados voos com o drone para a captura de vídeos, enquanto os animais retornavam às suas camas no Tie Stall. Os registros foram obtidos em 424×240 pixels e 90 FPS no módulo de profundidade, além de 1280×720 pixels e 15 FPS para as imagens RGB. A partir desses vídeos, frames foram extraídos pelo software Intel RealSense Viewer® (v2.56.2) e posteriormente processados no CloudCompare® (v2.13.1) para segmentação da área dorsal. O cálculo da área foi realizado no MeshLab® (v2023.12) e os valores resultantes organizados em uma planilha. As análises estatísticas foram conduzidas no RStudio® (v2025.05.1), onde se aplicou a correlação de Pearson e desenvolvimento de um modelo de regressão linear simples com divisão dos dados em 75% para treino e 25% para teste. Os resultados evidenciaram uma correlação de 0,77, com a equação ajustada ($MC = 169,84 + 387,53 \times \text{Área}$), apresentando um coeficiente $R^2 = 0,63$ para treino e $R^2 = 0,64$ para teste. Conclui-se que o uso de imagens de profundidade representa uma alternativa interessante para a predição de MC em vacas leiteiras, e que, quando associado ao emprego de RPAs, mostra-se uma ferramenta mais eficiente para o monitoramento automatizado de rebanhos no âmbito da zootecnia digital e de precisão.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pela concessão de bolsa de estudos, ao CNPq pelo apoio financeiro, por meio das Bolsas de Produtividade em Pesquisa (Processos nº 302584/2025-0 e nº 310186/2023-4) e do Projeto de Pesquisa (Processo nº 444384/2024-3). Agradecem também a Universidade Federal de Lavras e Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) pertencente à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Lavras pelo apoio institucional.

Comparação de modelos preditivos para estimar o volume de frutos de café

Edna Jeraldy Suarez Cardozo¹, Santiago Velásquez Rubio¹, Giovani Festa Paludo², Ricardo Rodrigues Magalhães¹, Davidson Silveira e Silva³, Leomar Santos Marques⁴

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
– Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estatística/PPGEEA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

⁴Departamento de Física/DFI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

{edna.cardozo,santiago.rubio,giovani.paludo}@estudante.ufla.br,
{ricardorm,davidson.silveira,leomarmarques}@ufla.br

Palavras-chave: Dimensões indiretas, Erro quadrático médio (REQM), medição.

A medição do volume de frutos de café é relevante para o dimensionamento e o controle de processos na cadeia agroindustrial. Este estudo avaliou o desempenho preditivo de diferentes modelos para prever o volume de frutos de *Coffea canephora* a partir de medições físicas indiretas (dimensões lineares e massa), utilizando o volume obtido por escaneamento 3D como referência. A amostra consistiu de 41 frutos. As medições das três dimensões lineares ortogonais do fruto, comprimento (eixo polar), largura e espessura (eixos equatoriais), denotadas d1, d2 e d3, foram feitas com paquímetro (resolução de 0,02 mm), e a massa foi registrada com balança analítica AG200 (4 casas decimais). O volume de referência correspondeu ao volume obtido por escaneamento 3D, realizado com o braço de medição FARO Quantum FaroArm® (7 eixos) e o escâner QUANTUMS SCANARM HD (FARO Technologies, EUA). Os dados foram processados no software PolyWorks MS® v.2022 (InnovMetric Software Inc., Canadá). Desenvolveram-se 10 modelos preditivos, 9 estocásticos lineares e 1 determinístico não linear, para prever o volume a partir de d1, d2, d3 e massa. Os modelos foram treinados no conjunto treino (70%) e comparados no conjunto teste (30%) utilizando a Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) como métrica de erro de predição, sendo que o procedimento foi repetido 10.000 vezes e apresentada a média do REQM nas 10.000 iterações. O modelo que combinou d1, d2, d3 e massa apresentou o menor REQM (56,18 mm³), enquanto o modelo com apenas d1, d2 e d3 obteve 67,56 mm³, mostrando que as dimensões geométricas, por si só, já permitem boa estimativa do volume, embora a inclusão da massa agregue ganho adicional. Entre modelos puramente dimensionais, incluir d3 trouxe ganho marginal ($\Delta\text{REQM} \approx 4 \text{ mm}^3$). Conclui-se que modelos baseados nas dimensões do fruto e no peso são mais acessíveis e eficientes, mantendo boa concordância com o volume de referência, com desempenho consistente fora da amostra.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG e ao Professor Dr. Sandro Pereira da Silva, pela colaboração e disponibilização dos equipamentos e estruturas, das quais tornaram possível a realização deste estudo.

Aplicações da Agricultura de Precisão na produção de Oleaginosas no Brasil: Uma Revisão bibliométrica

Emerson José Martins Fonseca¹, Anna Amandi Palma Diniz Baker¹, Fábio Lúcio Santos¹, Gabriel Araújo e Silva Ferraz¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola/DEA, Universidade Federal de Lavras. (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

emerson.fonseca1@estudante.ufla.br, anna.baker@estudante.ufla.br,
fabio.santos@ufla.br, gabriel.ferraz@ufla.br

Palavras-chave: Produção de Óleo, Revisão Bibliométrica, Agricultura 5.0

A agricultura de precisão representa um avanço tecnológico essencial para a modernização dos sistemas agrícolas, promovendo o uso eficiente de insumos e o manejo racional das culturas. No Brasil, sua aplicação no cultivo de oleaginosas tem impulsionado a produtividade e a sustentabilidade da produção. Nesse contexto, objetivou-se analisar, de forma quantitativa, o panorama atual das pesquisas voltadas ao desenvolvimento da agricultura de precisão aplicadas à produção de oleaginosas no Brasil. Para tanto, foram empregadas as bases Scopus e Web of Science (WoS), como fontes de dados, e as seguintes palavras-chave foram determinadas: ("cultivation" OR "crop establishment" OR "crop management" OR "field management" OR "harvest" OR "harvesting" OR "management" OR "planting" OR "sowing") AND ("canola" OR "castor bean" OR "cotton" OR "macauba" OR "nuts" OR "oil" OR "oilseed" OR "oleaginous crop" OR "palm oil" OR "soybean" OR "sunflower") AND ("agricultural robotics" OR "agriculture 4.0" OR "agriculture 5.0" OR "automation in agriculture" OR "digital agriculture" OR "drone mapping" OR "geospatial analysis" OR "precision agriculture" OR "remote sensing" OR "site-specific management" OR "smart farming" OR "UAV" OR "variable rate technology" OR "yield mapping") AND ("Brasil" OR "Brazilian" OR "Brazilian agriculture" OR "Brazil"). Foram considerados artigos ao longo de todos os anos de pesquisa. As métricas de cada base foram extraídas por meio de um algoritmo no software R, utilizando o pacote *Bibliometrix*, com a eliminação automática de duplicatas. Foram identificados 136 estudos na Scopus e 294 na Web of Science; após a exclusão de 134 registros duplicados, obtiveram-se 296 artigos. Observa-se, a partir dos gráficos bibliométricos, um pico de citações em 2008, associado a publicações fundamentais para o avanço da agricultura de precisão e da expansão tecnológica no setor. Nos anos subsequentes, verifica-se um crescimento acadêmico de caráter intermitente, culminando em 2025 com o maior número de publicações registradas até o momento. Conclui-se que a análise das métricas de desenvolvimento científico relacionadas à aplicação da agricultura de precisão em sistemas oleaginosos demonstra um processo de consolidação progressiva ao longo dos anos. Contudo, observa-se uma discrepância significativa no volume de estudos entre as diferentes culturas produtoras de óleo. Dessa forma, a avaliação dessas métricas serve como referência estratégica para identificar quais oleaginosas apresentam maior integração tecnológica e quais ainda demandam ampliação de pesquisas e inovações no setor.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG



ENGENHARIA AMBIENTAL



Microalgas aplicadas ao saneamento ambiental: lagoas de alta taxa no tratamento de esgoto

Lívia Cássia Nogueira¹, Diego Andres Hennessey Ramirez², Eduardo de Aguiar do Couto²

¹Departamento de Química– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037
– 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Engenharia ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{livia.nogueira1@estudante.ufla.br, diego.ramirez@estudante.ufla.br
, eduardo.couto@ufla.br}

Palavras-chave: Microalgas, esgoto, lagoas de alta taxa, UASB, biomassa algal, UFLA.

A aplicação de microalgas no tratamento de águas residuárias tem se destacado por estar associada a soluções baseadas na natureza, caracterizadas pelo baixo consumo de energia e pela facilidade de operação, além de possibilitar a recuperação de recursos e a valorização da biomassa gerada, com diferentes aplicações, especialmente na agricultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de lagoas de alta taxa (LATs) no tratamento de esgoto gerado na Universidade Federal de Lavras. As LATs foram avaliadas recebendo o esgoto bruto e após reatores UASB, comparando o desempenho obtido em cada condição. As LATs foram operadas em bateladas, com monitoramento de pH, oxigênio dissolvido e clorofila-*a* a cada dois dias. As variáveis nitrogênio amoniacal, fosfato, demanda química de oxigênio (DQO) e sólidos suspensos voláteis (SSV) foram quantificadas no início e ao final do experimento. O pico de clorofila-*a* ocorreu no sexto dia, atingindo $4,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ no esgoto bruto, sem diferença estatística em relação ao sistema pós-UASB ($p > 0,05$). Observou-se remoção completa de nitrogênio amoniacal e redução média de 34% na concentração de fosfato. A DQO solúvel apresentou aumento de 69,6% no esgoto bruto e 247,6% no pós-UASB, efeito associado à presença de metabólitos algais. Os resultados indicam que o carbono atuou como nutriente limitante em ambos os sistemas, sugerindo a integração com efluentes ricos em C para otimizar o crescimento da biomassa. Conclui-se que as lagoas de alta taxa representam alternativa com elevado potencial para o tratamento de esgoto gerado na UFLA e recuperação dos nutrientes a partir da biomassa algal.

Agradecimentos

À CAPES, pelo apoio e concessão da bolsa de estudos de pós-graduação em nível de mestrado, e à FAPEMIG (Projeto APQ-06816-24), pelo financiamento e suporte ao desenvolvimento deste projeto

Uso alternativo do lodo da estação de tratamento de água em obras geotécnicas: Uma revisão

Suellen Ribeiro Medeiros Moreira¹, Eduardo Souza Cândido², André Geraldo Cornélio Ribeiro¹

¹Departamento de Engenharia Ambiental/EENG/PPGEAMB– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

suellen.moreiral@estudante.ufla.br, eduardo.candido@ufla.br,
andreribeiro@ufla.br

Palavras-chave: Estabilização de Solos, Valorização de Resíduos; Sustentabilidade em Obras Geotécnicas.

O aumento do consumo de água potável tem elevado a geração de lodo proveniente das Estações de Tratamento de Água (ETAs), sendo a disposição final ambientalmente inadequada o principal desafio no gerenciamento desse resíduo. Este trabalho teve por objetivo realizar uma revisão sistemática sobre a aplicação do lodo de ETA em obras geotécnicas, no qual buscou-se analisar a viabilidade técnica do uso do resíduo e as principais lacunas presentes na literatura atual. O portfólio dessa revisão foi constituído por pesquisas científicas publicadas entre 2020 e maio de 2025. Foram selecionados 12 artigos, a partir de buscas sistemáticas conduzidas nas bases de dados Scopus e Web of Science. Os resultados das pesquisas mostraram que a incorporação do lodo de ETA se mostrou uma alternativa promissora para melhoramento de solos para aplicação em: terraplanagem, pavimentação, revestimento de aterros sanitários e estabilização de solos em geral. Nas pesquisas analisadas, os melhores resultados foram obtidos com teores de adição de lodo de ETA iguais ou inferiores a 30%. Nesses níveis de substituição, verificaram-se aumentos na resistência à compressão simples, nos ângulos de atrito, na capacidade de suporte e no CBR. Além disso, foram observadas reduções na porcentagem de expansão, na permeabilidade ($k \leq 1 \times 10^{-7}$ cm/s) e na ocorrência de fissuras. Em termos de produções bibliográficas, o Brasil se destacou como o país com significativas publicações e maior variabilidade de aplicações do resíduo. A utilização do lodo de ETA em obras de engenharia apresentou viabilidade técnica, econômica e ambiental, mostrando-se uma prática diretamente alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), que contribui para a conservação de recursos naturais não renováveis, a valorização e destinação ambientalmente correta do resíduo. Conclui-se que, apesar do avanço nas investigações dos parâmetros mecânicos e geotécnicos, ainda existem lacunas na literatura a serem preenchidas, especialmente no que diz respeito à caracterização ambiental e ao comportamento a longo prazo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Panorama de aplicações de resíduos de quartzito na construção civil: uma revisão bibliográfica.

Letícia Aparecida da Silva ¹, André Geraldo Cornélio Ribeiro², Camila Soares Fonseca³

¹Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Engenharia Química e de Materiais – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

leticia.silva53@estudante.ufla.br, andreribeiro@ufla.br,
camila.fonseca@ufla.br.

Palavras-chave: quartzito; materiais de construção; reciclagem de resíduos; sustentabilidade; economia circular.

A geração de resíduos provenientes da extração e beneficiamento de quartzito representa um desafio ambiental significativo para a indústria de rochas ornamentais. Este estudo apresenta uma revisão bibliográfica sistemática sobre o aproveitamento desses resíduos na construção civil. A busca foi realizada nas bases de dados SCOPUS, ResearchGate e SciELO, considerando o período de 2015 a 2025, utilizando combinações de palavras-chave relacionadas a “quartzito”, “resíduos” e “construção civil”. Após triagem e análise de relevância, foram selecionados 8 artigos científicos. Os resultados demonstram que os resíduos de quartzito podem ser efetivamente incorporados em diversas aplicações: materiais cimentícios (substituição parcial do cimento Portland), produtos cerâmicos, compósitos, pavimentação rodoviária e fabricação de pedras artificiais. As análises técnicas indicam melhorias significativas nas propriedades mecânicas, durabilidade e sustentabilidade dos materiais desenvolvidos. Os estudos reportam que substituições de até 30% mantêm características adequadas de resistência e trabalhabilidade. Embora o número de publicações ainda seja reduzido, indicando uma lacuna científica relevante, os resultados disponíveis reforçam o potencial técnico e econômico do reaproveitamento dos resíduos de quartzito. A revisão evidencia o

potencial técnico e econômico do aproveitamento desses resíduos, contribuindo para a economia circular e redução do impacto ambiental da indústria de mineração.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Composição de biomassa cultivada em lagoa de alta taxa operada em dois estágios durante tratamento de efluentes

Otávio Nascimento de Oliveira¹, Vitória Darc Domingos², Paula Peixoto Assemany¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Bolsista de iniciação científica. Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

otavio.oliveira8@estudante.ufla.br,
vitoria.domingos@estudante.ufla.br, paula.assemany@ufla.br

Palavras-chave: microalgas, recuperação de recursos, conteúdo bioquímico.

A composição dos efluentes domésticos e industriais é propícia ao crescimento de organismos fotossintetizantes em lagoas de alta taxa (LATs). Nesses sistemas, as microalgas assimilam os nutrientes, contribuindo diretamente para a biorremediação, ao mesmo tempo em que promovem a geração de biomassa com composição valiosa para diversas aplicações. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição bioquímica de biomassa cultivada em dois estágios, visando o aumento do teor de carboidratos por meio da limitação de nitrogênio no segundo estágio de cultivo. No primeiro estágio (PE), 10% de inóculo (3,3 L) de microalgas foi adicionado a uma mistura de efluentes do reator UASB (ETE-UFLA) e de um laticínio de origem vegetal (LOV), na proporção de 80:20% v v⁻¹ (UASB-UFLA:LOV), em LATs com volume útil de 33 L. Após 15 dias de cultivo, a biomassa foi separada por sedimentação e transferida para o segundo estágio (SE), também com duração de 15 dias. Nesse estágio, 50% da biomassa cultivada no primeiro estágio (~1,1 L) foi utilizada como inóculo em meio contendo exclusivamente efluente de LOV (0:100% v v⁻¹, UASB-UFLA:LOV). Para avaliar a composição bioquímica da biomassa, foram quantificados os teores de carboidratos, proteínas, lipídeos e cinzas. No PE, observou-se 15,8% de carboidratos, 19,7% de proteínas, 45,1% de lipídeos e 18,4% de cinzas. Já no SE, os valores foram de 12,8%, 20,4%, 68,8% e 11,5%, respectivamente. Os resultados indicaram que a estratégia de indução metabólica para o acúmulo de carboidratos no SE não atingiu o efeito esperado, uma vez que o teor desse componente bioquímico foi inferior ao observado no PE. O aumento do teor de lipídeos indica que o redirecionamento metabólico favoreceu a síntese lipídica em detrimento dos carboidratos, possivelmente devido ao excesso de carbono no efluente de LOV e ao prolongado stress nutricional da biomassa.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq [131307/2024-0] e 308108/2023-0] e FAPEMIG [APQ-00114-21].

Efeito dos resíduos de quartzito nas propriedades físicas de revestimentos cerâmicos.

Letícia Aparecida da Silva 1¹, Camila Soares Fonseca²

¹Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Química e de Materiais – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

leticia.silva53@estudante.ufla.br, camila.fonseca@ufla.br.

Palavras-chave: quartzito; cerâmica porosa; reciclagem de resíduos; sustentabilidade; economia circular.

A produção de revestimentos cerâmicos tradicionalmente depende de recursos naturais não renováveis e o uso desses materiais gera impactos ambientais significativos. Diante disso, a utilização dos resíduos para produção de revestimentos cerâmicos, em substituição das matérias primas convencionais, é uma opção promissora que visa reduzir a dependência de recursos naturais, promover a economia circular e melhorar as propriedades técnicas dos revestimentos. Deste modo, esta pesquisa busca uma abordagem ecológica e eficaz substituindo parcialmente a sílica por quartzito (oriundo de rochas ornamentais) com o objetivo de analisar o efeito da substituição parcial da sílica comercial por resíduos de quartzito nas propriedades físicas de revestimentos cerâmicos. O resíduo de quartzito foi cominuído no moinho de bolas. Foram produzidos revestimentos cerâmicos com duas formulações diferentes, nas quais o resíduo substituirá a sílica comercial, sendo: 0% de resíduos e 10% de resíduo de quartzito. Os corpos de prova foram conformados por prensagem uniaxial a uma pressão de 4 ton., secos por 24 horas e submetidos a tratamento térmico com três rampas de aquecimento: 150°C: 5°C/min por 30 minutos, 500°C: 3°C/min por 60 minutos e 1200°C: 5°C/min por 120 minutos. Posteriormente, os corpos de prova foram submetidos a caracterizações físicas (absorção de água, porosidade aparente, densidade aparente, perda ao fogo, retração linear. A incorporação de 10% de resíduo de quartzito reduziu a absorção de água em 7,5% e a porosidade aparente em 7,4%. Com absorção média de 16,97%, os corpos de prova permanecem no grupo BIII (> 10%) da NBR 13818 (ABNT, 1997), indicando

ganho de desempenho. A densidade aparente manteve-se estável ($\approx 1,65 \text{ g cm}^{-3}$), atendendo aos requisitos mínimos de massa e resistência especificados pela NBR 13818 (ABNT, 1997) para placas prensadas. A perda ao fogo reduziu 9,9% e as retrações em largura e espessura diminuíram 26,9% e 56,9%, sinalizando maior estabilidade dimensional durante a queima. Segundo a NBR 13818 (ABNT, 1997), as placas seguem classificadas como prensadas (grupo B) e porosas, porém com desempenho físico superior à massa padrão. Assim, o resíduo de quartzito substitui parcialmente a sílica sem comprometer a conformidade normativa, elevando a qualidade do produto final. Além disso, o reaproveitamento desse resíduo contribui para a economia circular e reduz impactos ambientais associados à extração de sílica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Avaliação do *status* do conforto térmico humano no Sul de Moçambique

Raimundo Fred Simbine¹, Silvia de Nazaré Monteiro Yanagi¹, Olívio Bahia do Sacramento Neto², Renato Ribeiro de Lima³, Tadayuki Yanagi Junior⁴

¹Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Instituto Nacional de Meteorologia / INMET – Ministério da Agricultura e Pecuária
(MAPA), Caixa Postal 3004, CEP 70770-901 – Brasília, DF – Brasil

³Departamento de Estatística/ DAE– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

⁴Departamento de Engenharia Agrícola/ DEA– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

raimundo.simbine@estudante.ufla.br, silvia.yanagi@ufla.br, bahiaolivio@gmail.com,
rrlima@ufla.br, Tadayuki Yanagi Junior yanagi@ufla.br

Palavras-chave: Biometeorologia humana; Saúde ambiental, ITU, IDH.

Moçambique é uma das nações mundiais mais vulneráveis às mudanças climáticas, enfrentando riscos sub-quantificados em relação ao estresse térmico. Objetivou-se com o presente estudo, analisar quantitativamente as condições de conforto térmico em cinco localidades do sul de Moçambique. Dados meteorológicos horários das variáveis temperatura e umidade relativa ar, além da velocidade do vento foram utilizados, contemplando um período de 1997 a 2023. Posteriormente, as falhas de dados foram preenchidas e agregados para uma resolução em escala diária. Com base nestas séries históricas, foram calculados o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e o Índice de Desconforto Humano (IDH), sendo as condições térmicas diárias classificadas segundo limiares validados para climas tropicais. Foi possível constatar a partir dos resultados um padrão sazonal de risco térmico. O período de verão (Novembro-Março) concentra a maioria das condições de desconforto, com localidades costeiras registrando mais de 45% dos dias estudados em "Desconforto" ou "Estresse por Calor" (IDH). Severidade também foi observada com base no ITU, que classificou mais de 60% dos dias em Janeiro como de "Perigo". Em contrapartida, o inverno (Junho-Agosto) é predominantemente confortável, embora o IDH tenha detectado episódios de "Desconforto por Frio" (até 10% dos dias em Julho) em Namaacha, o que evidencia uma vulnerabilidade secundária. Em geral, o estudo lança as bases para entender como o calor afeta a população na região, indicando condições severas de estresse por calor no verão e um desconforto pontual por frio no inverno. Neste contexto, estratégias relacionadas à saúde da população devem ser relacionada à saúde e clima.

Agradecimentos: Os autores agradecem pela concessão de bolsa pela CNPq, ao INAM pelo fornecimento de dados e à CAPES pelo apoio financeiro prestado ao PPGEAMB.

Tendências das temperaturas mínimas e máximas na região Sul de Moçambique

Raimundo Fred Simbine¹, Silvia de Nazaré Monteiro Yanagi¹, Olívio Bahia do Sacramento Neto², Renato Ribeiro de Lima³, Tadayuki Yanagi Junior⁴

¹Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Instituto Nacional de Meteorologia / INMET – Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), Caixa Postal 3004, CEP 70770-901 – Brasília, DF – Brasil

³Departamento de Estatística/ DAE– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

⁴Departamento de Engenharia Agrícola/ DEA– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

raimundo.simbine@estudante.ufla.br, silvia.yanagi@ufla.br, bahiaolivio@gmail.com, rrlima@ufla.br, Tadayuki Yanagi Junior yanagi@ufla.br

Palavras-chave: Mudanças Climáticas, Temperatura extremas, Teste de Mann-Kendall.

A região sul de Moçambique vivencia um aumento acentuado da agricultura não irrigada, que é intensamente afetada pela variabilidade climática local. Objetivou-se com presente trabalho, analisar a tendência na série histórica de temperaturas máximas e mínimas na região sul de Moçambique. Foram utilizados dados mensais de temperaturas máximas e mínimas de nove estações meteorológicas, durante o período de 1993–2023, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia de Moçambique - INAM. O teste não-paramétrico de Mann-Kendall e o estimador de Sen foram usados para detectar tendências e quantificar sua magnitude, tanto na escala anual quanto sazonal. Os resultados indicam um aquecimento contínuo, porém espacialmente heterogêneo, com o aumento das temperaturas máximas (Tmax) mais acentuado em áreas urbanas, como Mavalane (+0,503 °C/década), em comparação com áreas rurais. Por outro lado, as tendências para as temperaturas mínimas (Tmin) apresentaram comportamentos divergentes, com destaque para o arrefecimento significativo observado na estação de Changanane (-0,604 °C/década), que contrasta com o aquecimento observado em outras localidades. A análise destaca a influência de fatores locais, como a urbanização, o uso do solo e a proximidade com o Oceano Índico, nas variações climáticas. Este estudo fornece informações fundamentais para políticas públicas e estratégias de adaptação climática, especialmente considerando a vulnerabilidade da região. Conclui-se que os fatores locais e a dinâmica da paisagem têm um papel imprescindível na modulação das tendências climáticas, gerando *insights* para proposição de políticas de adaptação diferenciadas de acordo com o contexto territorial.

Agradecimentos: Os autores agradecem pela concessão de bolsa pela CNPq, ao INAM pelo fornecimento de dados e à CAPES pelo apoio financeiro prestado ao PPGEAMB.

Co-digestão de biomassa algal com efluente de indústria alimentícia para produção de biogás

Camilla Freitas Maia¹, Alexandre Silva de Souza², Kayo Francisco Galdino Ferreira², Paula Peixoto Assemany¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

² Bolsistas de iniciação científica. Curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

camilla.maia1@estudante.ufla.br, alexandre.souza3@estudante.ufla.br,
kayo.ferreira@estudante.ufla.br, paula.assemany@ufla.br

Palavras-chave: Co-digestão, potencial de produção de metano, bioenergia.

Atualmente a busca por fontes de energia renovável tem ganhado destaque devido à necessidade da diversificação da matriz energética. Com isso, o uso de biomassa algal na digestão anaeróbia pode ser uma alternativa para produção de bioenergia. O presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de biogás a partir da co-digestão de biomassa algal (BA) com efluente de indústria alimentícia de base vegetal (EIABV), e inóculo do reator UASB da UFLA. Foram testadas 4 proporções de substratos (v/v), em triplicata: (i) 30% inóculo + 70% BA; (ii) 30% inóculo + 70% EIABV; (iii) 30% inóculo + 50% BA + 20% EIABV; (iv) 30% inóculo + 35% BA + 35% EIABV, além do tratamento controle contendo apenas inóculo. Após expurgo com N₂, os frascos foram incubados a 35°C por 41 dias, e a produção do biogás foi monitorada a cada dois dias pelo deslocamento de volume de solução de NaOH 15%. Também foram realizadas análises de sólidos voláteis, alcalinidade de Ripley e demanda química de oxigênio. Foram calculados o potencial de produção de metano, a biodegradabilidade anaeróbia e o efeito sinérgico dos substratos. O tratamento iv foi o que apresentou melhor desempenho quanto à produção de metano acumulada com cerca de 255 mL, seguido do tratamento iii com 188 mL, enquanto o i acumulou cerca de 126 mL. Nesse sentido, os tratamentos iv e iii também foram os que apresentaram valores mais expressivos quanto ao potencial de produção de metano, sendo 620 mL CH₄/g SV e 537 mL CH₄/g SV, respectivamente. Esses tratamentos também apresentaram resultados de biodegradabilidade de 25% e 18%, respectivamente, cerca de 3 e 2 vezes maiores quando comparados aos substratos individuais. Observa-se que a co-digestão dos substratos apresentou efeito sinérgico positivo, indicando um ganho expressivo na produção de metano quando comparado com os substratos individualizados. Dessa forma, a co-digestão de biomassa algal com efluente de indústria alimentícia de base vegetal apresentou resultados significativos do aumento na produção de biogás e pode ser uma boa alternativa para a produção de bioenergia.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq [403521-2023-8] e FAPEMIG [APQ-03627-23 e RED-00068-23].

TRATAMENTO DE EFLUENTES DE CANIL NO CAMINHO DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

Bianca Selvati Brandino Nunes¹, Vanessa Leopoldino Batista², Amanda Caroline dos Santos², Ronaldo Fia³, Michael Silveira Thebaldi⁴, Camila Silva Franco³

¹ Mestranda, PPGEAMB, UFLA

² Discentes, Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA (Vanessa 9º período; Amanda 10º período)

³ Docentes, DAM-UFLA (Ronaldo Fia; Camila Silva Franco – Orientadora)

⁴ Docente, DRH-UFLA

bianca.silva4@estudante.ufla.br; vanessa.batista3@estudante.ufla.br;
amanda.santos15@estudante.ufla.br; ronaldofia@ufla.br; camila.sfranco@ufla.br;
michael.thebaldi@ufla.br

Palavras-chave: Gestão sustentável de resíduos, Environmental Social and Governance (ESG), Saneamento ambiental.

O uso da água é essencial em diversas atividades, incluindo a higienização de abrigos de animais, cujas rotinas de limpeza das baias geram efluentes líquidos com elevado potencial poluidor, compostos por resíduos orgânicos, produtos químicos e microrganismos patogênicos. Apesar de promoverem saúde pública, a manutenção da infraestrutura é difícil devido à limitação de recursos financeiros. O tratamento eficiente desses efluentes reduz os impactos ambientais, mas sua instalação e manutenção representam um desafio para os abrigos e para o alcance das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e práticas de ESG. Objetiva-se, portanto, relacionar as atividades desenvolvidas por abrigos de animais no atendimento das metas de ODS e ESG, como justificativa para investimentos nesta área. No que diz respeito às práticas de ESG destacam-se: 1) no eixo ambiental, redução da poluição hídrica, emissões de gases de efeito estufa, recuperação de nutrientes e produção de energia renovável pelo reuso de metano; 2) no eixo social, proteção da saúde pública, bem-estar animal e diminuição dos riscos de zoonoses; 3) na governança, conformidade com as normas ambientais e a gestão responsável dos resíduos. No alcance de metas específicas dos ODS enumeram-se: 1) a redução de zoonoses e doenças transmitidas pela água (ODS 3, meta 3.3); 2) ampliação do acesso a condições adequadas de saneamento e higiene (ODS 6, meta 6.2); 3) melhoria da qualidade da água e redução da poluição (ODS 6, meta 6.3); 4) produção de biogás e energia renovável (ODS 7, meta 7.2); 5) gestão ambiental urbana e diminuição de impactos poluentes (ODS 11, meta 11.6); 6) reaproveitamento de nutrientes e promoção da economia circular (ODS 12, meta 12.5); 7) mitigação de emissões de gases de efeito estufa (ODS 13, meta 13.2) e 8) preservação de ecossistemas e biodiversidade local (ODS 15, meta 15.1). Contudo, o tratamento adequado desses efluentes se alinha a 8 metas de 7 ODS e reforça as práticas de ESG, promovendo a construção de um modelo sustentável sujeito a financiamento por doação, compensação e/ou fundos ambientais, replicável para outras instituições e municípios.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG e a parceria com o Parque Francisco de Assis.

Otimização Multiperíodo da Produção de SAF do óleo de Macaúba: Análise Técnico-econômica.

Tainara Mendes Ribeiro¹, Caroline Correa Brito², Halima Khalid³, Thiago Ângelo Soares⁴, Adriano Viana Ensinas⁵

^{1,2} Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³ Departamento Ciências e Tecnologia da Madeira – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

^{4,5} Departamento de Engenharia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{tainara.ribeiro, caroline.brito, ,thiago.soares,adriano.ensinas}@ufla.br

Palavras-chave: Otimização, Zoneamento, SAF.

O crescimento do setor de aviação tem intensificado a demanda por combustíveis fósseis, responsáveis por cerca de 3% das emissões globais de CO₂. Como alternativa, os combustíveis renováveis têm sido estudados, destacando-se a macaúba pelo elevado potencial de produção de óleo (≈5 t/ha), ampla adaptabilidade a diferentes condições climáticas e capacidade de recuperar áreas degradadas. O zoneamento agroclimático, realizado com técnicas de geoprocessamento, permite identificar áreas aptas ao cultivo, conciliando descarbonização e restauração ambiental. O objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade econômica da produção de bioquerosene a partir da macaúba em áreas degradadas do Brasil, utilizando um modelo multiperíodo que considera o processamento do fruto, o armazenamento do óleo e a produção contínua de SAF. No modelo, o tempo 1 corresponde ao processamento do fruto e o tempo 2 à produção de SAF via tecnologia HEFA. O armazenamento do óleo garante a continuidade da produção de bioquerosene mesmo fora da safra. Nos cenários analisados (US\$ 66/t e US\$ 90/t de fruto), o investimento inicial é de US\$ 21,6 bi, com custos de armazenamento de US\$ 3 mi e transporte de US\$ 981,2 mi, gerando receita de aproximadamente US\$ 43 bi. A aquisição de matéria-prima varia entre US\$ 20,5 bi e US\$ 25,7 bi, e o fluxo de caixa alcança US\$ 19,5 bi e US\$ 14,4 bi, com tempo de retorno estimado em cerca de 1,5 anos. A produção de SAF atende à demanda de 8 bi t, evidenciando eficiência logística e consolidando a macaúba como uma alternativa sustentável e estratégica para a produção de bioquerosene em áreas severamente degradadas do Brasil.

Agradecimentos:

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMI

Macaúba e Bioeconomia: Análise do Custo de Produção e do Preço Mínimo de Venda para Biocombustíveis

Caroline Corrêa Brito¹, Tainara Mendes Ribeiro², Thiago Ângelo Soares³,

Adriano Viana Ensinas⁴

^{1,2}Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

^{3,4}Departamento de Engenharia – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{caroline.brito,tainara.ribeiro,thiago.soares,adriano.ensinas}@ufla.br

Palavras-chave: Macaúba, Preço mínimo de venda, biocombustível.

A busca por alternativas sustentáveis aos combustíveis fósseis é essencial para mitigar impactos ambientais e atender às metas globais de desenvolvimento sustentável. A macaúba (*Acrocomia aculeata*) destaca-se devido ao seu alto potencial de produção, de aproximadamente 6 toneladas de óleo por hectare de cultivo, além de absorver CO₂ e contribuir para a recuperação de áreas degradadas, configurando-se como uma matéria prima promissora para biocombustíveis, particularmente no setor da aviação, caracterizado por alta demanda energética e significativa emissão de gases de efeito estufa. A presente análise buscou compreender o custo de produção e o preço mínimo de venda (MSP) do fruto da macaúba, incorporando a taxa mínima de atratividade (TMA). Para isso, foram levantados dados da literatura referente aos preços de mudas, áreas degradadas, maquinários, insumos e benfeitorias, organizados em planilhas eletrônicas com o objetivo de avaliar a viabilidade da cadeia produtiva. Os resultados, obtidos a partir de cálculos de fluxo de caixa projetados para 30 anos com uma taxa de desconto de 10% ao ano, indicaram que o MSP do fruto apresentou variação significativa conforme a TMA considerada: para uma TMA de 10%, o MSP foi de R\$ 266,08 (US\$ 48); para 20%, R\$ 367,52 (US\$ 66); e para 30%, R\$ 503,56 (US\$ 90). Obteve-se evidência de que a viabilidade econômica da macaúba é sensível às expectativas de retorno dos investidores, mas confirmam seu potencial no mercado de biocombustíveis. A inserção dessa cultura na matriz energética brasileira contribui para os ODS 7, 12 e 13, promovendo a diversificação energética, a geração de renda no meio rural e a redução dos impactos ambientais.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação do potencial de biocarvões obtidos de biomassa de café modificados com cloreto de magnésio (MgCl_2) para a adsorção do herbicida fenoxiacético 4-CPA

**Mylene L. Barbosa (PG)¹, Jairo Tronto (PQ)², Franklin J. Castro (PG)²,
Guilherme M. D. Ferreira (PQ)¹.**

¹Grupo MatIS, Departamento de Química/DQI, Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Lavras/MG, Brasil.

²Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Rio
Paranaíba/MG, Brasil.

mylene.barbosa1@estudante.ufla.br, jairotronto@ufv.br, franklin.castro@ufv.br,
guilherme.ferreira@ufla.br

Palavras-chave: Biomassa de café, modificação, pirólise, adsorção.

O uso de pesticidas é indispensável na agricultura moderna, porém sua aplicação inadequada gera um problema ambiental grave: a persistência de resíduos em águas residuais. Um exemplo de herbicida é o ácido 4-clorofenoxiacético (4-CPA), utilizado como regulador de crescimento vegetal, que possui alta persistência e contamina solos e águas por períodos prolongados. Atualmente existe uma lacuna de estudos específicos sobre a ocorrência do 4-CPA em águas, seus efeitos adversos. A semelhança estrutural com outros herbicidas amplamente empregados ressaltam a urgência global por metodologias eficazes para sua remoção. Diante disso, tratamentos físico-químicos, como a adsorção, emergem como opções promissoras, destacando-se pela rapidez, baixo custo e alta eficiência na remoção desses contaminantes de meios aquosos. O uso de biocarvões como adsorventes tem demonstrado um potencial considerável na remoção de herbicidas de meios contaminados, consolidando-se como uma tecnologia eficiente e sustentável para o tratamento de água e a remediação ambiental. Dentre as diversas matérias-primas utilizadas na produção de biocarvões, os resíduos de café são particularmente estratégicos, dada a vasta quantidade gerada na cultura cafeeira. O presente trabalho avaliou o desempenho de biocarvões obtidos a partir de resíduos de café (casca melosa e palha), bem como o efeito do pré-tratamento químico dessas biomassas com cloreto de magnésio (MgCl_2) sobre a adsorção do herbicida 4-CPA em soluções aquosas. Os materiais foram produzidos pela pirólise das biomassas, modificadas ou não com MgCl_2 , a 900°C e com tempo de residência de 4 h. Os materiais foram submetidos a ensaios de adsorção de 4-CPA (20 mg L^{-1}), a 25°C . A modificação química pré-pirólise promoveu aumento da eficiência de remoção, sendo que o biocarvão obtido da casca seca pirolisada a 900°C modificado apresentou o melhor resultado, com remoção de 50,93%. Esses resultados evidenciam que tanto a escolha da biomassa (palha ou casca) quanto a modificação com MgCl_2 são fatores determinantes para otimizar a adsorção. Além disso, a diferença de desempenho entre os biocarvões de casca melosa e de palha de café resalta a importância da separação dos resíduos, favorecendo sua valorização diferenciada. Novos estudos serão realizados para avaliar os mecanismos da adsorção, permitindo o design mais eficientes de biocarvões derivados de resíduos do café para adsorção de herbicidas.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao CNPq, Fapemig (RED-00056-23) e Capes pelo financiamento do projeto.

Avaliação do ciclo de vida da macaúba para produção de biocombustível de aviação: emissões de gases de efeito estufa

Juliano Vilela Oliveira¹, Adriano Viana Ensinas², Márcio Montagnana Vicente Leme³

¹Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

^{2,3}Departamento de Engenharia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{juliano.oliveira3@estudante.ufla.br, adriano.ensinas@ufla.br,
marcio.leme@ufla.br}

Palavras-chave: avaliação do ciclo de vida; biocombustível; gases de efeito estufa; macaúba.

A descarbonização do setor de aviação, responsável por 2% das emissões antropogênicas globais de CO₂-eq, representa um dos principais desafios para a mitigação dos gases de efeito estufa no contexto da transição energética global. Nesse cenário, os biocombustíveis sustentáveis de aviação (SAF's) produzidos a partir de culturas agroenergéticas, configuram-se como alternativa estratégica ao combustível derivado de petróleo. Este estudo tem como objetivo avaliar as emissões de gases de efeito estufa provenientes da queima do SAF obtido a partir do óleo de polpa de macaúba. A metodologia adotada seguiu as diretrizes das normas ISO 14040/14044, com modelagem realizada no software SimaPro, considerando como unidade funcional 1 tonelada de SAF produzido, sendo a fronteira do sistema definida como *cradle-to-grave* e os impactos avaliados pelo método ReciPe 2016 Midpoint (H). Os resultados do SAF revelaram emissões de 1340 Kg de CO₂-eq, representando uma redução de 65 % em comparação ao combustível fóssil. Tais dados, evidenciam o potencial do SAF derivado da macaúba como uma rota tecnológica para a mitigação das emissões no setor de aviação civil, configurando-se como uma alternativa estratégica para o cumprimento das metas globais de descarbonização e para o fortalecimento da transição energética em escala mundial.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

“AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE PLÁSTICOS DESCARTADOS E SEU IMPACTO NO AMBIENTE MARINHO”

Ana Daniela dos Santos ¹, Juliano Elvis de Oliveira² Márcio Montagnana Vicente Leme³,

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Química e Materiais/DQM – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ana.santos47@estudante.ufla.br, {juliano.oliveira,
marcio.leme}@ufla.br

Palavras-chave: Avaliação do ciclo de vida (ACV), PS, PP, TPS e PLA.

O estudo analisa e compara compósitos plásticos de bases diferentes: o polipropileno (PP), o poliestireno (PS), o termoplástico (TPS) e o ácido polilático (PLA) e seus respectivos impactos no ambiente marinho. A partir de dados secundários, e, da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) fundamentada na metodologia estabelecida pela ISO 14040. Foi analisada a produção de embalagens plásticas de 200ml de cada um dos compósitos supracitados, com unidade funcional 1 kg de plástico, uma análise do berço ao túmulo. A análise de inventário destaca o consumo de insumos necessários à cadeia produtiva, suas emissões e respectivos impactos ambientais. Com foco voltado para a resistência mecânica e friagem. A partir das análises do módulo de Yong(MPa), densidade (g/cm³), Índice Material (Stiffeness) e fator de resistência mecânica (MSF), e das análises de ACV trabalho concluiu que o compósito menos impactante é o PLA, seguido do PP e do PS, e, o mais poluente é o TPS. Apesar do TPS ser um compósito produzido a partir de amido vegetal, a sua resistência mecânica e de elasticidade fraca demandando mais material por unidade produzida, impactando de forma mais aguda o meio ambiente. Na categoria de impacto eutrofização marinha, o Nitrato (NO₃⁻) em excesso, contribui para eutrofização e floração de algas nocivas, Amônio (NH₄⁺/NH₃) além da eutrofização, pode ser diretamente tóxico para organismos aquáticos. Ambos alteram a qualidade da água marinha, ameaçam a biodiversidade e afetam atividades humanas como pesca e turismo. Na categoria ecotoxicidade o Cr(VI) e Zn(II) são os principais contribuintes para a ecotoxicidade marinha devido à sua toxicidade aguda e efeitos oxidativos. O V e Cu²⁺ também apresentam riscos relevantes, com destaque para os efeitos em algas, filtradores e cadeias alimentares. A aparente superioridade dos materiais convencionais revela que as metodologias atuais não captam os benefícios da biodegradabilidade, sobretudo na redução de microplásticos, indicando a necessidade de revisão nos modelos de avaliação.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CNPq Projeto: (405428/2022-7).

Saneamento Urbano Inclusivo: uma Análise da Cadeia de Valor em Contextos Urbanos do Brasil e Moçambique

Lissa Oliveira Pereira¹, Arsénio Mário Caetano², João Carlos Grego Júnior³,
Camila Silva Franco⁴

¹ Programa de Pós Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais – UFLA

² Programa de Pós graduação em Engenharia Ambiental – UFLA

³ Pós graduação e Educação científica e Ambiental – UFLA

⁴ Departamento de Engenharia Ambiental

lissa.pereira2@estudante.ufla.br, arsenio.caetano@estudante.ufla.br,
joão.junior20@estudante.ufla.br, camila.sfranco@ufla.br

O Saneamento Urbano Inclusivo (do inglês *Citywide Inclusive Sanitation* – CWIS) é uma abordagem voltada ao planejamento e implementação de sistemas de saneamento urbano alinhados ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (água potável e saneamento), especialmente no que diz respeito à equidade, segurança para usuários e trabalhadores e sustentabilidade financeira e ambiental. Essa perspectiva busca assegurar o acesso universal a soluções adequadas em contextos urbanos, com especial atenção às populações em situação de vulnerabilidade social. Nesse contexto, a análise da cadeia de valor do saneamento (CVS) surge como uma ferramenta estratégica para compreender e aprimorar a prestação de serviços, promovendo um olhar sistêmico sobre os processos de contenção, transporte, tratamento e disposição final de esgoto. A metodologia adotada contempla o desenho dos sistemas de esgotamento sanitário, conforme o compendio de sistemas de saneamento da EWAG de Andradas (MG), uma comunidade localizada no Distrito do Palmital do Cervo em Carmo da Cachoeira (MG) e o município de Nampula, em Moçambique. Para cada local, foi ainda elaborado um diagrama de fluxo fecal (SFD), utilizando a ferramenta disponível pela SUSANA (Sustainable Sanitation Alliance), representando de forma esquemática e sequencial as etapas dos sistemas de saneamento existentes. Essa ferramenta permite visualizar a eficiência dos serviços e identificar gargalos técnicos e institucionais em contextos específicos. Em Andradas e no Cervo observa-se deficiência no tratamento de esgoto, com alguns casos sem encanamento, para os quais não se tem informação disponível sobre fossas e tanques sépticos. Em Nampula, embora com menor cobertura de coleta encanada, observa-se maior diversidade de soluções sem encanamento, para as quais há relatório disponível e o serviço de esvaziamento e transporte é conhecido, porém, assim como no Sul de Minas, sem tratamento. As análises demonstram como fatores socioeconômicos, institucionais e geográficos influenciam diretamente na estruturação dos sistemas de saneamento e no alcance de soluções inclusivas e sustentáveis. A abordagem CWIS facilita o entendimento dos sistemas de saneamento equitativos, seguros e sustentáveis, para identificar caminhos mais eficazes e inclusivos.

Palavras-chave: Sistemas de esgotamento sanitário; cadeia de valor do saneamento; diagrama de fluxo fecal;

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq (441547/2023-0) e FAPEMIG.

Geração e Uso de Biogás a Partir do Esterco Bovino como Estratégia para a Sustentabilidade em Moçambique: O Caso do Distrito de Mogovolas

Márcio Montagnana Vicente Leme¹, Celestino João¹

1. Departamento de Engenharia Ambiental Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal: 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

1. {marcio.leme@ufla.br}, 2. {celestino.joao@estudante.ufla.br}

Palavras-chave: Biogás, resíduos e sustentabilidade.

A criação de gado bovino em Moçambique, atividade socioeconômica proeminente em províncias como Gaza, Maputo, Inhambane, Manica, Tete e Nampula (onde se insere o distrito de Mogovolas), contribui significativamente para a degradação ambiental. De um lado, os animais consomem a vegetação e geram resíduos, intensificando a pressão sobre os recursos florestais, do outro lado os criadores utilizam os mesmos recursos como fonte de energia (lenha e carvão vegetal). Além disso, a pecuária é uma fonte notável de gases de efeito estufa, com emissões de metano (CH₄) provenientes da fermentação entérica e das fezes, e óxido nitroso (N₂O) liberado pelas fezes e urina. Diante desse cenário, propõe-se a utilização do esterco bovino para a produção de biogás, visando o consumo doméstico em fogões e a redução da dependência de combustíveis florestais. Esta iniciativa envolve a instalação de biodigestores rurais que processam o esterco bovino. A pesquisa prevê o envolvimento direto das comunidades do distrito de Mogovolas, que participarão ativamente na construção e montagem dos biodigestores, bem como o fornecimento e tratamento do esterco. A aquisição de fogões simples para o uso do biogás complementará a implementação do projeto. Os benefícios esperados desta proposta são multifacetados. Estima-se que aproximadamente 500 famílias possam aderir e se beneficiar do biogás gerado, o que resultará na redução do volume de matéria vegetal utilizada para cozinhar. Adicionalmente, será produzido um biofertilizante líquido de alta qualidade, rico em microrganismos, sais e compostos orgânicos e inorgânicos; que não só atua na nutrição das plantas, mas também melhora a atividade microbiana do solo, contribuindo para a recuperação vegetal e impulsionando a horticultura como uma nova atividade geradora de renda. Esta abordagem integrada contribuirá para diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), incluindo o ODS 7, promovendo energia renovável; o ODS 13, pela redução das emissões de gases nocivos; e o ODS 15, ao diminuir a pressão sobre as florestas e recuperar a vegetal. Indiretamente, apoia o ODS 2 e o ODS 3, na segurança alimentar e redução da poluição do ar. O projeto demonstra um modelo sustentável de gestão de resíduos que promove o desenvolvimento socioeconômico e ambiental em comunidades rurais de Moçambique.

Agradecimentos:

O autor agradece o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Rastreamento de Bactérias Resistentes à Antibióticos em Esgoto de um Campus Universitário

**Lorena Chaves Fonseca¹, Luciene Alves Batista Siniscalchi², Bruna Coelho Lopes³,
Autor 4¹**

¹Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental –
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte, MG – Brasil

lorena.fonseca@ufla.br, luciene.batista@ufla.br,
bruna.coelho.lopes@gmail.com

Palavras-chave: Epidemiologia baseada em esgoto, Bactérias resistentes a antibióticos, monitoramento de resistência a antibióticos.

A resistência antimicrobiana (AMR) é uma ameaça global. Estações de tratamento de esgoto (ETEs) são reservatórios de resíduos de antibióticos e bactérias resistentes a antibióticos (BRAs) atuando na disseminação do problema. Algumas enterobactérias resistentes se destacam pela produção de beta-lactamases de espectro estendido (ESBL) e carbapenemases (KPC), antibióticos de última linha. O presente estudo investiga a presença de Enterobacteriaceae resistentes a antibióticos em amostras da entrada e saída da ETE da Universidade Federal de Lavras (ETE/UFLA).

As amostras de esgoto bruto foram coletadas das duas elevatórias (E1 e E2) que compõem a entrada da ETE/UFLA; e a de esgoto tratado, na saída da estação. As amostras, diluídas em série e filtradas, foram inoculadas, em duplicata, em placas contendo meios cromogênicos específicos para bactérias produtoras de ESBL e KPC, com e sem suplemento de antibiótico. As colônias que apresentaram cor após a incubação de 24h a 37°C foram contadas.

A contagem das colônias foi maior para bactérias ESBL resistentes na E2 (67,9%). Para as bactérias resistentes à KPC, E1 apresentou concentração 246,1% maior em relação à E2. No geral, a concentração de BRAs foi ligeiramente maior na E1 (29,2%). Esta diferença era esperada, uma vez que E1 recebe o esgoto da região do campus onde se encontra o hospital veterinário. A remoção de bactérias ESBL resistentes foi de 99,63% (2,31 logs), e das KPC foi de 99,76 % (2,07 logs).

A detecção de Enterobacteriaceae ESBL e KPC resistentes evidencia o papel das ETEs como vetores na disseminação da AMR. Embora as ETEs reduzam a carga de BRAs, elas não as eliminam por completo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Biocarvão de resíduos de café como adsorvente para remoção de corantes em meio aquoso

Wallison P. Santos,^{1*} Jairo Tronto,² Franklin Castro,² Guilherme M. D. Ferreira^{1**}

¹Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Química / Centro Integrado de Pesquisas (CIP) – Universidade Federal de Viçosa (UFV) CEP 36570-900 – Viçosa, MG – Brasil

¹Departamento de Química /DQI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

wallison.santos@estudante.ufla.br; jairotronto@ufv.br;
franklin.castro@ufv.br; guilherme.ferreira@ufla.br

Palavras-chave: biomassa, adsorção, azul de metileno, preto remazol.

Biocarvões produzidos a partir de resíduos lignocelulósicos, como casca e palha de café, vem se destacando como alternativa sustentável para a remoção de corantes em efluentes industriais. O objetivo deste trabalho foi caracterizar biocarvões produzidos a partir da casca (BC) e da palha (BP) de café, obtidos por pirólise em diferentes temperaturas (200 °C a 900 °C), e aplicá-los para remoção de azul de metileno (AM) e preto remazol (PR) de meio aquoso. A metodologia consistiu na produção de biocarvões em forno mufla, sob atmosfera inerte, variando-se a temperatura de pirólise. Os materiais foram caracterizados com foco na identificação de grupos funcionais por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e na determinação do ponto de carga zero (pHPCZ), parâmetros essenciais para compreender os mecanismos de interação com corantes catiônicos e aniônicos. A adsorção de AM e PR foi avaliada para cada biocarvão a partir de uma solução de 30 mg L⁻¹ do corante, em uma dose de adsorvente de 1 g L⁻¹. Os resultados de FTIR mostraram que os biocarvões pirolisados em temperaturas mais baixas (200–400 °C) preservaram grupos hidroxila (–OH), alifáticos (C–H) e glicosídicos (C–O), associados à lignina, celulose e hemicelulose. Temperaturas mais elevadas (600–900 °C) promoveram a degradação progressiva desses grupos, com intensificação de bandas aromáticas (C=C e C–C), indicando maior aromaticidade e tendência à grafitização, fundamentais para adsorção via interações π – π . Na análise de pHPCZ, os biocarvões produzidos a 200 °C (BC200 e BP200), com valores próximos 6,0–7,0, apresentaram maior afinidade pelo corante catiônico AM, com destaque para o BC200 (100% de remoção de AM). Já os materiais obtidos a 900°C (BC900 e BP900), com pHPCZ em torno de 9,6–9,7, mostraram-se mais adequados para a adsorção do corante aniônico PR, com destaque para o BP900 (65,61%). Conclui-se que os biocarvões provenientes de resíduos de café apresentam comportamento químico-estrutural fortemente dependente da temperatura de pirólise e tipo de biomassa. A compreensão, desses parâmetros possuem relevância e implicações práticas para o direcionamento do uso de biocarvões, provenientes dos resíduos do café, nos processos de tratamento de efluentes industriais contendo corantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio técnico e financeiro da instituição de fomento à pesquisa, CNPq, Capes e FAPEMIG.

Avaliação do potencial de biocarvões obtidos de biomassa de café modificados com cloreto de magnésio (MgCl_2) para a adsorção do herbicida fenoxiacético 4-CPA

**Mylene L. Barbosa (PG)¹, Jairo Tronto (PQ)², Franklin J. Castro (PG)²,
Guilherme M. D. Ferreira (PQ)¹.**

¹Grupo MatIS, Departamento de Química/DQI, Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Lavras/MG, Brasil.

²Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Rio
Paranaíba/MG, Brasil.

mylene.barbosal@estudante.ufla.br, jairotronto@ufv.br, franklin.castro@ufv.br,
guilherme.ferreira@ufla.br

Palavras-chave: Biomassa de café, modificação, pirólise, adsorção.

O uso de pesticidas é indispensável na agricultura moderna, porém sua aplicação inadequada gera um problema ambiental grave: a persistência de resíduos em águas residuais. Um exemplo de herbicida é o ácido 4-clorofenoxiacético (4-CPA), utilizado como regulador de crescimento vegetal, que possui alta persistência e contamina solos e águas por períodos prolongados. Atualmente existe uma lacuna de estudos específicos sobre a ocorrência do 4-CPA em águas, seus efeitos adversos. A semelhança estrutural com outros herbicidas amplamente empregados ressaltam a urgência global por metodologias eficazes para sua remoção. Diante disso, tratamentos físico-químicos, como a adsorção, emergem como opções promissoras, destacando-se pela rapidez, baixo custo e alta eficiência na remoção desses contaminantes de meios aquosos. O uso de biocarvões como adsorventes tem demonstrado um potencial considerável na remoção de herbicidas de meios contaminados, consolidando-se como uma tecnologia eficiente e sustentável para o tratamento de água e a remediação ambiental. Dentre as diversas matérias-primas utilizadas na produção de biocarvões, os resíduos de café são particularmente estratégicos, dada a vasta quantidade gerada na cultura cafeeira. O presente trabalho avaliou o desempenho de biocarvões obtidos a partir de resíduos de café (casca melosa e palha), bem como o efeito do pré-tratamento químico dessas biomassas com cloreto de magnésio (MgCl_2) sobre a adsorção do herbicida 4-CPA em soluções aquosas. Os materiais foram produzidos pela pirólise das biomassas, modificadas ou não com MgCl_2 , a 900°C e com tempo de residência de 4 h. Os materiais foram submetidos a ensaios de adsorção de 4-CPA (20 mg L^{-1}), a 25°C . A modificação química pré-pirólise promoveu aumento da eficiência de remoção, sendo que o biocarvão obtido da casca seca pirolisada a 900°C modificado apresentou o melhor resultado, com remoção de 50,93%. Esses resultados evidenciam que tanto a escolha da biomassa (palha ou casca) quanto a modificação com MgCl_2 são fatores determinantes para otimizar a adsorção. Além disso, a diferença de desempenho entre os biocarvões de casca melosa e de palha de café ressalta a importância da separação dos resíduos, favorecendo sua valorização diferenciada. Novos estudos serão realizados para avaliar os mecanismos da adsorção, permitindo o design mais eficientes de biocarvões derivados de resíduos do café para adsorção de herbicidas.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao CNPq, Fapemig (RED-00056-23) e Capes pelo financiamento do projeto.

Utilização de lama de cal para estabilização química de solo residual para aplicação em obras geotécnicas – uma análise

Joice Sthefanie Lourenço Teixeira¹

¹ Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras, MG – Brazil

joice.teixeira1@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Lama de cal, Estabilização de solos, Sustentabilidade, Obras geotécnicas.

Resumo

Este trabalho analisa a viabilidade da utilização da lama de cal, resíduo gerado no processo de caustificação da indústria de papel e celulose, como estabilizante químico de solos residuais. A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica sistemática, abrangendo publicações entre 2010 e 2024 nas bases ScienceDirect, Google Scholar e Portal de Periódicos CAPES. Os estudos selecionados indicam que a adição da lama de cal proporciona melhorias significativas nas propriedades geotécnicas dos solos, como aumento da resistência à compressão simples, redução da plasticidade e maior estabilidade estrutural. Os efeitos positivos observados estão associados às reações pozolânicas e à formação de compostos cimentícios, que contribuem para a durabilidade e o desempenho mecânico. Além dos benefícios técnicos, a utilização da lama de cal representa uma alternativa ambientalmente sustentável, ao reduzir o descarte de resíduos industriais e permitir a substituição parcial de insumos convencionais como o cimento. Conclui-se que o material apresenta potencial promissor para aplicação em obras geotécnicas, especialmente na pavimentação e estabilização de taludes, embora sejam recomendados estudos complementares em escala experimental e de campo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



ENGENHARIA DE ALIMENTOS



Avaliação do efeito do pH em emulsões Pickering O/A na encapsulação do óleo de pequi utilizando proteína de ervilha complexada ou não com carboximetilcelulose

**Mateus Vinícius Carvalho Simões¹, Fabiana Queiroz¹, Diego Alvarenga Botrel¹,
Clara Suprani Marques²**

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA– Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Ensino – Instituto Federal do Mato Grosso (IFMT) – Campus
Campo Novo do Parecis Caixa Postal 3108 – 7873600-000 – Campo Novo do Parecis,
MT – Brasil

mateus.simoes@estudante.ufla.br, fqueiroz@ufla.br,
diegobotrel@ufla.br, clara.marques@ifmt.edu.br

Palavras-chave: Óleo de pequi, emulsão, estabilidade.

O óleo de pequi, é reconhecido pelo elevado teor de compostos bioativos, aos quais se atribuem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Entretanto, a alta suscetibilidade à oxidação, especialmente quando exposto à luz e ao calor, torna indispensável o desenvolvimento de estratégias de encapsulamento. Nesse cenário, as emulsões Pickering, estabilizadas por partículas orgânicas sólidas, despontam como alternativa promissora, eficiente e sustentável. Este trabalho teve como objetivo investigar a influência do pH nas emulsões Pickering de óleo de pequi, estabilizadas por proteína de ervilha (PE) e pelo complexo PE+CMC (carboximetilcelulose). As emulsões foram preparadas com 10% de óleo de pequi e 90% fase aquosa (soluções de biopolímeros (PE:3,41% (m/v) e PE+CMC: 3,41%+0,5% (m/v)), utilizando pre-homogeneizador seguido de ultrassom de ponteira (240 W, amplitude: 70%, 3 min). As análises realizadas foram tamanho de partícula (TP) (μm), estabilidade centrífuga (EC) (%) e microscopia óptica (MO). Os resultados experimentais foram submetidos a ANOVA em delineamento inteiramente casualizado (DIC) ($\alpha=0,05$) aplicado a um fatorial 5x2, sendo os fatores pH (3, 4, 5, 6 e 7), e tipo de estabilizante: PE e PE+CMC. Observou-se interação significativa entre pH e tipo de estabilizante para TP e EC. Para as emulsões com PE, os TP foram de 3,12, 3,50, 44,50, 12,00 e 5,72 μm , respectivamente para pH 3, 4, 5, 6, 7. Para emulsões PE+CMC os valores de TP foram de 7,28, 4,60, 3,70, 5,50, 4,58 μm , respectivamente. Quanto à EC, as emulsões com PE apresentaram valores de 100; 54,2; 53,6; 52,6; e 100%, enquanto aquelas com PE+CMC apresentaram 32,2; 34,2; 100; 100; e 100%, para os pH 3, 4, 5, 6 e 7. As imagens de MO revelaram a formação de emulsões óleo em água (O/A). Em pH 3 e 7, as emulsões com PE mostraram boa distribuição de gotículas e estrutura visualmente estável, enquanto em pH 4, 5 e 6 ocorreu floculação. Para PE+CMC, a estabilidade visual foi observada em pH 5, 6 e 7, e floculação em pH 3 e 4. Conclui-se que o pH exerce papel na estabilidade das emulsões e evidencia o uso dos biopolímeros na encapsulação do óleo de pequi, contribuindo para formulações mais estáveis e sustentáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG (APQ-00149-22).

Produção de β -glicosidase por *Aspergillus caespitosus* em diferentes condições de cultivo

Daniele do Carmo Costa¹, Giovanni Aleixo Batista¹, Júlia Bernardino Giorgianni², Wellington Barros dos Santos³, Lizzy Ayra Alcantara Verissimo¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Química/UFLA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Biologia/UFLA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

daniele.costa4@estudante.ufla.br, giovanni.batista1@estudante.ufla.br,
julia.giorgianni@estudante.ufla.br,
wellington.santos2@estudante.ufla.br, lizzy.alcantara@ufla.br

Palavras-chave: β -glicosidase, fermentação submersa, *Aspergillus Caespitosus*.

Este trabalho, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da ESAL/UFLA, teve como foco a produção e aplicação de β -glicosidases (BGLs, EC 3.2.1.21), enzimas que catalisam a hidrólise de ligações β -glicosídicas em dissacarídeos e oligossacarídeos. Essas enzimas atuam na conversão de isoflavonas da soja em agliconas, na degradação de antocianinas e na obtenção de compostos aromáticos de vinho, além de contribuírem para a produção de etanol a partir de biomassa lignocelulósica. Fungos filamentosos, como *Aspergillus caespitosus*, apresentam potencial produtivo, embora a produção de BGL por esta espécie seja pouco estudada. O objetivo foi avaliar a produção de β -glicosidase por *A. caespitosus* sob diferentes condições de cultivo e reativação. A fermentação foi realizada em frascos Erlenmeyer com meio líquido suplementado com glicose e fibra de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller), inoculados com suspensão de esporos (10^7 /mL). Testaram-se dois meios de reativação (Sabouraud e extrato de malte - MA), diferentes valores de pH (5,0 e 6,0), temperaturas (25 °C e 40 °C) e tempos de incubação (72 h e 120 h). A atividade enzimática foi determinada por espectrofotometria com p-nitrofenil- β -D-glicopiranosídeo, sendo uma unidade de atividade (U) definida como a liberação de 1 μ mol de p-nitrofenol por minuto nas condições do ensaio, e a proteína pelo método de Bradford. Os resultados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey (5%). O meio de reativação influenciou significativamente a produção enzimática. O maior valor foi obtido no MA a 25 °C, pH 5,0 e 72 h ($4,09 \pm 0,081$ U/mg). No Sabouraud, a melhor condição foi a 25 °C, pH 6,0 e 120 h ($0,43 \pm 0,001$ U/mg). Em geral, o MEA superou o Sabouraud e 25 °C foi mais favorável que 40 °C. Esses achados destacam a importância da escolha do meio e confirmam a fibra de ora-pro-nóbis como substrato alternativo de baixo custo e valor nutricional, capaz de favorecer crescimento micelial e síntese enzimática, reforçando seu potencial como recurso sustentável para intensificação da produção de β -glicosidase em escala laboratorial e industrial.

Agradecimentos: CAPES, CNPq (408779/2023-3) e FAPEMIG (APQ-00795-22)

Influência da Rotulagem de Pegada de Carbono de Alimentos na Intenção de Compra dos Consumidores Brasileiros

Giulia Komatsu Silva¹, Gabriela de Barros Silva Haddad¹, Matheus de Souza Cruz¹, Katiucia Alves Amorim¹, Jéssica Ferreira Rodrigues¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{komatsugiulia@gmail.com, gabriela.haddad@estudante.ufla.br,
matheusnetsouza15@gmail.com, katiuciaamorim@ufla.br,
jessica_rodrigues@ufla.br}

Palavras-chave: Gases do efeito estufa. Rótulos de alimentos. Intenção de compra.

A crise climática gerada pelo aquecimento global tem dado destaque crescente ao termo “pegada de carbono”, que representa a influência das atividades humanas no meio ambiente em relação às emissões de gases de efeito estufa (GEE). O sistema agroalimentar responde por 31% dessas emissões. O aumento da produção de alimentos representa um grande desafio, pois exige uso mais amplo dos recursos naturais e contribui para a degradação dos ecossistemas. Quando utilizada em rótulos de alimentos a pegada de carbono se torna instrumento de conscientização sobre a redução de GEE e auxilia os consumidores a escolherem o produto considerando também seu impacto ambiental. Por se tratar de uma prática pouco comum para produtos comercializados no Brasil, o objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo sobre a percepção dos consumidores brasileiros e a influência da pegada de carbono em rótulos de alimentos. Por meio de um questionário online aprovado pelo Comitê de Ética, foi avaliado o conhecimento dos participantes frente a pegada de carbono, a importância dessa alegação em rótulos de alimentos e a intenção de compra dos consumidores brasileiros. Para avaliar a intenção de compra foram apresentados protótipos de embalagens com os seguintes selos: A- Emissão absoluta de carbono, B- Rainforest, C- Redução de carbono, D- Orgânico, E- Neutro em carbono, F- Sem selo. Os dados coletados de 324 participantes foram analisados por meio de análise descritiva e ANOVA, com aplicação de Teste Tukey e Teste t, a nível de 5% de significância. Os resultados revelaram que 44,8% dos entrevistados nunca haviam ouvido falar sobre a pegada de carbono e, após o fornecimento de informações sobre o tema, o percentual de pessoas que passou a considerar esse atributo como muito importante passou de 27,1% para 64,8%. Quanto a intenção de compra, os produtos com alegações de pegada de carbono (E, C e A) tiveram maior intenção de compra, principalmente o produto com selo de neutralidade (E). O selo de produto orgânico também figurou entre os com maior intenção, ao passo que o produto sem selo foi o que teve menor intenção de compra. Logo, observou-se que a partir do momento em que os indivíduos tomam conhecimento sobre o termo pegada de carbono, o grau de importância que passam a atribuir a ele durante o ato da compra de um alimento aumenta significativamente.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Análise reológica de alimentos condensados de origem vegetal ou láctea

Hellen Isnádia Teixeira Nolêto¹, Larissa Carolina de Moraes¹, Ana Cristina Freitas de Oliveira Meira¹, Amanda Fernandes Pereira¹, Jaime Vilela de Resende¹

¹Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

hellen.noleto@estudante.ufla.br, larissamoraes@ufla.br,
anacristina.engalimentos@gmail.com,
amanda.pereiral2@estudante.ufla.br, jvresende@ufla.br

Palavras-chave: Viscosidade, Veganismo, Leite condensado.

O veganismo teve um crescimento exponencial nos últimos anos e para atender essa demanda, a indústria de alimentos tem desenvolvido novos produtos totalmente a base de plantas, como é o caso do leite condensado vegetal. Todavia, a ausência de leite e de seus derivados em sua formulação pode influenciar diretamente a viscosidade e a aceitabilidade desse produto. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento reológico de amostras de leite condensado vegetal, comparando-as com leite condensado tradicional e mistura láctea condensada. Foram obtidas no comércio local de Lavras-MG duas amostras de leite condensado vegetal a base de aveia ou soja, duas amostras de leite condensado tradicional e duas amostras de mistura láctea condensada. O comportamento reológico das seis amostras foi avaliado à 25 °C (triplicata) em um viscosímetro rotacional de cilindros concêntricos (spindle SC4-25), empregando uma rampa crescente de taxa de deformação variando de 2,22 a 41,82 s⁻¹. Para determinar o perfil de fluxo dos fluidos, os modelos de Newton, Lei da Potência e Herschel Bulkley foram ajustados aos dados por meio do software SAS University Edition. O modelo Lei da Potência apresentou o melhor ajuste aos resultados para todos os produtos, com $R^2 = 0,999$ e $RMSE \leq 0,52$. Todas as amostras apresentaram comportamento pseudoplástico ($0,60 \leq n \leq 0,92$) no qual a viscosidade aparente dos fluidos reduz à medida que se aumenta a taxa de deformação. As amostras A (leite condensado de aveia) e D (leite condensado tradicional) foram estatisticamente iguais e apresentaram os menores valores para o índice de consistência do fluido ($3,95 \pm 0,10$ e $3,74 \pm 0,33$ Pa.sⁿ, respectivamente), revelando-se como as amostras menos viscosas. Já a amostra E (mistura láctea condensada) apresentou maior valor para este parâmetro ($10,60 \pm 0,28$ Pa.sⁿ) e, consequentemente, maior viscosidade. Os resultados mostraram que apesar de todas as amostras apresentarem perfil de escoamento semelhante, há uma variação significativa quanto à viscosidade aparente dos fluidos, que está relacionada à presença ou ausência de leite e seus derivados na composição do produto. Além disso, observa-se que tal variação também se aplica às amostras com a mesma denominação de venda, evidenciando a ausência de padrão nas formulações dos diferentes fabricantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análises físico-químicas de alimentos condensados lácteos e não-lácteos

Hellen Isnádia Teixeira Nolêto¹, Larissa Carolina de Moraes¹, Karen Lendengue de Matos Regalado¹, Kelly Lendengue de Matos Regalado², Jaime Vilela de Resende¹

¹Departamento de Ciência de Alimentos-DCA / ²Departamento de Ciência de Florestais-DCF - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

hellen.noleto@estudante.ufla.br, larissamorais@ufla.br,
karen.regalado1@estudante.ufla.br, kelly.regalado1@estudante.ufla.br,
jvresende@ufla.br

Palavras-chave: Leite condensado, vegano, mistura láctea

Apesar dos produtos lácteos serem amplamente consumidos, nos últimos anos, observa-se uma crescente demanda de mercado por produtos não lácteos que atendam o público intolerante a lactose e vegano. Neste cenário, as indústrias de alimentos têm empenhado esforços para desenvolver produtos a partir de diferentes fontes vegetais, que apresentem propriedades e características semelhantes aos produtos lácteos e obtenham uma boa aceitação dos consumidores. Os alimentos condensados de aveia ou soja, por exemplo, podem ser alternativas viáveis para substituir o leite condensado e a mistura láctea condensada. Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo avaliar e comparar por meio de análises físico-químicas amostras comerciais de condensado de aveia (A), condensado de soja (B), leite condensado (C) e mistura láctea condensada (D). As amostras obtidas no comércio local de Lavras-MG foram analisadas quanto a pH, acidez titulável, sólidos solúveis, atividade de água e coloração. As amostras de origem vegetal (A e B) apresentaram maior pH (7,45 e 7,07) e menor acidez (1,15 e 1,08) quando comparadas às amostras de produtos lácteos (C e D), que exibiram valores de pH de 6,75 e 6,72 e acidez titulável de 3,18 e 3,01 % ácido láctico/100 mL de amostra, respectivamente. Esse comportamento pode ser justificado pelo fato do leite de vaca ser naturalmente mais ácido do que o extrato vegetal. Quanto ao conteúdo de sólidos solúveis o condensado de soja (B) apresentou o maior valor (71,50 °Brix), o que pode estar relacionado ao fato dessa amostra conter goma guar, goma xantana, goma carragena e pectina como espessantes em sua composição. O menor conteúdo de sólidos solúveis (55,58 °Brix) foi observado para o condensado de aveia (A) que não apresenta espessantes em sua lista de ingredientes. A atividade de água das amostras variou de 0,72 a 0,77, encontrando-se dentro da faixa considerada normal para esse tipo de produto. Por fim, quanto a cor, todas as amostras exibiram coloração amarelada ($b \geq 11,35$ e $h^\circ \geq 68,73$), com tons mais escuros para os condensados vegetais A ($L=38,69$) e B ($L=48,66$) e maior luminosidade para os condensados lácteos C ($L= 56,66$) e D ($60,34$). Em suma, os resultados encontrados mostram que a origem do alimento condensado afeta diretamente as características físico-químicas do produto e pode ser um fator determinante na aceitação dos mesmos pelo consumidor.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise multivariada de histogramas de níveis de cinza como abordagem não destrutiva para diferenciar formulações de suco de yacon microencapsuladas

Paula Giarolla Silveira¹, Roney Alves da Rocha², Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi², Irineu Petri Júnior³, Virgílio de Carvalho dos Anjos¹, Maria José Valenzuela Bell¹

¹Departamento de Física/ICE – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) – Juiz de Fora, MG – Brasil

²Departamento de Ciências dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Engenharia Química e Materiais/EENG
Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

pagiarolla@gmail.com, roney.rocha@ufla.br, maria.schiassi@ufla.br,
irineu.junior@ufla.br, Virgilio.Anjos@gmail.com, mjbell06@gmail.com

Palavras-chave: Microscopia eletrônica de varredura; Gray-Level Histogram Analysis; Análise multivariada.

A microencapsulação do suco de yacon por *spray drying* é uma estratégia de preservação funcional, cuja caracterização por métodos convencionais é limitada pelo elevado custo, pela necessidade de preparo de amostras e pelo uso de reagentes potencialmente tóxicos. Este estudo avaliou a análise de histogramas de níveis de cinza (Gray-Level Histogram Analysis, GLHA), obtidos de micrografias de microscopia eletrônica de varredura (MEV), como alternativa espectral não destrutiva e ambientalmente sustentável para diferenciar formulações encapsuladas com distintas proporções de goma arábica (AG) e inulina (IN). Cinco formulações foram investigadas: T1 (15% AG/0% IN), T2 (11,25/3,75), T3 (7,5/7,5), T4 (3,75/11,25) e T5 (0/15), totalizando 15 amostras. As micrografias foram convertidas em imagens de 8 bits no *software* Fiji, gerando histogramas de 0–255 níveis de cinza. Estes foram transformados em espectros unidimensionais, suavizados pelo filtro Savitzky–Golay e submetidos à correção de linha de base. A análise de componentes principais (PCA) explicou 92,9% da variância total (PC1 = 68,4%; PC2 = 24,5%), revelando distinção clara entre os tratamentos extremos (T1 e T5) e distribuição gradativa das formulações intermediárias ao longo de PC1. O dendrograma hierárquico (Ward) confirmou o agrupamento segundo a proporção de carreadores, com maior heterogeneidade em amostras ricas em inulina. Os resultados demonstram que a GLHA aplicada a imagens de MEV permite a detecção robusta de diferenças espectrais associadas à composição dos agentes carreadores, constituindo-se em metodologia inovadora, não destrutiva e sustentável para a análise comparativa de sistemas encapsulados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



ENGENHARIA DE BIOMATERIAIS



Avaliação da Gramatura de Filmes Celulósicos antes e após a Compactação por Rolos

Amanda Jheniffer Silva, Bárbara Maria Ribeiro Guimarães de Oliveira, Gustavo Henrique Denzin Tonoli, Marali Vilela Dias

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brazil

amanda.silva37@estudante.ufla.br, barbara.oliveira12@estudante.ufla.br,
gustavotonoli@ufla.br, marali.dias@ufla.br

Palavras-chave: compactação por rolos, gramatura, celulose.

Para atender demandas industriais atuais e à tecnologia verde que faz uso de materiais biodegradáveis para aplicações conscientes com o ambiente os trabalhos atuais visam eliminar a poluição ao meio ambiente que está cada vez mais contaminando solos e águas pelas impurezas advindas de materiais produzidos a partir de matérias-primas poluentes e que demoram ter sua composição no ecossistema. Neste seguimento, tem-se feito o uso de matérias-primas como a celulose que agrega propriedades de agente de reforço às diversas aplicações e tem fácil degradação, contudo seu uso *in natura* é inviabilizado devido à sua incapacidade de interagir com soluções aquosas e solventes orgânicos. Para isto, o seguinte trabalho objetivou-se no uso da compactação por rolos horizontais para promover transformações na estrutura da microfibrila de celulose afim de torna-la mais acessível às aplicações devida alterações causadas na morfologia deste biopolímero. Para esta avaliação, fez-se o estudo da gramatura dos filmes antes e após a compactação através da pesagem do papel em balança analítica em triplicata e a medição da área cortada com micrômetro de ponta esférica Etto (0,001 mm) para promover os cálculos que relacionam a massa úmida e a área do filme para obter os valores da gramatura. Os dados colhidos e os cálculos feitos foram analisados estatisticamente pelo método de Tukey a 5% de probabilidade, através do software SISVAR. Como resultado dos dados colhidos após as medições dos filmes de microfibrila de celulose antes e após a compactação por rolos têm-se uma gramatura média de 67,42 ($\pm 0,39$) g/m² antes da compactação e 70,11 ($\pm 0,69$) g/m² após a compactação. Nota-se que a gramatura dos filmes compactados tiveram uma diferença de 4% maior que a gramatura dos filmes não compactados o que evidencia o efeito da compactação por rolos sobre o material, ou seja, há uma quantidade maior de fibras no filme compactado que no filme *in natura*. As fibras, após passagem pelo compactador por rolos sofrem fibrilação e se dividem em fibrilas menores que são rearranjadas nestes filmes reduzindo a dispersão através da redução dos espaços vazios agora preenchidos por fibras menores mais bem organizadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Modificação da superfície de suspensões e filmes de nanofibrilas de celulose a partir de polpa de eucalipto branqueada com octil(trietoxi)silano

Túlio Caetano Guimarães¹, Thiago Silva Ramos¹, Saulo Rocha Ferreira²

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia/DEG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{tulio.guimaraes2, thiago.ramos4}@estudante.ufla.br,
saulo.ferreira@ufla.br

Palavras-chave: Nanofibrilas de celulose, Modificação superficial, silano.

A modificação da superfície da nanocelulose permite melhor dispersibilidade, melhor compatibilidade com outros materiais ou funcionalização para diversas aplicações. O enxerto bem-sucedido de octil(trietoxi)silano (OTES) introduz cadeias alquílicas apolares na superfície de nanofibrilas de celulose (CNF), substituindo grupos –OH hidrofílicos e, assim, reduzindo a energia de superfície e aumentando a repelência à água. Este estudo avaliou o impacto de baixas concentrações de OTES (0,02% a 0,06% do peso total da suspensão) na modificação da superfície de suspensões e filmes de CNF derivados de polpa kraft de *eucalyptus sp.* O OTES foi pré-hidrolisado em uma mistura de etanol/água (80/20 v/v) sob condições ácidas (pH = 4,5) e, em seguida, adicionado a uma suspensão de CNF (1% m/m) sob agitação constante e aquecimento a 70 °C por 3 horas. Os espectros de infravermelho com transformada de Fourier indicaram um alargamento dos picos relacionados a ligações C–H, e os resultados da espectroscopia de raios X por dispersão de energia revelaram um aumento no teor de Si e O, indicando uma modificação química bem-sucedida da superfície da celulose. O ângulo de contato entre os filmes de CNF e a água aumentou de 46° para 87-95° após a modificação da superfície. A adição de 0,06% de OTES levou a uma redução no ângulo de contato em relação a 0,02 e 0,04%, resultante da autocondensação do excesso de OTES na superfície do filme. Este trabalho concluiu que a hidrofobização eficaz do CNF pode ser alcançada com baixas dosagens de OTES.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE MÉTODOS DE ENCAPSULAMENTO DE PCM EM TECIDO DE JUTA COM DIFERENTES POLÍMEROS

Iasmin Martins Alves de Carvalho Rodrigues¹, Millena Correia Silva², Bianca de Fátima Souza³, Saulo Rocha Ferreira⁴

^{1,3}Departamento de Ciência da Floresta/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

^{2,4}Departamento de Engenharia Civil/DEG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{iasmin.rodrigues2@estudante.ufla.br, millena.silva1@estudante.ufla.br, bianca.souza13@estudante.ufla.br, saulo.ferreira@ufla.br}

Palavras-chave: PCM, Materiais de Mudança de Fase, Polímeros, Tecido de Juta.

Este trabalho tem como objetivo verificar a contenção de vazamento de materiais de mudança de fase (PCM) em tecido de juta, avaliando diferentes tipos de polímeros e métodos de aplicação. O PCM utilizado foi o Rubitherm® RT24, associado a quatro tipos de polímeros: borracha de estireno-butadieno carboxilado (XSBR), borracha nitrílica carboxilada (XNBR), resina epóxi e poliuretano vegetal. Três métodos de aplicação (imersão, esponja e pincel) foram avaliados para encapsular o PCM no tecido, com o objetivo de determinar o número de camadas necessárias para evitar vazamentos e garantir a eficácia do encapsulamento. No método de imersão, observou-se que o desempenho foi superior, com o XSBR e o PU apresentando contenção total do PCM com apenas uma camada. Isso se deve à alta viscosidade desses polímeros, que favorece a formação de uma barreira eficiente e sólida. Em contraste, o XNBR e a resina epóxi necessitaram de quatro camadas para garantir a vedação completa. Ao utilizar o método da esponja, foi necessário um número maior de camadas para garantir a vedação. O XSBR e o PU exigiram três e duas camadas, respectivamente, para evitar vazamento, enquanto o XNBR e o epóxi precisaram de sete e seis camadas, respectivamente. Por fim, o método de pincel também revelou a necessidade de várias camadas para garantir a contenção do PCM. O XSBR e o PU demonstraram bom desempenho, com duas camadas necessárias para evitar vazamentos, enquanto o XNBR e o epóxi exigiram cinco camadas para alcançar a vedação total. Os resultados indicam que a escolha do tipo de polímero e do método de aplicação é crucial para garantir a eficiência do encapsulamento do PCM. Os polímeros XSBR e PU, aplicados por imersão ou pincel, se mostraram mais eficientes, exigindo um número menor de camadas. Já o XNBR e a resina epóxi demandaram mais camadas, o que pode resultar em maior consumo de material e tempo de aplicação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Ângulo de contato de adesivos tânicos da casca de *Anacardium occidentale* com adição de nanolignina

**Carolina Aparecida dos Santos¹, Luciano Donizeti Varanda², Hélio Merá de Assis²,
José Benedito Guimarães Junior¹**

¹Departamento de Engenharia Florestal / Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial / SENAI – Instituto SENAI de Inovação
em Biomassa – DR/MS, CNPJ 03.772.576/0001-65 – Três Lagoas, MS – Brazil

carolinaapnep@gmail.com, luciano.varanda@ms.senai.br,
hassis@ms.senai.br, jose.guimaraes@ufla.br

Palavras-chave: Ângulo de contato, molhabilidade, nanolignina, casca de *Anacardium occidentale*.

A crescente preocupação com os impactos ambientais e com o uso de adesivos sintéticos derivados do petróleo, especialmente aqueles que liberam formaldeído, tem impulsionado pesquisas voltadas ao desenvolvimento de alternativas sustentáveis. Dentre essas alternativas, os taninos vegetais, compostos fenólicos naturais, apresentam grande potencial para aplicação como substituintes parciais do fenol. Nesse contexto, a casca do cajueiro (*Anacardium occidentale*) se destaca por ser uma fonte abundante de taninos condensados, ainda pouco explorada industrialmente. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição de nanolignina em adesivos tânicos extraídos da casca de cajueiro, comparando seu comportamento com o adesivo comercial fenol-formaldeído (FF). A metodologia consistiu na formulação de adesivos tânicos com diferentes teores de nanolignina (0, 1, 2 e 3%), utilizando paraformaldeído como agente de cura. A molhabilidade foi avaliada por meio do ângulo de contato, medido com goniômetro em tempos de 1, 5 e 60 segundos, segundo a norma TAPPI T 458 cm-14. Os resultados mostraram valores entre 72,36° e 106,43°, com diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$). O tratamento TF2, contendo 2% de nanolignina, apresentou o menor ângulo de contato e maior espalhamento da gota sobre a madeira, indicando melhor molhabilidade e interação adesivo-substrato. Conclui-se que a adição de nanolignina melhora as propriedades superficiais dos adesivos tânicos, evidenciando seu potencial para aplicações mais sustentáveis na substituição parcial de adesivos sintéticos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG e Instituto SENAI de Inovação em Biomassa.

Avaliação das propriedades mecânicas (flexão) em painéis sandwich com núcleo de resíduos de tubo de papel Kraft e lâminas de madeira *Pinus oocarpa*

Silmara Carvalho Mandu¹, Dayane Saturnino de Santana¹, Lorrان Arantes¹, José Benedito Guimarães Junior¹

¹ Departamento de Engenharia Florestal/ESAL – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

`silmar.mandu1@estudante.ufla.br`, `dayane.santana2@estudante.ufla.br`,
`lorran.arantes@ufla.br`, `jose.guimaraes@ufla.br`

Palavras-chave: Painéis Sandwich, resíduo tubo Kraft, *Pinus oocarpa*.

A geração de resíduos pela indústria representa um problema ambiental significativo, demandando soluções que alinhem a produção com a sustentabilidade. Neste contexto, a ODS 12 determina a prevenção, redução, reciclagem ou reúso desses resíduos. Este estudo objetivou, assim, produzir painéis sandwich com núcleo de tubos de papel Kraft (resíduos da indústria da construção civil) e com lâminas de madeira *Pinus oocarpa*, aplicando diferentes adesivos, e avaliar suas propriedades mecânicas. A metodologia envolveu a produção de painéis com lâminas de *Pinus oocarpa* (22,5 × 12,5 × 0,2 cm) e o núcleo de tubos de papelão, unidos com diferentes adesivos a saber: ureia-formaldeído (UF) e poliuretano para madeira (PUR) aplicados em gramatura de 320 g/m² (UF) e 280 g/m² (PUR) respectivamente, sendo os painéis UF prensados a 150 °C por 10 minutos, enquanto os de PUR prensados a frio por 4 horas. Após acondicionamento, realizou-se o ensaio de flexão estática, para determinação do Módulo de Elasticidade (MOE) e Módulo de Ruptura (MOR), conforme a norma NBR 7190. Os principais resultados indicaram que os painéis com PUR exibiram um MOE significativamente superior (384,75 MPa) em relação aos painéis com UF (170,28 MPa), sugerindo a formação de ligações mais estáveis. Entretanto, não houve diferença estatística significativa no MOR entre os tratamentos com UF (0,164 MPa) e PUR (0,298 MPa). Estes valores de MOR podem estar atribuídos à heterogeneidade dos tubos de papelão kraft do núcleo, que atua como um elo fraco na estrutura. Conclui-se portanto que, os painéis com adesivo PUR demonstraram vantagens em termos de maior rigidez (MOE) em relação aos com adesivo UF e que os painéis produzidos, nos dois casos, são alternativas viáveis para aplicações não estruturais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Sustentabilidade na Construção Civil: Alternativas ao Cimento em Materiais de Alto Desempenho

Luiza Ignez Mollica Marotta¹, Mario Guimarães Júnior²

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET - Araxá, MG –
Brasil

luiza.marotta@estudantes.ufla.br, mgjunior@cefetmg.br

Palavras-chave: Concreto, biochar, nanotubos de carbono, wollastonita.

A indústria do cimento tem enfrentado crescente pressão para reduzir seu impacto ambiental, especialmente no que diz respeito ao elevado consumo energético e às emissões de dióxido de carbono (CO₂). Desde o início dos anos 2000, o setor vem adotando práticas sustentáveis, como o uso de matérias-primas alternativas e combustíveis menos poluentes, com o objetivo de mitigar os danos ambientais. O concreto, principal produto derivado do cimento, é o segundo material mais consumido no mundo, ficando atrás apenas da água, com uma média de 1,9 tonelada por habitante ao ano. Diante desse cenário, a busca por soluções mais ecológicas que reduzam a dependência do cimento tradicional e promovendo a sustentabilidade na construção civil tem se tornado um grande desafio. Este trabalho propõe uma revisão sistemática sobre o uso de materiais alternativos ao cimento, com foco em três componentes promissores: biochar, nanotubos de carbono e wollastonita. O biochar, obtido por pirólise de resíduos orgânicos, destaca-se por sua capacidade de sequestrar carbono e melhorar as propriedades mecânicas do concreto. Os nanotubos de carbono, por sua vez, oferecem elevada resistência mecânica e potencial para reforço estrutural em compósitos cimentícios. Já a wollastonita, um silicato de cálcio natural, contribui para a durabilidade e estabilidade química dos materiais, além de reduzir a demanda por clínquer. Para alcançar este objetivo, a pesquisa não-experimental, com viés longitudinal e descritivo, baseada na análise, compreensão e interpretação de uma série de artigos científicos, disponibilizados nas mais diversas bases de dados, da referida área, será utilizada. Por sua vez, estas fontes científicas, deverão abordar o desempenho, viabilidade e impactos ambientais desses materiais, aplicados a grande área da construção civil. A pesquisa visa identificar os avanços tecnológicos e as limitações associadas à substituição parcial do cimento, contribuindo para o desenvolvimento de compósitos de alto desempenho e menor pegada de carbono. Assim, o estudo busca fomentar práticas mais sustentáveis na construção civil e ampliar o conhecimento sobre alternativas viáveis ao cimento convencional.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização de densidade a granel de diferentes materiais lignocelulósicos visando a produção de compósito.

Pedro Henrique Garcia de Castro Ribeiro¹, Maria Rita Ramos Magalhães¹, Karini de Lourdes Silva Mesquita¹, Andressa Crizostomo Marrocos¹, Iasmin Martins Alves de Carvalho Rodrigues¹, José Benedito Guimarães Junior¹

¹ Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

pedrohgcribeiro@gmail.com, maria.magalhaes4@estudante.ufla.br,
kariniarquitetura@gmail.com, andressacrizostomo25@gmail.com,
iasminmarti25@gmail.com, jose.guimaraes@ufla.br

Palavras-chave: Material lignocelulósico, painéis de madeira, sustentabilidade.

Neste estudo foram avaliados três resíduos lignocelulósicos — côco babaçu, mamona e cuia — com o objetivo de analisar suas propriedades para possível utilização como matéria-prima alternativa em compósitos. A densidade a granel, parâmetro relevante para a produção de painéis de madeira, foi determinada conforme a norma ISO 17828 (2015), com três repetições para cada resíduo. O procedimento incluiu mensuração da massa do recipiente vazio e após a inserção do resíduo, possibilitando o cálculo da densidade pelo quociente entre massa obtida e volume do recipiente. Os resultados para a densidade foram de 0,352 g/cm³ para o côco babaçu, 0,429 g/cm³ para mamona e 0,338 g/cm³ para cuia. Todos os resíduos avaliados apresentaram densidade inferior à do Pinus (0,55 g/cm³), característica que favorece sua aplicação na fabricação de painéis de madeira. Esses resultados evidenciam seu potencial como alternativa sustentável à matéria-prima convencional utilizada em processos industriais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização Físico-Química de Adesivos à Base de Uréia-Formaldeído, Poliuretano Convencional e Poliuretano de Mamona para Aplicações em Madeira

Dayane Saturnino de Santana¹, Silmara Carvalho Mandu¹, Lorrان de Sousa Arantes¹, Samuel Guimaraes Carvalho¹, Leonardo Antonio Luiz¹, José Manuel Marconcini²

¹ Departamento de Engenharia Florestal/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

² Embrapa Instrumentação Rua XV de Novembro, nº 1.452, Centro, CEP: 13561-206, São Carlos, SP, Brazil

dayane.santana2@estudante.ufla.br, silmara.mandu@estudante.ufla.br, lorrان.arantes@ufla.br, samuell.carvalho2@estudante.ufla.br, leonardo.luiz@estudante.ufla.br, jose.marconcini@embrapa.br

Palavras-chave: Colagem, Materiais lignocelulósicos, Propriedades físico-químicas.

A escolha adequada de adesivos é fundamental para garantir a qualidade e a durabilidade de produtos derivados da madeira. Neste contexto, adesivos sintéticos como Uréia-Formaldeído (UF) e Poliuretano (PUR) são amplamente utilizados na indústria madeireira, mas despertam preocupações ambientais devido à presença de compostos tóxicos e à origem não renovável de suas matérias-primas. Como alternativa, adesivos à base de poliol de mamona vêm sendo estudados por apresentarem origem renovável e menor impacto ambiental. Este trabalho teve como objetivo caracterizar físico-quimicamente três tipos de adesivos: UF, PUR sintético e Poliuretano de mamona (PURm), avaliando seus potenciais para aplicação em produtos de madeira. Os adesivos foram submetidos a ensaios laboratoriais para determinação do teor de sólidos, viscosidade, pH e ponto de gelatinização. O adesivo PUR apresentou o maior teor de sólidos (100%), alta viscosidade (11.375,33 cP) e pH ácido (3,65), favorecendo reações rápidas de cura. Já o PURm, com teor de sólidos semelhante (99,19%), apresentou viscosidade significativamente menor (1.316,83 cP) e pH altamente alcalino (14,53), resultando no menor tempo de gelatinização (57 s), o que indica boa reatividade, mesmo com mudanças nas características físico-químicas. Em contraste, o adesivo UF apresentou o menor teor de sólidos (64,85%), viscosidade intermediária (4.836 cP) e pH neutro a levemente alcalino (7,68), o que levou ao maior tempo de gelatinização (300 s), sugerindo baixa reatividade inicial. Apesar dessas diferenças, o PURm se destaca como uma alternativa promissora, combinando desempenho físico adequado com potencial para menor impacto ambiental. Assim, a caracterização físico-química é fundamental para orientar a escolha de adesivos mais eficientes e sustentáveis, especialmente no setor madeireiro. Este trabalho está em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente ao promover alternativas tecnológicas mais limpas (ODS 9), incentivar o uso de matérias-primas renováveis e menos tóxicas (ODS 12) e contribuir para a redução da dependência de compostos de origem fóssil, colaborando com a mitigação das mudanças climáticas (ODS 13).

Agradecimentos: CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Métodos de extração do azeite de abacate (*Persea americana*)

Matheus Campos Mattioli¹, Fabíola Magalhães Mendes², Elisangela Elena Nunes Carvalho¹, Lourival Marin Mendes¹, José Benedito Guimaraes Junior¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biomateriais

PPGBIOMAT/DCF/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal/DCF/ESAL/UFLA.

{agromatcm88, elisangelacarvalho, lourival, jose.guimaraes}@ufla.br,
fabiola.mendes2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Óleo de abacate; avocado; CO₂ supercrítico; prensagem a frio; extração enzimática; ultrassom.

O óleo de abacate tem ganhado crescente destaque no setor alimentício, cosmético e farmacêutico devido ao seu perfil lipídico, rico em ácidos graxos insaturados e compostos bioativos de interesse nutricional e funcional. Este trabalho objetivou levantar e comparar os métodos de extração do azeite de abacate, com ênfase em rendimento, qualidade e sustentabilidade. Seguiu-se a metodologia PRISMA, utilizando as bases Scopus, Web of Science e SciELO (2000–2025). Foram selecionados apenas artigos revisados por pares que reportassem dados quantitativos de processo e qualidade. As variáveis de interesse incluíram rendimento (%), índices de acidez e peróxidos, perfil de ácidos graxos, teor de tocoferóis/fitoesteróis, pigmentos e indicadores ambientais quando da utilização de solventes. Após triagem e elegibilidade, restaram 42 estudos. Dentre esses, os métodos de extração avaliados foram: prensagem a frio, extração por solventes (hexano e etanol), CO₂ supercrítico (25–40 MPa; 40–60 °C), extração aquoso-enzimática (pectinases/celulases), extrações assistidas por ultrassom/micro-ondas e extração por fluido pressurizado com etanol/água. A extração por hexano apresentou os maiores rendimentos (18–28%), porém com risco de resíduos e maior propensão oxidativa. A prensagem a frio obteve rendimentos inferiores (8–15%), porém apresentou melhor preservação sensorial e menor formação de peróxidos. O CO₂ supercrítico alcançou rendimentos médios (15–25%), com maior retenção de compostos bioativos. As extrações por ultrassom/micro-ondas reduziram o tempo de processo e alcançaram rendimento satisfatório (10–30%). A rota aquoso-enzimática mostrou-se promissora (10–18%) devido à ausência de solventes orgânicos. A extração etanólica pressurizada resultou em óleos limpos e estáveis (15–22%). O perfil lipídico do azeite do abacate Hass apresentou teores elevados de ácido oleico (55–70%), seguido por palmítico e linoleico, com baixos índices de acidez e peróxidos quando aplicados métodos menos agressivos na extração. Conclui-se que, para óleos premium alimentícios e cosméticos, o CO₂ supercrítico e a prensagem a frio maximizam a qualidade, enquanto para maior produtividade com menor toxicidade, destacam-se o etanol pressurizado e extrações assistidas por ultrassom/micro-ondas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES e ao PPGBIOMAT.

Potencial do azeite de abacate para bionegócios e biofábricas

Matheus Campos Mattioli¹, Fabíola Magalhães Mendes², Elisangela Elena Nunes Carvalho¹, Lourival Marin Mendes¹, José Benedito Guimaraes Junior¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biomateriais

PPGBIOMAT/DCF/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal PPGEF/DCF/ESAL/UFLA.

{agromatcm88, elisangelacarvalho, lourival, jose.guimaraes}@ufla.br,
fabiola.mendes2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Óleo de abacate; avocado; biorrefinária; bioeconomia; plano de negócios; sustentabilidade.

O azeite de abacate (*Persea americana*) é rico em ácidos graxos monoinsaturados e compostos bioativos como vitaminas E e carotenoides, que lhe confere elevado valor nutricional e estabilidade térmica. Além do uso tradicional na alimentação e na indústria de cosméticos, esse azeite tem sido estudado como matéria-prima em processos biotecnológicos avançados. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do azeite de abacate para bionegócios e biofábricas. Foi realizada uma revisão sistemática por meio da busca de artigos publicados entre os anos de 2015 e 2025, nas bases Scopus, Web of Science e SciELO, sendo selecionados apenas os trabalhos que apresentavam métodos de extração do azeite de abacate e sua viabilidade técnica e ou econômica. Entre os trabalhos analisados, destacam-se novos métodos de extração propostos, como o método de CO₂ supercrítico, que alcançam rendimentos semelhantes à prensagem convencional, porém com maior concentração de antioxidantes e melhor aproveitamento da fruta, reduzindo resíduos. Alguns autores destacam a viabilidade da implantação de biorrefinarias de azeite de abacate, onde além do azeite, resíduos como a casca, polpa e semente são usados para gerar produtos de valor agregado, como pectinas, biogás, fertilizantes e substrato para viveiros. Análises técnico-econômicas indicam que pequenas biorrefinarias multifuncionais, podem ser lucrativas, com retorno do investimento em poucos anos (de 6 a 7 anos) para cenários de produção conjunta do azeite e *Biochar*, promovendo a economia circular. Neste contexto, o bionegócio de azeite de abacate demonstra alto potencial econômico, por ser reconhecido como um ingrediente premium em alimentos funcionais e cosméticos naturais. Além disso, a crescente demanda por produtos sustentáveis têm valorizado esse tipo de cadeia produtiva, incentivando investimentos em novas tecnologias. As tecnologias emergentes de biofabricação, podem ampliar a oferta de óleos de qualidade, reduzindo a dependência de cultivos convencionais. Portanto, conclui-se que o azeite de abacate apresenta grande potencial para bionegócios, combinando alto valor agregado com viabilidade financeira e eficiência produtiva em sistemas de biofábricas multifuncionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES e ao PPGBIOMAT.

Desempenho térmico de painéis sanduíche produzidos com resíduos industriais e adesivos sustentáveis

Dayane Saturnino de Santana¹, Silmara Carvalho Mandu¹, Lorrان de Sousa Arantes¹, José Benedito Guimarães Junior¹, José Manuel Marconcini²

¹Departamento de Engenharia Florestal/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Embrapa Instrumentação Rua XV de Novembro, nº 1.452, Centro, CEP: 13561-206, São Carlos, SP, Brazil

dayane.santana2@estudante.ufla.br, silmara.mandu1@estudante.ufla.br, lorrان.arantes@ufla.br, jose.guimaraes@ufla.br, jose.marconcini@embrapa.br.

Palavras-chave: Painéis compósitos, Condutividade térmica, Adesivos à base de mamona.

Este estudo avaliou o comportamento térmico de painéis sanduíche produzidos com lâminas de *Pinus oocarpa* e núcleo de tubos de papelão kraft reutilizados, visando a sustentabilidade na construção civil e alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente aqueles relacionados à inovação, economia circular e mitigação de impactos ambientais. Foram comparados dois adesivos: ureia-formaldeído (UF), de uso convencional, e poliuretano à base de óleo de mamona (PURm), de origem renovável e menor impacto ambiental. A caracterização térmica, conduzida conforme a NBR 15220, indicou condutividade média de 0,0658 W/m·K para painéis com UF e de 0,0727 W/m·K para os com PURm, ambos dentro dos limites normativos, confirmando a viabilidade de aplicação dos dois sistemas em isolamento térmico. O desempenho superior dos painéis com UF pode estar associado à maior compactação estrutural ou às propriedades termoestáveis do adesivo. A densidade aparente foi de 0,3172 g/cm³ para os painéis com UF e de 0,3255 g/cm³ para os com PURm, com coeficiente de variação de 2,92%, demonstrando uniformidade entre as amostras. O desempenho térmico ligeiramente inferior dos painéis com PURm pode estar relacionado à maior viscosidade do adesivo vegetal e ao seu padrão de penetração na madeira, fatores que aumentam a densidade e, consequentemente, a condutividade térmica. Apesar disso, o PURm destaca-se por ser uma alternativa renovável e ambientalmente mais sustentável em relação aos adesivos sintéticos, reforçando a importância de considerar critérios técnicos, ambientais e sociais na seleção de materiais. Os resultados confirmam a viabilidade do aproveitamento de resíduos industriais na produção de painéis compósitos com propriedades adequadas para edificações sustentáveis, contribuindo para soluções construtivas que conciliam desempenho funcional, inovação e responsabilidade ambiental.

Agradecimentos: CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Desempenho Físico-Mecânico e Análise Microestrutural de Fibrocimento Sustentável Reforçado com Nanofibrilas de *Erythrina poeppigiana* e Resíduos Industriais (Dregs) Encapsulados com EVA

Glauco Fernandes De Oliveira Nunes ¹

¹Departamento de Engenharia de Biomateriais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{Glauco Fernandes De Oliveira Nunes} glauco.nunes@estudante.ufla.br 1

Abstract. *This study explores sustainable alternatives for fiber cement by replacing asbestos and valorizing industrial byproducts. An extruded cement composite was produced using cellulose micro/nanofibrils (MNFs) from *Erythrina poeppigiana* and alkaline residues (Dregs) from the pulp and paper industry. After curing, the specimens were immersed in an ethylene vinyl acetate (EVA) solution, forming an external polymeric coating that protects the lignocellulosic fibers. The optimized composite (EVA2) achieved a Modulus of Rupture (MOR) of 8.7 MPa and a Modulus of Elasticity (MOE) above 4.9 GPa, while water absorption decreased by up to 36% versus the untreated control. SEM analysis confirmed EVA's role as a physical barrier, improving matrix-fiber cohesion and reducing porosity. The results demonstrate the technical and environmental feasibility of a high-performance fiber cement for civil construction.*

Keywords: Cementitious Composites; Nanofibers; Sustainability; Extrusion; EVA Copolymer; Durability.

Resumo. *O estudo investiga alternativas sustentáveis para o fibrocimento, substituindo o amianto e valorizando subprodutos industriais. Produziu-se um compósito por extrusão, com micro/nanofibrilas (MNFs) de celulose de *Erythrina poeppigiana* e resíduos alcalinos (Dregs) da indústria de papel e celulose. Após a cura, os corpos de prova foram imersos em solução de copolímero EVA, formando um revestimento superficial polimérico destinado a proteger as fibras lignocelulósicas. O compósito otimizado (EVA2) apresentou Módulo de Ruptura (MOR) de 8,7 MPa e Módulo de Elasticidade (MOE) superior a 4,9 GPa, além de redução de até 36% na absorção de água em relação ao controle. A análise por MEV confirmou o papel do EVA como barreira física, promovendo maior coesão e menor porosidade interfacial. Os resultados comprovam a viabilidade técnica e ambiental de um fibrocimento de alta performance para a construção civil.*

Palavras-chave: Compósitos Cimentícios; Nanofibras; Sustentabilidade; Extrusão; Copolímero EVA; Durabilidade.

1. Introdução

A indústria da construção civil é uma das maiores consumidoras de recursos naturais e geradoras de resíduos globalmente. Neste contexto, a busca por materiais compósitos cimentícios que aliem alto desempenho e sustentabilidade ambiental tornou-se imperativa. Particularmente no setor de fibrocimento, a necessidade de substituição do amianto, um reforço mineral de alto risco à saúde, impulsionou a pesquisa por alternativas baseadas em fibras vegetais.

O fibrocimento reforçado com fibras lignocelulósicas (FLC) é uma alternativa robusta. Contudo, as FLCs enfrentam desafios cruciais quando incorporadas à matriz altamente alcalina do cimento Portland, principalmente a degradação da celulose e a instabilidade dimensional devido à alta absorção de umidade. A degradação ocorre por hidrólise e mineralização da fibra na interface, enfraquecendo a ligação matriz-reforço e, consequentemente, reduzindo a durabilidade do compósito a longo prazo.

Para abordar a questão da sustentabilidade, este trabalho não apenas utiliza reforços de base biológica — as micro/nanofibrilas (MNFs) extraídas da *Erythrina poeppigiana*, um resíduo agroflorestal de baixo valor agregado — mas também incorpora resíduos industriais (Dregs) da produção de celulose como uma adição mineral, alinhando-se aos princípios da economia circular. A *Erythrina poeppigiana* demonstrou potencial como fonte de MNFs devido à sua estrutura fibrosa e alta cristalinidade após o processamento, mas, como outras FLCs, requer proteção (NUNES, 2025).

A estratégia inovadora adotada aqui é o encapsulamento superficial das fibras e da placa de fibrocimento com o Copolímero Etileno Acetato de Vinila (EVA). O EVA, um polímero termoplástico com alta adesão e flexibilidade, é esperado que atue como uma barreira física, após imersão de corpos de prova, isolando a celulose da lixiviação de hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) da matriz, o principal agente de degradação da fibra. O método de conformação escolhido foi a extrusão, que promove alta compactação, baixa porosidade e uniformidade microestrutural, fatores essenciais para o desempenho final do material.

A presente pesquisa, portanto, contribui significativamente para suprir uma lacuna na literatura brasileira, oferecendo evidências empíricas e, fundamentalmente, microestruturais (MEV) da eficácia do EVA em um sistema compósito complexo que envolve múltiplos resíduos (NUNES, 2025).

1.1. Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver e caracterizar um fibrocimento sustentável de alta performance. Os objetivos específicos foram:

Avaliar o desempenho físico-mecânico (MOR, MOE, Absorção de Água) dos compósitos otimizados (EVA2).

Quantificar a melhoria nas propriedades de durabilidade induzida pelo encapsulamento com EVA.

Realizar a análise microestrutural por MEV para elucidar o mecanismo de proteção do EVA na interface fibra-matriz e correlacionar a microestrutura com o desempenho macroscópico.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. O Desafio da Durabilidade em Fibrocimento Reforçado com Celulose

A substituição do amianto por fibras celulósicas trouxe consigo o problema da durabilidade a longo prazo. A matriz cimentícia, com pH tipicamente acima de 12,5 (no início da cura), ataca a estrutura lignocelulósica, principalmente a hemicelulose e a lignina, resultando na fragilização da fibra. Tonoli (2006) Este processo, conhecido como degradação ou mineralização, compromete a ductilidade e a tenacidade do compósito, elementos cruciais para a segurança estrutural. Técnicas de pré-tratamento químico das fibras, como a mercerização ou silanização, têm sido exploradas, mas adicionam custo e complexidade ao processo industrial. Silva (2002)

2.2. Nanofibras de *Erythrina poeppigiana* e a Valorização de Resíduos

A escolha da *Erythrina poeppigiana* como fonte de reforço se baseia em sua disponibilidade como resíduo e no potencial da celulose extraída para gerar MNFs. As MNFs, com diâmetros na escala nanométrica, possuem alta área superficial e excelente resistência, tornando-as ideais para reforço em compósitos, onde atuam preenchendo vazios e aumentando a densidade da matriz. Rodrigues (2024) A literatura revisada aponta que a inserção de MNFs pode reduzir a porosidade da pasta e aprimorar a zona de transição.

2.3. O Papel dos Resíduos *Dregs* na Matriz Cimentícia

Os Dregs e Grits são subprodutos gerados no processo Kraft de produção de celulose. Os Dregs são predominantemente compostos por carbonato de cálcio, silício, óxidos e hidróxidos de metais alcalinos. Oliveira (2022) A sua incorporação na matriz cimentícia, como adição parcial ao cimento, contribui para a sustentabilidade ao desviar resíduos de aterros. Além disso, a sua natureza finamente particulada e reativa pode atuar como um filler inerte ou, em alguns casos, apresentar atividade pozolânica leve, contribuindo para a resistência a longo prazo e a microestrutura da pasta. (Bello *et al.*, 2016)

2.4. Encapsulamento Polimérico (EVA) para Proteção e Adesão

O uso de polímeros em compósitos cimentícios, tanto como aditivos (látex) quanto como revestimentos, é uma prática estabelecida para melhorar a adesão e a durabilidade. O EVA (Etileno Acetato de Vinila) é um copolímero com reconhecida capacidade de formação de filmes flexíveis e resistentes à umidade. (ZATTERA; BIANCHI; ZENI; FERREIRA, 2005; FERREIRA, 2023). O seu uso como barreira superficial visa impedir a penetração de água e íons OH^- do cimento na estrutura fibrosa, protegendo a celulose contra a degradação e a lixiviação. Estudos anteriores sugeriram que o EVA pode também melhorar a ductilidade do material ao criar pontes entre as microfissuras da matriz, um mecanismo que será detalhado na seção de discussão microestrutural.

2.5. Conformação por Extrusão

A extrusão é um processo de conformação que utiliza alta pressão para moldar a mistura cimentícia (NUNES, 2025). Em comparação com o tradicional processo Hatschek, a extrusão é mais flexível em termos de composição e pode lidar com maiores teores de sólidos e menores relações água/cimento. Isso resulta em produtos mais densos, menos

porosos e com melhor alinhamento das fibras, o que se traduz em maior resistência mecânica e melhor desempenho contra a penetração de agentes agressivos. (COSTA, 2023; SILVA, 2024)

3. Materiais e Métodos

A matriz cimentícia foi composta por Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CPV-ARI), garantindo a rápida evolução da resistência. O resíduo Dregs foi utilizado como substituto parcial da massa cimentícia em uma porcentagem de [inserir porcentagem de substituição], conforme otimizado em estudos preliminares.

O reforço primário consistiu em micro/nanofibrilas (MNFs) extraídas da madeira de *Erythrina poeppigiana*. O processo de extração envolveu Ampliando o espectro de fontes lignocelulósicas, a *Erythrina poeppigiana* (Fabaceae) é tradicionalmente empregada em sistemas agroflorestais pelo caráter caducifólio e pelo apelo ornamental de suas flores.

Embora seu uso como madeira sólida seja limitado, seu potencial tecnológico em aplicações alternativas — como o reforço de matrizes cimentícias — permanece pouco explorado. As fibras dessa espécie foram obtidas por meio de um processo laboratorial composto por três etapas principais:

- (i) **Polpação alcalina**, realizada com solução de hidróxido de sódio a temperatura controlada para remoção parcial de lignina e hemiceluloses;
- (ii) **Refino mecânico em moinho de discos**, visando ao desagregamento e fibrilação das paredes celulares;
- (iii) **Homogeneização em suspensão aquosa**, garantindo a dispersão uniforme das microfibrilas de celulose.

Essa sequência resultou em uma polpa celulósica com maior área superficial e melhor compatibilidade com o cimento, adequada para aplicações em compósitos extrudados.

Resultados com fibras modificadas, a exemplo das partículas hornificadas de pinus, indicam ganhos de estabilidade dimensional e redução da absorção de água, sinalizando que espécies ainda subestudadas — como a própria *Erythrina poeppigiana* — podem oferecer desempenho competitivo quando adequadamente tratadas.

3.1. Produção das Nanofibrilas de Celulose da *Erythrina poeppigiana*

As partículas de *Erythrina poeppigiana* passaram por tratamento alcalino conforme o estudo de Dias et al. (2019). Para isso, foi utilizada uma proporção de 5% de partículas em 100 mL de solução de NaOH a 5% (m/v). O material permaneceu sob agitação de 1500 rpm por 2 h a 80 °C, promovendo a remoção parcial de lignina, hemiceluloses e extrativos de baixo peso molecular. Em seguida, as partículas foram lavadas com água deionizada até atingirem pH 7,0. Silva (2024)

Após a polpação alcalina, o material foi submetido a uma etapa de refino mecânico em moinho de discos, responsável pelo desagregamento das paredes celulares e pela exposição das microfibrilas internas. Posteriormente, realizou-se a homogeneização da suspensão fibrosa, assegurando a dispersão uniforme das fibrilas antes da etapa final de fibrilação mecânica. Assane (2024)

A obtenção das nanofibrilas de celulose (NFC) foi realizada por fibrilação mecânica em equipamento Supermasscolloider (Masuko Sangyo MKCA6-2), conforme metodologia de Foram executadas 40 passagens sob rotação de 1600 rpm até a formação de suspensões homogêneas e visualmente translúcidas, indicativas de alto grau de fibrilação. Em seguida, as nanofibrilas foram filtradas para remoção do excesso de água, visando facilitar sua incorporação à matriz durante a produção dos compósitos de fibrocimento. Silva (2024)

Esse conjunto de etapas — polpação, refino e homogeneização — assegurou uma nanocelulose com elevada razão de aspecto, pureza e estabilidade coloidal, características essenciais para promover boa interação com a matriz cimentícia e otimizar o desempenho mecânico e durabilidade dos compósitos. Assane (2024)

O agente de tratamento foi o Copolímero Etileno Acetato de Vinila (EVA), fornecido em forma de emulsão aquosa (dispersão).

3.2. Preparação da Mistura e Conformação

A fabricação dos compósitos foi conduzida em escala laboratorial, empregando o processo de extrusão, conforme descrito por. A matriz cimentícia adotada foi constituída por cimento Portland CPV-ARI, representando 70% da formulação total.

A composição seguiu um traço experimental padronizado, contendo 5% de partículas lignocelulósicas parcialmente substituídas por nanofibrilas de *Erythrina poeppigiana*, 25% de calcário agrícola moído (substituído, em alguns tratamentos, por dregs, conforme Tabela 1), além de 1% de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) e 1% de aditivo superplastificante à base de polieter carboxílico (ADVA).

Tabela 1-Plano experimental de compósitos fibrocimento

Tratamentos	Calcário (%)	Resíduo (%)	Nano (%)	Partículas (%)
ST1	25,0	-	-	5,0
ST2	20,0	5,0	0,5	4,5
EVA1	25,0	-	-	5,0
EVA2	20,0	5,0	0,5	4,5
Teor de cimento de 70%				

O plano experimental apresentado na Tabela 1 contempla quatro formulações distintas (ST1, ST2, EVA1 e EVA2), diferenciadas pelas proporções de calcário agrícola, resíduo (dregs), nanofibrilas e partículas de *Erythrina poeppigiana*, mantendo fixo o teor de cimento em 70%.

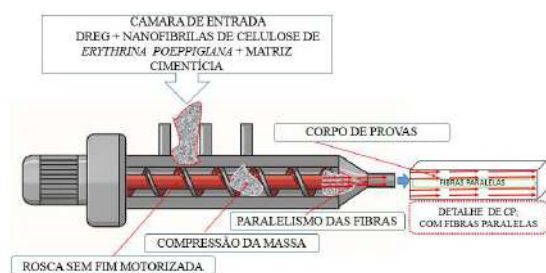
Os tratamentos EVA1 e EVA2 incorporaram o copolímero etileno-acetato de vinila (EVA), aplicado como revestimento superficial, a fim de analisar sua influência na aderência, compactação e desempenho mecânico dos compósitos de fibrocimento. Essa abordagem busca compreender a contribuição do EVA na modificação interfacial e na resistência à fissuração em relação aos tratamentos sem o polímero.

A água utilizada para a mistura foi ajustada para obter a consistência ideal para o processo de extrusão.

A conformação dos corpos de prova foi realizada por extrusão contínua. A mistura foi alimentada na extrusora e forçada através de uma matriz, resultando em placas com dimensões Os corpos de prova, moldados por extrusão, apresentaram dimensões de $18 \times 5 \times 1,5$ cm e massa média de 200 g.

Após 28 dias de cura, foram encapsulados por imersão em solução de EVA, formando uma barreira contínua sobre a superfície.

Figura 1 Partes de uma extrusora



Fonte: Baseado em Soto (2010).

Figura 2 Equipamento extrusor, aberto, em bancada, UFLA, PPGMAT.



Fonte: Autor

3.3. Tratamento de Encapsulamento Polimérico (EVA)

O uso do copolímero etileno-acetato de vinila (EVA) foi executado com base em um processo de encapsulamento superficial dos corpos de prova cimentícios, buscando promover impermeabilidade e aumento da durabilidade. Inicialmente, preparou-se uma solução aquosa de EVA em proporção adequada para garantir a uniformidade da película protetora, mantendo o pH neutro e a temperatura ambiente controlada. (ZATTERA; BIANCHI; ZENI; FERREIRA, 2005; FERREIRA, 2023)

Os corpos de prova, previamente curados, foram imersos individualmente na solução por 10 minutos em cada face, assegurando contato total e absorção homogênea do copolímero na superfície. Após o banho, realizou-se o escoamento natural do excesso de material, seguido de secagem ao ar livre por 24 horas, em bancada limpa e protegida de poeira. Essa etapa permitiu a formação de um filme contínuo e flexível, responsável por reduzir a permeabilidade e conferir aspecto emborrachado. Durante o processo, foi observada boa aderência do EVA à matriz cimentícia, sem delaminações visuais.

3.4. Metodologia e Normas técnica aplicáveis para o correto uso do EVA

De acordo com a NR-15 – Atividades e Operações Insalubres (Anexos 11 e 13), as operações de pintura que envolvem agentes químicos, como vapores orgânicos provenientes de tintas e solventes, são classificadas como insalubres, exigindo, portanto, a adoção de medidas eficazes de controle ambiental e o uso de equipamentos de proteção individual adequados, a fim de garantir a segurança ocupacional durante o processo.

Por sua vez, conforme a NBR 15218:2005 – Pintura industrial — Terminologia, o método de pintura por imersão é definido como um processo de revestimento líquido no qual o corpo é completamente submerso em um banho de tinta, sendo reconhecido por sua eficiência técnica e viabilidade econômica, especialmente em peças de pequena dimensão e geometria regular.

Nesse contexto, a imersão foi considerada o método mais econômico e tecnicamente eficiente, sobretudo para corpos de pequena dimensão e geometria uniforme. O encapsulamento obtido pelo processo proporcionou melhoria na resistência superficial, repelência à água e potencial autosselante de microfissuras, além de reduzir significativamente a penetração de íons agressivos. Essa metodologia reforça o caráter sustentável da aplicação, ao empregar banhos reutilizáveis e isentos de emissão de vapores tóxicos, contribuindo para um processo de tratamento de superfície mais limpo, seguro e ambientalmente responsável.

3.5. Caracterização e Ensaios

Todos os ensaios foram realizados após 28 dias de cura e tratamento, seguindo as normas brasileiras específicas:

Ensaios de Absorção de Água e Porosidade Aparente: Realizados conforme a NBR ABNT NBR 9778:2020 – Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica, seguindo o procedimento de saturação por imersão e medição da massa seca e saturada.

Ensaios de Desempenho Mecânico: O Módulo de Ruptura (MOR) e o Módulo de Elasticidade (MOE) foram determinados através do ensaio de flexão a quatro pontos, em conformidade com a NBR 15498.

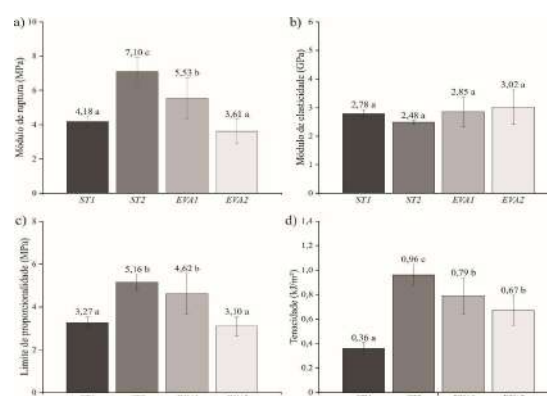
Análise Microestrutural (MEV): Amostras fraturadas dos corpos de prova (Controle e EVA2) foram revestidas com ouro/paládio e examinadas utilizando um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Para isso, utilizou-se um microscópio eletrônico de varredura modelo Zeiss EVO 40 SEM, operando com uma voltagem de 15 kV e corrente de sonda de 2 nA, para investigar a morfologia da fibra, a porosidade e, principalmente, a Zona de Transição Interfacial (ZTI).

4. Resultados e Discussão

4.1. Desempenho Físico-Mecânico

Os resultados dos ensaios de flexão demonstraram um desempenho mecânico superior para o compósito tratado (EVA2) em relação ao grupo de referência (Controle, não tratado).

Figura 1 Valores médios e desvio padrão das propriedades mecânicas. (a) Módulo de ruptura (MOR); (b) Módulo de elasticidade (MOE); (c) Limite de proporcionalidade (LOP); (d) Tenacidade. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de S Scott-Knott ($p > 0.05$).



O Módulo de Ruptura (MOR) de 8,7 MPa e o Módulo de Elasticidade (MOE) superior a 4,9 GPa no grupo EVA2 indicam que a estratégia de encapsulamento não apenas protegeu as MNFs, mas também otimizou a sua capacidade de reforço (LI et al., 2021). O aumento da rigidez (MOE) sugere que as MNFs de *E. poeppigiana* foram capazes de suportar a tensão de forma mais eficiente após o tratamento polimérico.

Este efeito é atribuído ao EVA, que rigidificou a interface fibra-matriz, permitindo uma melhor transferência de tensões e impedindo o deslizamento precoce das fibras durante o carregamento.

4.2. Avaliação da Absorção de Água

O ensaio de absorção de água, ABNT NBR 9778:2005 e ABNT NBR 9779:2012, é um indicador direto da porosidade e da permeabilidade do material, sendo crucial para prever a durabilidade.

Os compósitos EVA2 apresentaram uma redução de absorção de água de 36% em comparação com o grupo controle. Este resultado é a principal prova da eficácia do EVA como barreira hídrica. A presença do filme polimérico na superfície dos poros e das fibras reduz drasticamente a conectividade e o volume dos poros abertos, dificultando a penetração da água e, consequentemente, dos íons alcalinos.

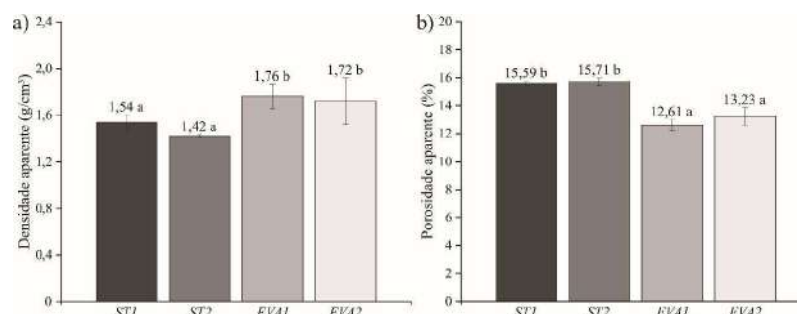
O mecanismo de proteção é, portanto, duplo:

Macro-proteção: O filme de EVA sela os poros superficiais da placa.

Micro-proteção: O EVA, ao revestir as nanofibrilas, cria uma capa protetora que impede o ataque direto da solução alcalina de hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) sobre a celulose.

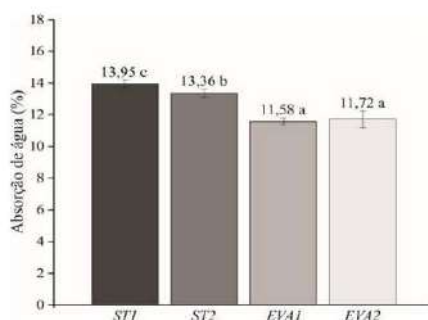
Este aumento na durabilidade é vital para aplicações externas do fibrocimento, onde a exposição cíclica à umidade e à secagem é a principal causa da degradação.

Figura 2 Valores médios e desvio padrão da densidade aparente e porosidade aparente. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p > 0.05$).



Este comportamento é coerente com a literatura, que aponta o EVA como um modificador que melhora a coesão e reduz a porosidade do compósito, favorecendo a durabilidade.

Figura 3 Valores médios e desvio padrão da absorção de água. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p > 0.05$).



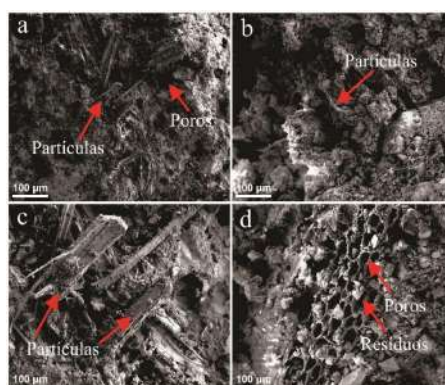
4.3. Análise Microestrutural (MEV) da Zona de Transição Interfacial

O sucesso do compósito EVA2 está intrinsecamente ligado à sua microestrutura, conforme revelado pelas imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). A análise microestrutural é o ponto central desta pesquisa, fornecendo a validação do mecanismo de barreira proposto (NUNES, 2025).

4.4. Amostras Controle (Não Tratadas)

As imagens de MEV do grupo controle revelaram interfaces fracas e com falhas. A Zona de Transição Interfacial (ZTI) era porosa, caracterizada pela presença de vazios e microfissuras entre a fibra de *E. poeppigiana* e a pasta de cimento. Em diversos pontos, observou-se claramente a precipitação de cristais de hidratação (como o hidróxido de cálcio e fases C-S-H) nos poros das fibras, um fenômeno conhecido como mineralização. Este ataque químico e a subsequente mineralização tornam a fibra rígida e frágil, transformando-a de um elemento flexível de reforço em um elemento rígido, o que explica a baixa tenacidade dos compósitos não tratados.

Figure 1MEV da fratura dos compósitos fibrocimento. (a) ST1; (b) ST2; (c) EVA1; e (d) EVA2



4.5. Amostras EVA2 (Encapsuladas)

Em contraste notável, as imagens de MEV do grupo EVA2 exibiram uma interface fibra-matriz altamente coesa. O filme polimérico de EVA foi inequivocamente identificado, cobrindo as fibras e penetrando na ZTI.

O EVA atua em duas frentes:

Barreira Física: O polímero forma uma camada contínua que impede a difusão dos íons alcalinos da matriz para a celulose. Isso inibe o processo de mineralização e degradação química, preservando a flexibilidade intrínseca da MNF.

Promotor de Adesão: A natureza polimérica do EVA melhora a aderência química e mecânica entre a fibra orgânica e a matriz inorgânica (cimento), promovendo uma transição de fase mais gradual. A transferência de tensão torna-se mais eficiente, o que se correlaciona diretamente com o aumento do MOR (8,7 MPa) e a melhoria da tenacidade do material.

As microfissuras e vazios observados no grupo controle foram drasticamente reduzidos nas amostras EVA2, indicando que o EVA preencheu os poros interfaciais e funcionou como um "cimento polimérico" secundário, um achado que valida o modelo proposto por para a proteção polimérica.

A correlação entre a microestrutura e o desempenho é clara: a redução da porosidade interfacial e a proteção contra a mineralização garantidas pelo EVA resultaram em um compósito mais denso, menos permeável (redução de 36% na absorção de água) e mecanicamente superior.

5. Conclusão

Este estudo demonstrou a viabilidade técnica e ambiental de um novo compósito de fibrocimento que integra nanofibrilas de *Erythrina poeppigiana* e resíduos Dregs, utilizando a extrusão como método de conformação. A estratégia-chave para a durabilidade foi o encapsulamento superficial com o Copolímero EVA.

Os resultados quantitativos comprovaram a eficácia do tratamento: o compósito otimizado (EVA2) atingiu 8,7 MPa de MOR e MOE > 4,9 GPa, e apresentou uma significativa redução de 36% na absorção de água.

Mais importante, a análise microestrutural (MEV) validou o mecanismo de ação do polímero. As imagens de MEV demonstraram que o EVA forma uma barreira física coesa na interface fibra-matriz, protegendo a celulose do ataque alcalino e da mineralização. Essa coesão microestrutural é o fator que impulsionou o desempenho macroscópico, garantindo a durabilidade essencial para a longevidade em serviço.

O desenvolvimento deste material reforça a tese da Engenharia de Biomateriais aplicada à Economia Circular, oferecendo um substituto sustentável e de alta performance para o fibrocimento convencional na construção civil. Sugere-se a continuidade da pesquisa com ensaios de envelhecimento acelerado (imersão/secagem cíclica) para simular o desempenho a longo prazo.

6. Referências

ABNT. *NBR 9778:2020 – Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica*. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSANE, Lucia Maria Joaquim. *Produção de compósitos fibrocimentícios utilizando como reforço partículas de madeira de Erythrina poeppigiana*. 2024. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 9779: Argamassa e concreto endurecidos — Determinação da absorção de água por capilaridade*. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

BELLO, R. H.; MEZAROBIA, G.; CORREIA, S. L.; SCHACKOW, A. *Caracterização microestrutural de concretos com e sem resíduo da indústria de papel e celulose em substituição parcial ao cimento Portland*. In: 60º CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 2016, Águas de Lindóia – SP. *Anais...* Joinville: UDESC/CCT/PPGCEM, 2016.

FERREIRA, F. B. S. *Avaliação da utilização de resíduos de quartzito como agregado em microconcretos*. [S. l.]: Universidade Federal de São João del-Rei, 2017.

FERREIRA, P. *Utilização de EVA reciclado em matrizes cimentícias*. Salvador: EDUFBA, 2023.

NBR 9778: *Argamassa e concreto endurecidos — Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica*. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

NUNES, Glauco Fernandes de Oliveira. *Fibrocimento com resíduos lignocelulósicos encapsulado com copolímero etileno acetato de vinila (EVA)*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Biomateriais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2025.

OLIVEIRA, Yasmine Simões de. *Uso dos resíduos do processo kraft de celulose – dregs e grits – como adição mineral na produção de matrizes cimentícias*. 2022. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022. DOI: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.477>

Sensor de Fibra Fabry-Perot de Nanocompósito de Acetato de Celulose-Ouro para Detecção Dupla Plasmônica Aprimorada de Umidade e Compostos Orgânicos Voláteis do Hálito.

Maxwell O. Ojukwu¹, Júlio C. Ugucioni², Jonas H. Osório², Fabiana S. Félix³.

¹Pós-graduação em Engenharia de Biomateriais, Universidade Federal de Lavras,
37203-202, Lavras, MG, Brasil

²Departamento de Física, Instituto de Ciências Naturais, Universidade Federal de
Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil

³Departamento de Química, Instituto de Ciências Naturais, Universidade Federal de
Lavras, 37200-000, Lavras, MG, Brasil

¹maxwell.ojukwu@estudante.ufla.br , ²julio.ugocioni@ufla.br ,
²jonas.osorio@ufla.br , ³fabiana.felix@ufla.br

Palavras-chave: Sensor, Fabry-Perot, Nanopartículas metálicas.

A crescente demanda por sensores de fibra óptica sensíveis e miniaturizados impulsiona o desenvolvimento de plataformas para monitoramento ambiental e biomédico. Neste trabalho, um sensor Fabry-Perot interferométrico (FPI) com realce plasmônico, obtido ao se revestir a ponta de uma fibra óptica com um nanocompósito de acetato de celulose e ouro, é apresentado. Esta plataforma tem o potencial de permitir a detecção simultânea de umidade e compostos orgânicos voláteis (COVs) no ar exalado. O acetato de celulose atua como matriz responsiva, enquanto nanopartículas de ouro intensificam os efeitos de Ressonância Plasmônica de Superfície Localizada (LSPR), ampliando as variações ópticas diante de analitos. Resultados preliminares permitiram observar as características espectrais dos FPIs construídos, indicando alta sensibilidade à umidade ($\sim 0,2\text{-}0,3$ nm/%RH) e possibilidades de detecção de acetona em níveis fisiológicos ($0,5\text{-}5,0$ ppm), com resposta rápida (<5 s) e boa reprodutibilidade. O sensor apresenta baixo custo, alta sensibilidade e dimensões compactas, mostrando-se promissor para dispositivos portáteis de diagnóstico em tempo real e aplicações ambientais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e FAPEMIG.

Identificação e prospecção de óleos essenciais para a aplicação em aromaterapia: estudo de caso e tratamento “lipedema”.

Isabel Cristina Vilas Boas¹, Marali Vilela Dias²

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biomateriais/PPG BIOMAT–
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras,
MG – Brasil

²Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

isabel.boas@estudante.ufla.br, marali.dias@ufla.br

Palavras-chave: Aromaterapia; Óleos essenciais; Lipedema.

A presente pesquisa visa identificar os mecanismos dos óleos essenciais que podem ser objeto de tratamento eficaz contra o lipedema, dado que são misturas complexas de compostos voláteis obtidos a partir de plantas aromáticas com a aplicação já confirmada para distúrbios de saúde. Intenta-se, portanto, analisar as mais variadas aplicações dos óleos essenciais na aromaterapia para o lipedema, doença marcada pela inflamação das células de gordura.

A averiguação do potencial terapêutico dos óleos essenciais está sendo realizada através da caracterização dos compostos voláteis dos óleos essenciais com propriedades específicas para o lipedema por intermédio da extração em laboratório. Posteriormente, com os resultados que serão obtidos, buscar-se-á o desenvolvimento de protocolos de tratamento que envolvem óleos essenciais a fim de garantir uma redução das inflamações, bem como propiciar uma melhor qualidade de vida aos pacientes, além de avaliar os impactos ambientais e sociais do uso dos compostos voláteis, caracterizados pelos óleos essenciais, no tratamento de doenças.

O estudo possui potencial para contribuir significativamente para o avanço no conhecimento e aplicabilidade dos óleos essenciais na aromaterapia. Espera-se que a exploração contribua de forma interdisciplinar, por meio de uma análise físico-química com aplicação direta na área das ciências da saúde, como forma de minimizar os sintomas do distúrbio do lipedema. Objetiva-se também contribuir nas esferas da educação e saúde, com o desenvolvimento de protocolos que visem a melhoria da qualidade de vida, criando materiais informativos, apresentações e trabalhos científicos acerca da temática.

Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Modificação de microfibrila de celulose com látex de borracha natural no recobrimento de papel *kraftliner*

Matheus Lucas dos Santos¹, Aline de Fátima Silva Lago¹, Gustavo Henrique Denzin Tonoli¹, Rafael Carvalho do Lago¹

¹Departamento de Engenharia Biomateriais/BIOMAT – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

Matheus.santos20@ufla.br, alinefsilvaq@gmail.com,
gustavotonoli@ufla.br, rcarvalholago@gmail.com

Palavras-chave: Biopolímeros. Embalagem ecológica, Modificação, Microfibrila de celulose.

O acúmulo de resíduos plásticos, especialmente de embalagens, tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis, como a microfibrila de celulose (MFC). Embora contribua para tornar o setor de celulose e papel mais sustentável, a MFC apresenta limitações, como alta hidrofiliabilidade e baixa barreira a gases, o que motiva pesquisas para ampliar suas aplicações. Para superar esses desafios, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da modificação de MFCs, 100% branqueadas e não branqueadas, com ácidos graxos provenientes da cera de carnaúba, em associação ao látex de borracha natural, no recobrimento de papel *kraftliner*. As MFCs foram submetidas à troca de solvente com acetona e modificadas em meio ácido (pH 4), sob refluxo a 100 °C por 7 horas, sendo posteriormente purificadas por centrifugação e lavagem. Em seguida, suspensões a 3% (m/m) foram misturadas a látex diluído a 30% (m/m) e homogenizadas a 4000 rpm por 10 minutos. Os recobrimentos foram produzidos em uma máquina de recobrimento, com a deposição de duas camadas, resultando em papéis com gramatura de 15 g/m². A caracterização foi realizada por meio da taxa de permeabilidade ao vapor de água (TPVA) e da permeabilidade ao vapor de água (PVA), seguindo normas técnicas. Os tratamentos com MFCs modificadas demonstraram valores de TPVA = 257,25 ± 37,57 g/m²·dia e PVA = 7,19 ± 1,1 (MFC modificada branqueada) e TPVA = 207,99 ± 12,45 g/m²·dia e PVA = 5,85 ± 0,6 (MFC modificada não branqueada), representando uma redução em comparação ao papel controle TPVA = 1264,81 ± 45,45 g/m²·dia e PVA = 30,01 ± 1,13. Esses resultados confirmam que a modificação química das MFCs promove melhorias expressivas nas propriedades de barreira do papel *kraftliner*, evidenciando o potencial da tecnologia para aplicações em embalagens sustentáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação numérica multiescala de compósitos cimentícios com PCM para melhoria do desempenho térmico de edifícios

Thayná Moreira Silva¹, Ana Cláudia Texeira², Saulo Ferreira Rocha³

^{1 2 3} Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

thayna.silva9@estudante.ufla.br, ana.bertolucci@estudante.ufla.br, saulo.ferreira@ufla.br

Palavras-chave: Materiais de mudança de fase. Bioagregado. Modelagem multiescala, Eficiência energética, Entalpia.

A incorporação de materiais de mudança de fase (PCM) em compósitos cimentícios surge como uma alternativa promissora para o aumento da eficiência energética em edificações. O presente estudo propõe avaliar, por meio de modelagem numérica multiescala, o efeito da adição desses materiais no desempenho térmico de sistemas construtivos até a escala do edifício. A metodologia é fundamentada em propriedades térmicas reportadas na literatura, tais como condutividade, densidade, calor específico e calor latente de fusão, além de informações relativas aos materiais de encapsulamento. Como ponto de partida, utilizam-se bioagregados impregnados com PCM incorporados à matriz cimentícia. Na escala microscópica, modela-se o comportamento térmico de partículas encapsuladas resolvendo a equação de condução em coordenadas esféricas com abordagem em entalpia, a qual contempla de forma implícita a condição de Stefan. Avançando para a escala mesoscópica, um volume representativo do compósito (RVE) é analisado para determinar propriedades efetivas, como condutividade térmica (k_{ef}), calor específico equivalente (c_{ef}) e calor latente volumétrico (L_{vol}). Em nível macroscópico, tais propriedades subsidiam simulações de paredes multicamadas, permitindo avaliar o desempenho térmico em condições controladas de contorno. Finalmente, na escala estrutural, os resultados são integrados ao software EnergyPlus, que, a partir de arquivos climáticos reais, estima a redução no consumo de energia associado à climatização em diferentes cenários regionais. Espera-se demonstrar o potencial dessa abordagem em diminuir a demanda energética para aquecimento e resfriamento, destacando o papel do calor latente no amortecimento das flutuações térmicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Produção de Nanofios de Poli(álcool vinílico) (PVA) e Polianilina (PANI) aplicado em Sensores

Camila Emanuele Dias Silva¹; Júlio César Ugucioni²

¹Departamento de Engenharia de Biomateriais - Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Física, Universidade Federal de Lavras (UFLA) (UFLA) Caixa Postal
3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

camila.silva31@estudante.ufla.br, julio.ugucioni@ufla.br.

Palavras-chave: PANI, PVA, nanofios.

Os nanofios têm recebido especial atenção nos últimos anos devido suas características, como estruturas unidimensionais com diâmetro nanométrico e alto comprimento relativo. Os nanofios apresentam propriedades eletrônicas, ópticas e térmicas diferenciadas devido ao confinamento quântico, sendo aplicáveis em nanoeletrônica, sensores, dispositivos optoeletrônicos e sistemas de armazenamento de energia. Em materiais poliméricos condutores, como a polianilina, a obtenção de nanofios resulta em maior área superficial, melhor transporte de cargas e acessibilidade a sítios ativos, fatores que potencializam seu uso em supercapacitores, células solares e sensores químicos. A polianilina (PANI) destaca-se entre os polímeros condutores por sua estabilidade, facilidade de síntese, baixo custo e possibilidade de dopagem, o que amplia suas aplicações em dispositivos eletroquímicos, sensores, materiais eletrocromáticos e sistemas de armazenamento de energia. Entretanto, a baixa processabilidade e a condutividade limitada da PANI pura ainda representam desafios para seu uso em larga escala, o que tem motivado a investigação de compósitos híbridos, sobretudo com o poli(álcool vinílico) (PVA). Este trabalho visa a produção de nanofios de PANI e PANI a partir da técnica de eletrofiação (electrospinning). A eletrofiação surge como uma rota eficaz para a produção de nanofios de PVA-PANI, combinando a processabilidade e flexibilidade do PVA com a condutividade elétrica e a atividade eletroquímica da PANI. O processo baseia-se na aplicação de um campo elétrico de alta tensão sobre a solução polimérica, resultando em fibras nanométricas contínuas com alta área superficial e porosidade. Essa morfologia favorece a difusão iônica, o transporte de carga e a interação com o meio externo, características fundamentais para aplicações em sensores, dispositivos eletrocromáticos e, especialmente, em supercapacitores flexíveis e eletrônica vestível. Dessa forma, os nanofios PVA-PANI obtidos por representam alternativas promissoras para superar as limitações da PANI pura. Além de serem de baixo custo e ambientalmente amigáveis, esses materiais multifuncionais apresentam propriedades aprimoradas de condutividade, estabilidade e desempenho eletroquímico, configurando-se como soluções estratégicas para o desenvolvimento de dispositivos de nova geração em energia, eletrônica e meio ambiente.

Agradecimentos

Este trabalho agradece a UFLA, a CAPES e ao Laberma.

Caracterização físico-química do copolímero EVA líquido

Karini de Lourdes Silva Mesquita¹, Andressa Crizóstomo Marrocos¹, Juliana Alves de Assis¹, Maria Rita Ramos Magalhães¹, José Benedito Guimarães Júnior¹, Maria Alice Martins²

¹Departamento de Ciência Florestal/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio - Embrapa

Instrumentação - Rua XV de Novembro, 1.452, CEP: 13561-206, - São Carlos, SP –
Brasil

kariniarquitetura@gmail.com, andressacrizostomo25@gmail.com, julianaaassiss.ja.ja@gmail.com, maria.magalhaes4@estudante.ufla.br,
jose.guimaraes@ufla.br, maria-alice.martins@embrapa.br

Palavras-chave: copolímero, adesivos industriais, reticulação térmica.

O copolímero EVA (etileno-acetato de vinila) é versátil e utilizado em setores como embalagens, construção civil, eletrônica, saúde e energia. Suas propriedades variam conforme o teor de acetato de vinila (VA), o qual influencia diretamente a flexibilidade, transparência, resistências térmica e mecânica. O EVA é constituído por unidades de etileno e acetato de vinila; o aumento do teor de VA reduz a cristalinidade, tornando o material mais elástico e transparente. O presente estudo realizou a caracterização físico-química de um adesivo líquido à base de EVA, com o objetivo de evidenciar suas propriedades industriais. Os ensaios foram conduzidos na Unidade Experimental de Produção de Painéis de Madeira (UEPAM), na Universidade Federal de Lavras (UFLA), incluindo as seguintes análises: viscosidade, conforme ASTM D1200 (ASTM, 1994), tempo de gelatinização (*gel time*), de acordo com (ABNT NBR 14810-1:2013), pH, medido em pHmetro DM-23, modelo Digimed modelo DME-CV1; e teor de sólidos segundo ASTM D1582 (ASTM, 1994). Os resultados obtidos indicaram viscosidade de 85,25 cP, tempo de gelatinização de 1,49 segundos, pH de 5,02 e teor de sólidos de 32,77%. A viscosidade observada sugere boa processabilidade e formação uniforme da película, enquanto o curto tempo de gelatinização evidencia alta reatividade e cura acelerada. A exposição ao calor revelou reticulação ou degradação parcial, acompanhada de separação de fases, o que confirma a sensibilidade térmica do material. O pH ácido pode influenciar a estabilidade química e a compatibilidade com substratos suscetíveis à corrosão. Por fim, o teor de sólidos indica uma concentração adequada às propriedades adesivas e mecânicas, favorecendo a formação de ligações mais resistentes e estáveis. De forma integrada, esses parâmetros fornecem subsídios para o aprimoramento e a aplicação industrial de adesivos EVA, especialmente na área da construção civil.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Ensaio de Flexão em Viga de Madeira Biapoiada com Carga Pontual e Variação de Seção.

**Luiza Ignez Mollica Marotta¹, Maria Dolores Meza Sanabria², Halima Khalid³,
Paulo Ricardo Gherardi Hein⁴**

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Florestais/ ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciências Florestais/ ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

luiza.marotta@estudantes.ufla.br, maria.sanabria@estudantes.ufla.br,
halima.khalid@estudante.ufla.br, paulo.hein@ufla.br

Palavras-chave: Eucalipto, resistência mecânica, compressão, tração.

Este trabalho apresenta os resultados de um ensaio experimental de flexão realizado em uma viga de madeira de eucalipto biapoiada, submetida a carga pontual aplicada no centro do vão. O objetivo foi avaliar o comportamento mecânico da madeira frente à flexão, considerando a variação da seção transversal da mesma peça, com ênfase na relação entre carga aplicada e deslocamento vertical, além da determinação do módulo de elasticidade e da resistência à flexão. A viga foi ensaiada em duas configurações dimensionais: 8,502 cm × 5,677 cm × 229 cm e 5,677 cm × 8,502 cm × 229 cm, mantendo o comprimento e variando a orientação da seção transversal. O vão útil entre os apoios foi de 212 cm, com aplicação de carga vertical concentrada no centro. A instrumentação utilizada para monitoramento dos deslocamentos incluiu paquímetro, trena e régua milimetrada, permitindo medições em tempo real durante o ensaio. Os resultados indicaram comportamento linear elástico até o limite proporcional, com correlação direta entre carga aplicada e deslocamento observado. A inversão da seção transversal resultou em variações significativas na rigidez da viga, evidenciando a influência da geometria na resposta estrutural. A análise permitiu validar os modelos teóricos de flexão simples e estimar o módulo de elasticidade da madeira de eucalipto. Os dados obtidos contribuem para o aprimoramento da caracterização mecânica da madeira, especialmente em aplicações estruturais de pequeno porte e sistemas construtivos sustentáveis. O estudo reforça a importância da avaliação experimental para garantir segurança, desempenho e confiabilidade em projetos de engenharia civil que utilizam madeira como material estrutural.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação da incorporação de cinzas da vagem de amendoim em compósitos de matriz de gesso

Diogo Antonio Correa Gomes¹, Marcus Vinicius Candido Silva², Eduardo Hélio de Novis Miranda¹, Lourival Marin Mendes¹, José Benedito Guimarães Júnior¹

¹Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

diogo.gomes3@estudante.ufla.br, marcus.silva1@estudante.ufla.br, eduardohelio013@gmail.com, lourival@ufla.br, jose.guimaraes@ufla.br

Palavras-chave: Construção civil, materiais de menor impacto ambiental, propriedades físico mecânicas de compósitos.

A cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é amplamente cultivada no território brasileiro, gerando grande quantidade de resíduos vegetais, como vagens, caules e folhas. Esses resíduos apresentam potencial para reaproveitamento em diferentes aplicações, como produção de energia, alimentação animal e materiais compósitos. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a incorporação de cinzas de vagem de amendoim em compósitos de gesso, visando tanto o reaproveitamento adequado desses resíduos quanto o aprimoramento das propriedades dos compósitos à base de gesso. As vagens foram inicialmente moídas, caracterizadas físico-quimicamente e submetidas a tratamento térmico a 300 °C por 3 horas, para obtenção das cinzas. Essas cinzas foram incorporadas aos compósitos em diferentes teores de substituição em massa do gesso (0,0%; 2,5%; 5,0%; 7,5% e 10,0%), mantendo-se constante a relação água:gesso de 0,6. Os corpos de prova, com dimensões de 10 × 10 × 10 mm, foram avaliados quanto à umidade, absorção de água, densidade aparente e resistência à compressão. Os resultados demonstraram que a presença de cinzas não alterou significativamente a umidade dos compósitos, mas aumentou a absorção de água, possivelmente em razão do alto teor de holocelulose (41,61%) presente nas vagens de amendoim in natura. Observou-se também redução da densidade aparente, o que resultou em compósitos mais leves, devido à baixa densidade do resíduo (0,19 g/cm³). Quanto ao desempenho mecânico, o teor de 2,5% de substituição apresentou a maior resistência à compressão entre as amostras analisadas. Assim, embora sejam necessários estudos complementares para validar sua aplicação em escala industrial, conclui-se que as cinzas de vagem de amendoim apresentam potencial para uso em compósitos de gesso, promovendo maior leveza e resistência até determinados teores de substituição, além de contribuir para a redução do impacto ambiental no processo produtivo desses materiais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise da resistência de compósitos de gesso com adição de bucha vegetal

Bianca de Fátima Souza¹, José Benedito Guimarães Junior²

^{1,2}Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil¹

{bianca.souza13@estudante.ufla.br, jose.guimaraes@ufla.br}

Palavras-chave: Bucha vegetal, gesso, compósitos.

O objetivo deste trabalho foi testar a mistura de bucha vegetal (0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%) com gesso para criar um novo material e entender como essa combinação se comporta, principalmente em relação à resistência à compressão. A intenção foi explorar o uso da bucha, um material natural e abundante, como uma alternativa sustentável para reforçar o gesso, que já é bastante utilizado na construção civil. Com isso, buscou-se avaliar se seria possível aproveitar as qualidades da bucha, como leveza e flexibilidade, sem comprometer a resistência do material final, contribuindo assim para o desenvolvimento de soluções mais ecológicas e eficientes. Os resultados dos testes de compressão mostram que, quanto mais bucha vegetal adicionada ao gesso, menor foi a resistência do material. O gesso com 0% de bucha teve o melhor desempenho, com resistência de 0,15 MPa. Com adição de 2,5% de bucha, o valor caiu para 0,09 MPa, chegando ao ponto mais baixo com 7,5% de bucha, que apresentou 0,05 MPa. Isso acontece porque a bucha é um material leve e poroso, o que interfere na estrutura compacta do gesso, criando pequenos espaços e tornando o compósito menos resistente. Além disso, a ligação entre o gesso e as fibras da bucha não é tão forte, o que também pode ter enfraquecido o material. Notavelmente, com 10% de bucha houve uma pequena melhora, com resistência de 0,06 MPa. Essa variação pode ter sido causada por uma mistura mais homogênea ou de alguma variação no processo, mas ainda assim o valor ficou bem abaixo do ideal. Esses dados mostram que, embora a bucha traga vantagens como leveza e isolamento, ela reduz a resistência à compressão, o que precisa ser levado em conta dependendo do uso final do material.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

O Bioconcreto na Construção Civil: A utilização da *Bacillus subtilis* para a autorregeneração do concreto.

Guilherme Jorge do Carmo Silva¹, José Manuel Marconcini², Victor Buttrós³,
Joyce Dória³, Tatiana Cardoso e Bufalo⁴.

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Embrapa Instrumentação Rua XV de Novembro, nº 1.452, Centro, CEP: 13561-206,
São Carlos, SP, Brasil

³Departamento de Física/ICN – Programa de Pós-Graduação em Física - Universidade
Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Agricultura/ESAL – Programa de Pós-Graduação em Microbiologia
Agrícola – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202
– Lavras, MG – Brasil

guilherme.silva35@estudantes.ufla.br, jose.marconcini@embrapa.br,
victor.buttros1@ufla.br, joyce.doria@ufla.br, tatiana.cardoso@ufla.br

Palavras-chave: Bactéria, concreto, fissuras, microrganismos.

Na construção civil, um dos problemas recorrentes é o surgimento de microfissuras, que podem ter origens diversas, sendo necessário a realização de reparos para que não ocorram agravamento da situação com problemas secundários. O concreto autorregenerativo elaborado com a junção de microrganismos tem sido amplamente estudado nos últimos anos, mas ainda não é completamente compreendido. Tal material também conhecido como bioconcreto possui desempenho associado à bactéria denominada *Bacillus subtilis*, que é uma bactéria do solo, em forma de bastonete (bacilo), Gram-positiva, que forma esporos resistentes. No bioconcreto os esporos da *Bacillus subtilis* são incorporados em microcápsulas ao concreto ainda no estado fresco, geralmente junto com nutrientes, como lactato de cálcio. Quando o concreto já endurecido sofre fissuras e entra em contato com água e oxigênio, os esporos são ativados, a bactéria metaboliza os nutrientes presentes, produzindo carbonato de cálcio (CaCO_3) como subproduto. Esse processo é denominado biomineralização e confere ao concreto a capacidade de autorreparação, incrementando suas propriedades mecânicas e aumentando a durabilidade. A pesquisa tem por objetivo identificar os avanços tecnológicos, bibliográficos e as limitações associadas à resistência e vida útil da bactéria em questão, contribuindo para o desenvolvimento de compósitos biológicos e autorregenerativo aplicado nas edificações. A metodologia adotada será qualitativa, que analisará artigos científicos recentes que abordarão o desempenho, viabilidade e aplicabilidade desse material em obras.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

A Técnica *Solution Blow Spinning*: A utilização de nanofibras na concepção de embalagem alimentícia.

Guilherme Jorge do Carmo Silva¹, Lourival Marin Mendes¹, José Manuel Marconcini²

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Embrapa Instrumentação Rua XV de Novembro, nº 1.452, Centro, CEP: 13561-206,
São Carlos, SP, Brasil

guilherme.silva35@estudantes.ufla.br, lourival@ufla.br
jose.marconcini@embrapa.br

Palavras-chave: Nanofibras, nanopartículas, polímero, solvente

A técnica SBS, *Solution Blow Spinning* ou em português fiação por sopro em solução, consiste na produção de nanofibras a partir de uma solução composta por solvente e polímero. Nesta solução poderá ser introduzida nanopartículas de outros materiais com a intenção de melhoria da fibra, desta maneira realizando o aumento de desempenho ou capacidade específica para aplicação a qual esteja sendo desenvolvida. A solução líquida é então inserida em uma seringa e em seguida é aplicado um jato de ar comprimido, onde esse “sopro” irá esticar o líquido, fazendo com o solvente evapore e forme as nanofibras. A técnica SBS é utilizada em pesquisas de diversos setores, entre eles o farmacêutico, alimentícios e têxtil. A pesquisa tem por objetivo identificar os avanços tecnológicos, bibliográficos a partir de base de dados (*Web of Science*, *Scielo* e *Google Scholar*) sendo as palavras-chave: “polymers”, “nanoparticules”, SBS, e as aplicações associadas à resistência e vida útil da nanofibra, contribuindo para o desenvolvimento de uma embalagem ecologicamente sustentável e com relevante fator de segurança para evitar contaminações. Com base nos resultados obtidos, A metodologia adotada será qualitativa, que analisará artigos científicos recentes que abordarão o desempenho, viabilidade e aplicabilidade desse material na indústria alimentícia.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Fabricação de nanofibrilas a partir de ácido polilático (PLA), polianilina (PANI) e dióxido de titânio (TiO₂) para obtenção de sensores químicos

José Miguel Contreras Paredes¹, Julio César Ugucioni², Tatiana Cardoso e Bufalo², Fabiana da Silva Felix³

¹ Programa de Pós-graduação em Engenharia de Biomateriais – Departamento de Ciências Florestais /ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Física/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000– Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000– Lavras, MG – Brasil

jose.paredes@estudante.ufla.br, julio.ugucioni@ufla.br,
tatiana.cardoso@ufla.br, fabiana.felix@ufla.br

Palavras-chave: Nanofibrilas, fiação, polianilina, dióxido de titânio, sensores.

As nanofibrilas são materiais extremamente inovadores, com grande área superficial, alta permeabilidade e propriedades otimizadas, permitindo ampla aplicação. Este trabalho baseou-se na fabricação de nanofibrilas de ácido polilático (PLA), polianilina (PANI) e dióxido de titânio (TiO₂) com o objetivo de confeccionar sensores químicos para aplicações analíticas. Utilizou-se a técnica de fiação por sopro em solução (SBS), preparando soluções com 10% (m/V) de PLA, clorofórmio, anilina (a uma concentração de 1,93 mol L⁻¹, determinada pela curva de viscosidade com um Reômetro Compacto Modular MCR 102e Antoon Paar) e diferentes concentrações de TiO₂. As soluções foram transferidas para uma seringa conectada a uma bomba de infusão horizontal, com velocidade de 70 mL/h e pressão de 2,0 bar. As nanofibrilas foram coletadas em substratos de vidro e, após a formação, realizou-se a polimerização *in situ* da anilina. Foram preparadas duas soluções, cada uma com 1,0 mol L⁻¹ de HCl e 0,13 mol L⁻¹ de persulfato de amônio (APS), adicionando-se ácido dodecilbenzenossulfônico (DBSA) como dopante a uma das soluções. Em seguida, aplicaram-se 50 µL de cada solução aos substratos por 10 minutos e, posteriormente, estes foram lavados com água destilada. A caracterização das nanofibrilas incluiu espectrometria Raman com comprimento de onda de 785 nm. Os espectros Raman analisados evidenciaram a presença dominante de dióxido de titânio (TiO₂), principalmente em sua forma anatase, identificada por bandas intensas em torno de 144, 399 e 639 cm⁻¹. Os resultados confirmaram a coexistência dos compostos utilizados durante a produção das nanofibrilas. Outros estudos de caracterização serão realizados para posterior fabricação do sensor.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação da incorporação da fibra proveniente da casca do eucalipto na produção de tijolos ecológicos de solo-cimento

Michelli Pereira de Souza¹, Fábio Akira Mori², Wisner Coimbra de Paula³, Lorrان de Sousa Arantes¹

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Engenharia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

michelli.souza@estudante.ufla.br , morif@ufla.br , wisner.depaula@ufla.br
, lorrان.arantes@ufla.br

Palavras-chave: resíduos florestais, fibras lignocelulósicas, materiais compósitos, metacaulinita, sustentabilidade na construção civil

A construção civil é um dos setores que mais contribuem para a geração de resíduos e para as emissões de dióxido de carbono, principalmente devido à ampla produção de cimento. Nesse contexto, estudos sobre tijolos ecológicos de solo-cimento têm ganhado destaque, especialmente pela incorporação de materiais alternativos que melhorem suas propriedades. Este trabalho tem como objetivo produzir tijolos de solo-cimento utilizando solo proveniente da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e fibras da casca de eucalipto, a fim de avaliar o desempenho dessas fibras na matriz cimentícia, conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Até o momento, foram realizadas análises de caracterização das fibras, obtidas de três árvores do mesmo plantio. As fibras apresentaram comprimento médio de 0,85 mm, diâmetro médio de 0,02 mm e índice de flexibilidade de 34%, indicando que são curtas e rígidas. Segundo a literatura, esse comprimento é adequado para compósitos de solo-cimento, favorecendo a dispersão e a integração das fibras. A pesquisa também prevê a substituição parcial do cimento por metacaulinita, que pode melhorar a durabilidade e reduzir o impacto ambiental. O uso de solo local contribui para a redução de custos e se alinha aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis) da ONU.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



ENGENHARIA DE SISTEMAS E AUTOMAÇÃO



Compressive Sensing, uma revisão aprofundada das aplicações e utilidades da técnica

Max Deivid do Nascimento¹, Danton Diego Ferreira¹

¹Departamento de Automática (DAT) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Lavras, Brasil

maxnasc23@gmail.com, danton@ufla.br

Abstract. *In today's world, the efficient use of energy and time has become increasingly necessary. Large datasets, high energy consumption, and the demand for more efficient data transmission are major challenges for modern science. The Compressive Sensing technique stands out by introducing innovative ways to address these issues, particularly in energy consumption, data collection and transmission, and signal compression. In this context, this paper aims to review the existing literature and identify the current state of research and developments related to the Compressive Sensing technique, with a special focus on applications in smart grids.*

Keywords: *Compressive Sensing, Smart Grids, Data Transmission, Energy Efficiency.*

Resumo. *No mundo atual, o uso eficiente de energia e tempo tornou-se cada vez mais necessário. Grandes conjuntos de dados, alto consumo de energia e a demanda por uma transmissão de dados mais eficiente são desafios importantes para a ciência moderna. A técnica de Sensoriamento Compressivo (Compressive Sensing) se destaca por introduzir maneiras inovadoras de enfrentar esses problemas, especialmente no consumo de energia, na coleta e transmissão de dados e na compressão de sinais. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo revisar a literatura existente e identificar o estado atual das pesquisas e dos avanços relacionados à técnica de Sensoriamento Compressivo, com foco especial em aplicações em redes elétricas inteligentes.*

Palavras chave: *Compressive Sensing, amostragem esparsa, sinal compressivo, rede elétrica, reconstrução de sinal.*

1 Introdução ao Compressive Sensing (CS)

O Compressive Sensing (CS), ou Sensoriamento Compressivo, surgiu como uma ferramenta inovadora para a aquisição e reconstrução eficiente de sinais, especialmente

em cenários onde os sinais são inerentemente esparsos ou compressíveis [1]. Em contraste com o Teorema de Nyquist-Shannon, que dita uma taxa de amostragem mínima baseada na largura de banda do sinal, o CS demonstra a capacidade de reconstruir sinais de alta dimensão a partir de um número significativamente menor de medições, desde que o sinal possua uma representação esparsa em alguma base apropriada [2].

A importância da CS é amplificada no contexto atual, onde o volume massivo de dados processados e transmitidos diariamente impõe desafios substanciais em termos de consumo de energia, espaço de armazenamento e poder computacional [2]. Ao permitir a aquisição de dados em baixa dimensão, a CS oferece uma solução promissora para mitigar essas limitações, reduzindo a necessidade de grandes volumes de dados brutos e facilitando o gerenciamento de informações em diversas aplicações, como processamento de imagens, sinais biomédicos e comunicação sem fio [2, 1].

O Compressive Sensing geralmente se desdobra em três pilares inter-relacionados: a representação esparsa do sinal, o processo de amostragem e os algoritmos de recuperação [2, 1].

1.1 Representação Esparsa

Um sinal de interesse, dado por $v \in R^N$, é considerado esparsos se pode ser representado por uma combinação linear de poucos elementos de um dicionário (ou base) $\Phi \in R^{N \times N}$. Matematicamente, isso é expresso como:

$$v = \Phi\theta \quad (1)$$

onde $\theta \in R^N$ é o vetor de coeficientes, e é K -esparsos se possui no máximo K elementos não-nulos ($K \ll N$). Um sinal é compressível se ele produz poucos coeficientes grandes e os demais pequenos, durante sua expansão utilizando uma matriz base.

1.2 Amostragem (Medição)

No processo de amostragem, uma matriz de sensoriamento (ou medição) $SM \in R^{M \times N}$ (com $M \ll N$) é aplicada ao sinal v para obter um número reduzido de medições, $x \in R^M$. As medições são obtidas pela equação:

$$x = SMv \quad (2)$$

Substituindo (1) em (2), temos:

$$x = SM\Phi\theta = \Psi\theta \quad (3)$$

onde $\Psi = SM\Phi \in R^{M \times N}$ é a matriz de medição combinada ou matriz de sensoriamento. A matriz de sensoriamento SM (e, consequentemente, Ψ) deve satisfazer a Propriedade de Isometria Restrita (RIP - Restricted Isometry Property) para garantir uma reconstrução precisa [2, 1].

1.3 Reconstrução

O objetivo da etapa de reconstrução é recuperar o sinal original v (ou, equivalentemente, o vetor esparso θ) a partir das medições x e do conhecimento das matrizes SM e Φ . Este é um problema de otimização de l_0 -norma, que é NP-hard. Assim, busca-se a solução mais esparsa para o sistema linear subdeterminado, frequentemente relaxado para um problema de minimização de l_1 -norma, que é convexo e computacionalmente tratável:

$$\min_{\theta} \|\theta\|_1 \quad \text{sujeito a } x = \Psi\theta \quad (4)$$

Para casos com ruído ϵ :

$$\min_{\theta} \|\theta\|_1 \quad \text{sujeito a } \|x - \Psi\theta\|_2 \leq \epsilon \quad (5)$$

O algoritmo de reconstrução é um conceito central na CS, pois ele determina como os dados de alta dimensão são reconstruídos a partir dos dados de baixa dimensão, escolhendo a melhor estimativa do sinal original a partir de todas as soluções potenciais [2, 1].

2 Revisão de trabalhos recentes

Nesta seção serão discutidas as aplicações mais recentes do *Compressive Sensing*, categorizadas de acordo com as diversas áreas de pesquisa e diversos setores da indústria em que a técnica está sendo aplicada.

2.1 Aplicações em Energia

No campo da energia, o *Compressive Sensing* tem se mostrado uma abordagem de grande relevância e utilidade. Diversos estudos têm explorado seu uso na resolução de problemas relacionados à poluição, detecção de faltas, comunicação de dados, medição de consumo não intrusiva, entre outros.

Em relação à qualidade do sinal, uma contribuição relevante é apresentada por [3], onde a técnica é utilizada como ferramenta para filtragem e identificação de fontes harmônicas em sistemas elétricos. Ainda nesse contexto, trabalhos como o de [4] propõem a identificação de distúrbios na rede elétrica por meio do uso de *Compressive Sensing* para obtenção eficiente de amostras, possibilitando a aplicação de redes neurais e transformadas matemáticas no processamento e análise dos sinais.

Outra aplicação importante está na detecção de faltas em redes elétricas, como ilustrado em [5], onde a técnica é empregada para reconstruir um vetor de corrente virtual injetada na rede, permitindo a localização precisa do ponto de falha. De forma semelhante, o *Compressive Sensing* é utilizado para mitigar perdas de dados em sistemas de detecção e correção de falhas baseados em agentes de *software*, conforme demonstrado em [6]. Além disso, a técnica tem sido aplicada na estimativa do fluxo de potência em redes elétricas integradas a fontes renováveis, como mostrado em [7].

No contexto das *smart grids*, o *Compressive Sensing* pode ser empregado para identificação da topologia da rede [8] e para estimação dos estados do sistema, mesmo na presença de perdas de pacotes de dados [9]. A técnica também se mostra promissora em aplicações como o monitoramento de cargas não intrusivo (NILM), operando em conjunto com *Transfer Learning* [10], ou de forma independente, com sensores configurados para coleta esparsa de amostras, como proposto em [11].

Aplicações em níveis mais baixos, com base em sistemas embarcados, também têm sido investigadas. Um exemplo é o trabalho de [12], no qual os autores propõem o uso de *Compressive Sensing* para reduzir drasticamente (25%) a quantidade de dados necessária e o espaço ocupado pelo sensor de diodos de avalanche de fóton único (SPADs).

2.2 Redes de Sensores Sem Fio

O *Compressive Sensing* tem se destacado no campo das redes de sensores sem fio, principalmente por sua aplicação na redução do consumo de energia e na mitigação da sobrecarga nos canais de transmissão. Esse aspecto é particularmente relevante em redes instaladas em locais remotos e de difícil acesso, onde a manutenção e substituição de baterias representam desafios consideráveis.

Um exemplo de aplicação voltada à otimização do uso de energia é apresentado em [13], onde a técnica é utilizada tanto na coleta esparsa de amostras quanto na reconstrução dos sinais no receptor, permitindo comparações entre diferentes métodos de agregação de dados. Estratégias que consideram a quantidade de energia disponível para determinar os caminhos de transmissão também são exploradas em [14, 15].

Além disso, soluções que integram *compressive sensing* com agregação hierárquica de dados têm sido propostas para otimizar a eficiência energética e reduzir atrasos, como demonstrado no WDAT-OMS [16]. Essa abordagem combina agregação baseada em clusters, roteamento otimizado e mobilidade de coletores, reduzindo o consumo energético em até 66% e os atrasos em 10% comparado a métodos convencionais. Outra proposta, demonstrada em [17], explora a correlação dos diferentes dados sensorizados pela rede, como pressão, temperatura e fluido, e explora o tamanho de diferentes grades de roteamento para poder determinar a forma mais eficiente de fazer o roteamento das informações para a reconstrução confiável dos dados sensorizados.

2.3 Comunicações

No campo das telecomunicações, o *Compressive Sensing* tem sido aplicado na detecção da ocupação do espectro de comunicação, possibilitando a identificação de lacunas disponíveis e usuários ativos na rede, promovendo uma utilização mais eficiente das bandas de comunicação, como demonstrado em [18].

Um campo correlato é o da reconstrução de redes heterogêneas, no qual a técnica pode ser empregada para analisar relações entre dados, viabilizando tanto a reconstituição da estrutura da rede quanto o estabelecimento de conexões significativas entre os elementos, conforme sugerido em [19].

2.4 Processamento de Imagens

A compressão e o processamento de imagens representam áreas de grande destaque na aplicação do *Compressive Sensing*. Um exemplo relevante é apresentado em [20], onde uma estrutura caótica é integrada à técnica para criptografar e transmitir imagens com maior rapidez e segurança. Outro estudo relevante é o de [21], que propõe a combinação do *Compressive Sensing* com redes neurais convolucionais (CNNs) e Transformers para otimizar o sensoriamento compressivo de imagens.

A técnica também tem sido utilizada em sensores embarcados em satélites equipados com FPGAs, como demonstrado em [22], no contexto de aquisição compressiva de imagens hiperespectrais para aplicações agrícolas e florestais. Tal abordagem visa a eficiência na transmissão, dada a grande quantidade de dados envolvida, além de proporcionar economia de energia — aspecto crítico em ambientes com restrições energéticas, como o espaço.

A técnica também tem sido extensivamente explorada no contexto do Video Compressive Sensing (VCS), como detalhado em [23], visando a aquisição de sequências de vídeo de alta dimensionalidade de forma mais eficiente. Tal abordagem se beneficia da habilidade de reconstruir quadros de vídeo a partir de medições esparsas, o que é crucial para reduzir a largura de banda de transmissão e os requisitos de armazenamento, aspectos críticos em aplicações de vigilância ou de sensoriamento remoto, por exemplo. Além disso, a integração de *Deep Learning* tem impulsionado significativamente a qualidade da reconstrução e a versatilidade do VCS.

2.5 Processamento de Sinais Gerais

No contexto do processamento de sinais em geral, o *Compressive Sensing* tem sido utilizado em diversas abordagens voltadas à resolução de problemas complexos em múltiplas áreas. Um exemplo é o trabalho de [24], que avalia e compara diferentes técnicas de estimativa de frequência ressonante.

A técnica também tem sido aplicada como base em arquiteturas de autoencoders (AEs) para aprendizado de dicionário convolucional, como proposto por [25]. Os autores introduzem o CRsAE (Constrained Recurrent Sparse Autoencoder), uma rede neural que combina compressive sensing com um algoritmo inspirado no Expectation-Maximization (EM) para aprender filtros convolucionais (dicionários) e parâmetros de regularização de forma interpretável. O CRsAE demonstra eficiência em tarefas como desruído de imagens e classificação de sinais neurais, superando métodos tradicionais baseados em otimização convexa em velocidade (até 900× mais rápido) e precisão, enquanto mantém a esparsidade dos códigos gerados [25].

A técnica também tem sido aplicada no domínio do Compressive Sensing de um bit (One-Bit Compressive Sensing - OBCS), como investigado em [26], onde o foco é a recuperação de sinais a partir de medições binárias altamente quantizadas. Tal abordagem é vital para cenários que exigem baixo consumo de energia e menor complexidade de hardware em dispositivos de sensoriamento, minimizando os requisitos de conversores analógico-digitais de alta resolução — aspecto fundamental em sistemas embarcados e

de IoT. Além disso, a integração de Deep Learning baseado em modelos tem aprimorado significativamente a adaptabilidade e o desempenho na recuperação do sinal.

2.6 Monitoramento Estrutural

Em aplicações estruturais e físicas, o *Compressive Sensing* pode auxiliar na redução de custos em ensaios não destrutivos e no monitoramento contínuo de estruturas. No estudo de [27], a técnica é empregada para reconstruir ondas ultrassônicas emitidas em materiais durante ensaios mecânicos, permitindo diagnósticos mais precisos.

Em estruturas de grande porte que requerem monitoramento constante, como pontes, o uso de amostragem esparsa aliado a redes de sensores permite a reconstrução eficiente dos dados estruturais, conforme demonstrado em [28].

2.7 Aplicações Médicas

Na área médica e da saúde, o *Compressive Sensing* pode trazer benefícios significativos, como a redução na necessidade de cirurgias para manutenção de marca-passos, o aumento da confiabilidade e longevidade de dispositivos alimentados por bateria utilizados no monitoramento de sinais corporais, e a viabilização de redes sem fio entre dispositivos vestíveis. Além disso, a técnica contribui para exames mais precisos e seguros, reduzindo, por exemplo, a exposição do paciente a radiações ionizantes.

O estudo apresentado em [29] explora diferentes estratégias de sensoriamento compressivo voltadas ao gerenciamento e armazenamento de sinais biomédicos vitais, como EEG (eletroencefalograma) e ECG (eletrocardiograma). O trabalho também destaca a economia de energia em redes corporais sem fio (*Wireless Body Area Networks*), por meio da redução da largura de banda ocupada nas transmissões dos sensores.

2.8 Aplicações Geofísicas

O *Compressive Sensing* também tem aplicação no estudo e monitoramento de fenômenos naturais. Um exemplo notável é apresentado em [30], onde os autores aplicam a técnica na reconstrução de campos sísmicos complexos em espaços tridimensionais e quadridimensionais. Tais abordagens contribuem para o aprimoramento da qualidade dos dados utilizados em estudos geofísicos, auxiliando na redução de ruído e na recuperação de informações relevantes a partir de conjuntos de dados incompletos.

3 Conclusão

A relevância do **Compressive Sensing** é inegável no cenário atual, um ponto consistentemente demonstrado neste trabalho. Sua principal virtude reside na **capacidade de condensar e decifrar informações com uma eficiência muito superior**, utilizando

uma quantidade significativamente menor de dados em comparação com as metodologias atuais. Este diferencial não só otimiza o processamento, mas também tem um impacto direto e positivo nos **gastos energéticos** e na **longevidade de dispositivos**. Os benefícios resultantes, como a **economia potencial**, são vastos e podem ser percebidos em múltiplos domínios, desde o industrial e o acadêmico até a sociedade em sua totalidade.

Referências

- [1] I. A. J. F. Irfan Ahmed, Amaad Khalil, “Sparse signal representation, sampling, and recovery in compressive sensing frameworks,” *Miscellaneous*, vol. 10, pp. 85002–85018, 2022.
- [2] S. J. Ishani Mishra, “Soft computing based compressive sensing techniques in signal processing: A comprehensive review,” *Miscellaneous*, vol. 30, no. 1, pp. 312–326, 2020.
- [3] P. A. P. A. V. S. S. S. Daniele Carta, Carlo Muscas, “Compressive sensing-based harmonic sources identification in smart grids,” *IEEE Electronic Library (IEL) Journals*, vol. 70, pp. 1–10, 2020.
- [4] M. F. M. M. M. S. Muhammad Abubakar, Arfan Ali Nagra, “High-precision identification of power quality disturbances based on discrete orthogonal s-transforms and compressed neural network methods,” *Miscellaneous*, vol. 11, pp. 85571–85588, 2023.
- [5] Q. W. M. L. Haiting Shan, Luliang Zhang, “Location of asymmetric ground fault using virtual injected current ratio and two-stage recovery strategy in distribution networks,” *Miscellaneous*, 2024.
- [6] A. R. S. Ishan Srivastava, Sunil Bhat, “Fault diagnosis, service restoration, and data loss mitigation through multi-agent system in a smart power distribution grid,” *Miscellaneous*, pp. 1–26, 2020.
- [7] J. C. Y. Z. Tonghe Wang, Hong Liang, “Probabilistic power flow calculation using principal component analysis-based compressive sensing,” *Miscellaneous*, vol. 10, 2023.
- [8] M. X. Z. Z. Q. W. Renhai Feng, Wanqi Yuan, “Topology identification in distribution networks based on alternating optimisation,” *Miscellaneous*, vol. 14, no. 24, pp. 5851–5857, 2020.
- [9] B. N. Hazhar Sufi Karimi, “Dynamic signal recovery in distribution grids using compressive lossy measurements,” *Elsevier ScienceDirect Journals*, vol. 31, pp. 100690–100690, 2022.
- [10] A. M. Megha Gaur, “Disaggregating transform learning for non-intrusive load monitoring,” *Miscellaneous*, vol. 6, pp. 46256–46265, 2018.

- [11] A. M. Shikha Singh, “Multi-label deep blind compressed sensing for low-frequency non-intrusive load monitoring,” *IEEE Electronic Library (IEL) Journals*, vol. 13, no. 1, pp. 4–7, 2021.
- [12] X. K. F. Y. C. M. T. Y. X. H. Chenxi Qiu, Peng Wang, “On-chip compressive sensing with a single-photon avalanche diode array,” *Miscellaneous*, vol. 23, no. 9, pp. 4417–4417, 2023.
- [13] M. S. Mohammad Reza Ghaderi, Vahid Tabataba Vakili, “Compressive sensing-based energy consumption model for data gathering techniques in wireless sensor networks,” 2021.
- [14] K. S. Rachit Manchanda, “A novel framework for energy-efficient compressive data gathering in heterogeneous wireless sensor network,” *Wiley Online Library*, vol. 34, no. 3, 2020.
- [15] M. K. Deepa Puneeth, “Data aggregation using compressive sensing for energy efficient routing strategy,” *Miscellaneous*, vol. 171, pp. 2242–2251, 2020.
- [16] S. A. Shima Pakdaman Tirani, Avid Avokh, “Wdat-oms: A two-level scheme for efficient data gathering in mobile-sink wireless sensor networks using compressive sensing theory,” *Miscellaneous*, vol. 14, no. 11, pp. 1826–1837, 2020.
- [17] R. U. B. K. P. D. P. Deepa Devasenapathy, P. Madhumathy, “Transmission-efficient grid-based synchronized model for routing in wireless sensor networks using bayesian compressive sensing,” *Miscellaneous*, vol. 5, no. 1, pp. –, 2023.
- [18] C. G. K. Ameha T. Abebe, “Multi-sequence spreading random access (msra) for compressive sensing-based grant-free communication,” 2021.
- [19] K. H. M. J. Z. W. X. L. Yichi Zhang, Chunhua Yang, “Reconstructing heterogeneous networks via compressive sensing and clustering,” *Miscellaneous*, pp. 1–11, 2020.
- [20] L. L. Yongli Tang, Mingjie Zhao, “Secure and efficient image compression-encryption scheme using new chaotic structure and compressive sensing,” *Miscellaneous*, vol. 2020, pp. 1–15, 2020.
- [21] H. W. J. Z. S. W. S. K. Dongjie Ye, Zhangkai Ni, “Csformer: Bridging convolution and transformer for compressive sensing,” *IEEE Electronic Library (IEL) Journals*, vol. 32, pp. 2827–2842, 2023.
- [22] G. M. José M. P. Nascimento, Mário Véstias, “Hyperspectral compressive sensing with a system-on-chip fpga,” *Miscellaneous*, vol. 13, pp. 3701–3710, 2020.
- [23] F. C. J.-P. C. Wael Saideni, David Helbert, “An overview on deep learning techniques for video compressive sensing,” 2022.
- [24] A. G. M.-S. S. A. A. S. M. S. B. Laxmeesha Somappa, Shuchin Aeron, “On quantized analog compressive sensing methods for efficient resonator frequency estimation,” *IEEE Electronic Library (IEL) Journals*, vol. 67, no. 12, pp. 4556–4565, 2020.

- [25] D. B. Bahareh Tolooshams, S. Dey, “Deep residual autoencoders for expectation maximization-inspired dictionary learning,” 2020.
- [26] M. S. Shahin Khobahi, “Model-based deep learning for one-bit compressive sensing,” *Miscellaneous*, vol. 68, pp. 5292–5307, 2020.
- [27] J. B. H. Soroosh Sabeti, “Spatio-temporal undersampling: Recovering ultrasonic guided wavefields from incomplete data with compressive sensing,” 2020.
- [28] H. Z. Fereidoun Amini, Yousef Hedayati, “Exploiting the inter-correlation of structural vibration signals for data loss recovery: A distributed compressive sensing based approach,” *Elsevier ScienceDirect Journals*, vol. 152, pp. 107473–107473, 2020.
- [29] A. D. A. N. F. S. F. E. A. E. Heba M. Emara, Walid El-Shafai, “A hybrid compressive sensing and classification approach for dynamic storage management of vital biomedical signals,” *Miscellaneous*, vol. 11, pp. 108126–108151, 2023.
- [30] Z. Z. Jack B. Muir, “Seismic wavefield reconstruction using a pre-conditioned wavelet–curvelet compressive sensing approach,” *Oxford University Press Journals Current*, vol. 227, no. 1, pp. 303–315, 2021.

Controle de Conversores para Geração Distribuída com Estratégia Preditiva

Luis Fernando Gonçalves de Moura¹, Sílvia Costa Ferreira¹, João Paulo de Carvalho Pedroso¹

¹ Departamento de Automática/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

luis.moural@estudante.ufla.br, silvia.ferreira@ufla.br,
jp_cpedroso@hotmail.com

Abstract. *This work presents the modeling and development of a model predictive controller with a finite control set (FCS-MPC) for a three-phase grid-forming inverter with an LC filter. The system is initially modeled in the three-phase abc reference frame and then transformed to the stationary $\alpha\beta$ reference frame via the Clarke Transformation, facilitating control. Discretization using the Euler method allows the prediction of the filter currents and voltages. The controller minimizes a cost function that considers errors in both currents and voltages. Simulations in MATLAB/Simulink show satisfactory dynamic responses, low total harmonic distortion (THD), and robustness against load variations, including nonlinear loads, confirming the effectiveness of the approach for microgrids with distributed generation.*

Keywords: *Converters, FCS-MPC, microgrids.*

Resumo. *Este trabalho apresenta a modelagem e o desenvolvimento de um controlador preditivo baseado em modelo com conjunto de controle finito (FCS-MPC) para um inversor trifásico formador de rede com filtro LC. O sistema é modelado inicialmente no referencial trifásico abc e transformado para o referencial estacionário $\alpha\beta$ via Transformação de Clarke, facilitando o controle. A discretização pelo método de Euler permite a previsão das correntes e tensões do filtro. O controlador minimiza uma função de custo que considera erros nas correntes e tensões. Simulações no MATLAB/Simulink mostram respostas dinâmicas satisfatórias, baixa distorção harmônica total (THD) e robustez frente a variações de carga, incluindo cargas não lineares, confirmando a eficácia da abordagem para microrredes com geração distribuída.*

Palavras-chave: *Conversores, FCS-MPC, microrredes.*

1. Introdução

Nas últimas décadas, o setor elétrico vem passando por grandes transformações, impulsionadas pela crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental, a segurança energética e a descentralização da geração de energia. Nesse contexto, as microrredes se consolidam como uma das principais soluções tecnológicas para viabilizar a integração de fontes de energia renovável e distribuída em sistemas de potência. Uma microrrede pode ser definida como um sistema elétrico local composto por cargas, fontes de geração distribuída (como painéis solares e turbinas eólicas) e elementos de armazenamento de energia. Essas estruturas são capazes de operar conectadas à rede principal ou de forma isolada, o que torna o sistema elétrico mais robusto frente a falhas ou instabilidades na rede de distribuição ZHAO ET AL. (2023).

A importância das microrredes está associada à sua capacidade de aumentar a confiabilidade e autonomia do fornecimento de energia, além de permitir o uso de recursos renováveis. No entanto, sua implementação impõe desafios técnicos, especialmente no que se refere à operação no modo isolado. Neste modo, a microrrede não pode mais depender da rede principal como referência de tensão e frequência, tornando-se necessário que algum elemento interno desempenhe esse papel.

Com o avanço da eletrônica de potência, os conversores formadores de rede passaram a assumir essa função. Esses conversores não apenas conectam as fontes renováveis à rede local, mas também se tornam os responsáveis por estabelecer os parâmetros, tais como tensão e frequência no ponto de acoplamento comum das cargas (CARNIELUTTI ET AL., 2025).

Diversas estratégias de controle têm sido propostas com o objetivo de aprimorar o desempenho de conversores. Dentre essas estratégias, destacam-se o controle orientado à tensão (*Voltage-Oriented Control* – VOC) e o controle direto de potência (*Direct Power Control* – DPC), ambos amplamente empregados na literatura (YANG ET AL., 2017). O esquema VOC apresenta bom desempenho tanto em regime permanente quanto em dinâmico. No entanto, o processo de ajuste dos parâmetros proporcionais e integrais (PI) pode ser trabalhoso e demorado (BOUAFIA ET AL., 2010; ZHANG AND QU, 2015a), além de envolver uma implementação relativamente complexa. Por outro lado, o DPC permite a seleção direta dos vetores de tensão com base nos erros entre as potências de referência e as potências medidas (ZHANG AND QU, 2015b), (ALONSO-MARTINEZ ET AL., 2010), o que favorece uma resposta dinâmica mais ágil. Apesar disso, esse método tende a gerar elevados níveis de harmônicos na corrente de saída do inversor. Como consequência, torna-se necessária uma alta frequência de amostragem para mitigar esses harmônicos e garantir um desempenho satisfatório em regime permanente. Além disso, a frequência de comutação variável resulta na dispersão dos harmônicos em uma ampla faixa espectral, o que complica o projeto do filtro de saída.

Nesse contexto, o Controle Preditivo Baseado em Modelo com Conjunto de Controle Finito (FCS-MPC, do inglês *Finite Control Set Model Predictive Control*) surge como uma alternativa promissora que resolve diversas dessas limitações técnicas. O FCS-MPC realiza o controle direto dos estados de comutação do inversor, prevendo o comportamento futuro do sistema em curto prazo e escolhendo a ação que minimiza uma função

de custo previamente definida (PANTEN ET AL., 2016).

Uma característica relevante é a redução da complexidade de sintonia, já que o FCS-MPC concentra seus parâmetros na função de custo e no modelo. Apesar dessas vantagens, uma limitação recorrente do FCS-MPC convencional é sua operação com frequência de chaveamento variável, o que pode prejudicar a filtragem do sinal, aumentar a distorção harmônica ou o tamanho dos componentes passivos do filtro. Por isso, variantes do FCS-MPC com frequência de chaveamento fixa têm sido estudadas para combinar o desempenho do controle preditivo com uma operação mais estável e compatível com os requisitos regulatórios (YOUNG ET AL., 2020).

A introdução do controle preditivo com frequência de chaveamento fixa é particularmente relevante no contexto dos conversores formadores de rede, pois, como eles operam como "núcleo" da microrrede, precisam responder rapidamente a variações de carga, manter a forma de onda da tensão próxima do ideal (baixa distorção harmônica), e ainda garantir estabilidade frente a oscilações internas, como o efeito de ressonâncias entre filtros e linhas. Estudos recentes demonstram que a aplicação de FCS-MPC nesses conversores proporciona melhor desempenho transitório, redução nas perdas por comutação e maior robustez frente a perturbações, quando comparado a métodos convencionais de FCS-MPC com frequência de chaveamento variável (YOUNG ET AL., 2020).

A fim de explorar o potencial da estratégia FCS-MPC com frequência de chaveamento fixa em conversores formadores de rede, este trabalho propõe uma abordagem estruturada composta por diferentes etapas. Inicialmente, será realizada a modelagem matemática do inversor trifásico com filtro LC no referencial estacionário $\alpha\beta$, considerando as dinâmicas das variáveis elétricas representadas em dois eixos ortogonais. Em seguida, será desenvolvido e implementado o algoritmo de FCS-MPC com frequência de chaveamento fixa, cuja função de custo será projetada para minimizar simultaneamente os erros de corrente nos indutores e de tensão nos capacitores, com base em previsões obtidas por meio do modelo discreto do sistema.

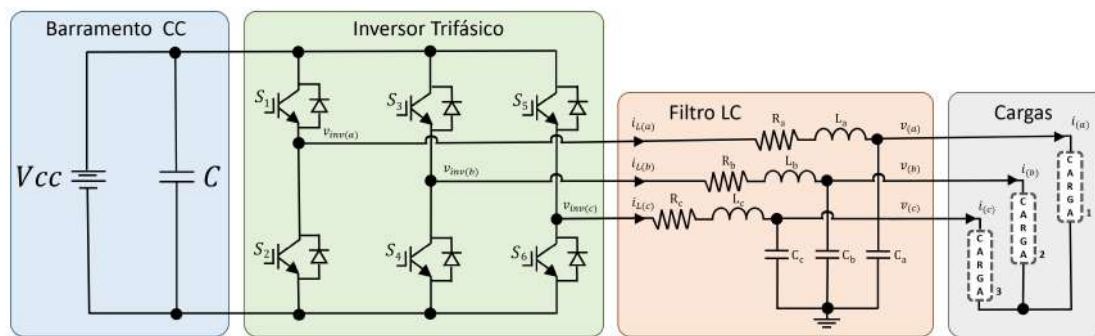
Para avaliar o desempenho da abordagem proposta, será realizada a simulação do sistema completo no ambiente MATLAB/Simulink, integrando o código de controle em linguagem C/C++ por meio do bloco *S-Function Builder*. O sistema será submetido a diferentes condições operacionais e variações de carga, a fim de verificar a robustez e a resposta do controlador. Posteriormente, serão conduzidas análises quantitativas, com foco em parâmetros como a resposta dinâmica e a capacidade de manter o desempenho durante variações nos parâmetros do sistema.

A proposta de FCS-MPC com frequência de chaveamento fixa se apresenta como uma alternativa promissora, embora ainda pouco explorada na literatura, especialmente quando aplicada a conversores formadores de rede. Por esse motivo, este trabalho busca contribuir para o desenvolvimento de estratégias de controle em microrredes com geração distribuída, propondo uma solução alinhada aos desafios operacionais e regulatórios dos sistemas elétricos atuais.

2. Metodologia

A topologia adotada neste trabalho consiste em um inversor trifásico com filtro LC, conforme ilustrado na Figura 1. Essa configuração é amplamente utilizada em sistemas de geração distribuída devido à sua capacidade de atenuar eficazmente os harmônicos gerados pela comutação dos dispositivos eletrônicos de potência, garantindo uma melhor qualidade da energia entregue à rede (ANTTILA ET AL., 2022).

Figura 1: Topologia do Conversor Trifásico



Fonte: Do autor (2025)

2.1. Modelo Contínuo do Conversor com Filtro LC

O filtro LC trifásico é composto por indutâncias L_{abc} com resistências em série R_{abc} , e capacitâncias C_{abc} conectadas à saída, conforme ilustrado na Figura 1.

Na configuração adotada para o conversor, as variáveis elétricas relevantes para a análise são:

- $i_{L(abc)}$: correntes nos indutores das fases a , b e c ;
- $v_{(abc)}$: tensões nos capacitores das fases a , b e c (tensões de saída);
- $i_{(abc)}$: correntes da carga nas fases a , b e c ;
- $v_{inv(abc)}$: tensões de saída do inversor nas fases a , b e c (entradas do filtro);

2.2. Modelagem do Sistema

Inicialmente, a modelagem do sistema será feita no domínio do tempo contínuo, de forma a descrever a dinâmica das variáveis elétricas envolvidas. Aplicando as leis de Kirchhoff e as equações constitutivas dos componentes, obtêm-se as seguintes equações diferenciais para as grandezas trifásicas:

$$L \frac{di_{L(abc)}(t)}{dt} = v_{inv(abc)}(t) - Ri_{L(abc)}(t) - v_{(abc)}(t) \quad (1)$$

$$C \frac{dv_{(abc)}(t)}{dt} = i_{L(abc)}(t) - i_{(abc)}(t) \quad (2)$$

A equação (1) representa a dinâmica das correntes nos indutores das fases a , b e c , impulsionadas pela diferença entre as tensões do conversor e do capacitor, considerando a queda resistiva $Ri_{L(abc)}(t)$. A equação (2) descreve a dinâmica das tensões nos capacitores das fases, que variam conforme a diferença entre as correntes que entram no capacitor, $i_{L(abc)}(t)$, e as correntes consumidas pela carga, $i_{(abc)}(t)$.

2.3. Discretização do Modelo

Para a implementação do FCS-MPC é necessário um modelo no tempo discreto, com passo de amostragem T_s . A aproximação *Euler Forward* consiste em estimar a derivada por meio do cálculo da área sob a curva em função do tempo, representada aproximadamente pelo retângulo formado entre duas amostras consecutivas (NAIDU AND FERNANDES, 2011), a amostra atual e a amostra do passo de tempo anterior. Essa aproximação é dada pela expressão:

$$\frac{di_{L(abc)}}{dt} \approx \frac{i_{L(abc),k+1} - i_{L(abc),k}}{T_s} \quad (3)$$

$$\frac{dv_{(abc)}}{dt} \approx \frac{v_{(abc),k+1} - v_{(abc),k}}{T_s} \quad (4)$$

Substituindo essas aproximações nas equações diferenciais:

$$L \frac{i_{L(abc),k+1} - i_{L(abc),k}}{T_s} = v_{inv(abc),k} - Ri_{L(abc),k} - v_{(abc),k} \quad (5)$$

$$C \frac{v_{(abc),k+1} - v_{(abc),k}}{T_s} = i_{L(abc),k} - i_{(abc),k} \quad (6)$$

Isolando as variáveis no instante $k + 1$:

$$i_{L(abc),k+1} = \left(1 - \frac{RT_s}{L}\right) i_{L(abc),k} - \frac{T_s}{L} v_{(abc),k} + \frac{T_s}{L} v_{inv(abc),k} \quad (7)$$

$$v_{(abc),k+1} = v_{(abc),k} + \frac{T_s}{C} i_{L(abc),k} - \frac{T_s}{C} i_{(abc),k} \quad (8)$$

As equações (7) e (8) representam o modelo discreto do sistema. Elas permitem calcular as correntes nos indutores e as tensões nos capacitores no próximo passo de tempo $k + 1$ a partir das variáveis medidas ou estimadas no instante atual k .

2.4. Transformada para o Referencial $\alpha\beta$

Para facilitar a análise e o controle de sistemas trifásicos, é comum aplicar transformações que convertem as grandezas das três fases a , b e c em duas componentes ortogonais α e β no plano estacionário. Essa abordagem simplifica o tratamento matemático e computacional do sistema. A transformação para o referencial $\alpha\beta$, conhecida como Transformação de Clarke, realiza essa conversão de forma direta, por meio da seguinte relação matricial:

$$\begin{bmatrix} x_\alpha \\ x_\beta \\ x_0 \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_a \\ x_b \\ x_c \end{bmatrix} \quad (9)$$

onde x_a, x_b, x_c são as grandezas trifásicas (tensão ou corrente) e x_α, x_β, x_0 são os componentes no referencial $\alpha\beta 0$.

No entanto, para sistemas trifásicos balanceados, a componente zero x_0 é desprezível, pois não contribui para a dinâmica do sistema. Dessa forma, o modelo deste trabalho adota apenas as componentes ortogonais x_α e x_β no plano estacionário.

Assim, ao aplicar a Transformada de Clarke às variáveis do conversor, obtém-se:

$$\begin{aligned} \mathbf{i}_L &= \begin{bmatrix} i_{L\alpha} \\ i_{L\beta} \end{bmatrix} = \mathbf{T}_{\alpha\beta} \mathbf{i}_L^{abc} \\ \mathbf{v} &= \begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \end{bmatrix} = \mathbf{T}_{\alpha\beta} \mathbf{v}^{abc} \\ \mathbf{v}_{inv} &= \begin{bmatrix} v_{inv\alpha} \\ v_{inv\beta} \end{bmatrix} = \mathbf{T}_{\alpha\beta} \mathbf{v}_{inv}^{abc} \end{aligned} \quad (10)$$

onde os vetores com o superíndice abc são as grandezas trifásicas originais.

A modelagem do sistema no referencial $\alpha\beta$ mantém a mesma estrutura das equações discretas, aplicada individualmente para cada componente:

$$i_{L(\alpha\beta),k+1} = \left(1 - \frac{RT_s}{L}\right) i_{L(\alpha\beta),k} - \frac{T_s}{L} V_{(\alpha\beta),k} + \frac{T_s}{L} V_{inv(\alpha\beta),k} \quad (11)$$

$$V_{(\alpha\beta),k+1} = V_{(\alpha\beta),k} + \frac{T_s}{C} i_{L(\alpha\beta),k} - \frac{T_s}{C} i_{(\alpha\beta),k} \quad (12)$$

3. Controle FCS-MPC

O *Finite Control Set Model Predictive Control* (FCS-MPC) é uma estratégia de controle direto amplamente aplicada em conversores eletrônicos de potência. Diferentemente dos métodos convencionais baseados em modulação por largura de pulso (PWM), o FCS-MPC gera diretamente os sinais de comutação a partir da predição do comportamento do sistema, eliminando a necessidade de um modulador (YOUNG ET AL., 2020).

Nesta abordagem, todos os vetores de comutação viáveis do inversor trifásico são avaliados em tempo real com base em um modelo discreto do sistema. A partir disso, prediz-se a evolução futura das variáveis de estado — como a corrente no indutor $i_{L\alpha\beta}$ e a tensão no capacitor $v_{\alpha\beta}$ — para cada vetor de comutação possível (YOUNG ET AL., 2020).

A função de custo convencional para o rastreamento de tensão de saída no referencial $\alpha\beta$ pode ser estendida para também considerar o erro de corrente no indutor, o que é particularmente vantajoso em sistemas com filtro LC, onde a tensão do capacitor não responde de forma imediata à ação de controle (PANTEN ET AL., 2016). Assim, a função de custo passa a ser definida como:

$$J = \lambda_v \left[(v_\alpha^* - \hat{v}_\alpha)^2 + (v_\beta^* - \hat{v}_\beta)^2 \right] + \lambda_i \left[(i_{L\alpha}^* - \hat{i}_{L\alpha})^2 + (i_{L\beta}^* - \hat{i}_{L\beta})^2 \right] \quad (13)$$

Na função custo v_α^*, v_β^* representam as componentes da tensão de referência, $\hat{v}_\alpha, \hat{v}_\beta$ são as tensões previstas com base no modelo do sistema e no vetor de comutação aplicado, $i_{L\alpha}^*, i_{L\beta}^*$ são as correntes de referência no indutor, e $\hat{i}_{L\alpha}, \hat{i}_{L\beta}$ são as correntes previstas. Os parâmetros λ_v e λ_i são pesos que permitem ajustar a prioridade entre o rastreamento da tensão e o controle da corrente.

O vetor de comutação que minimiza a função de custo é selecionado como ótimo e aplicado no próximo instante de amostragem. Esse vetor pertence a um conjunto discreto de oito combinações possíveis, representadas pela matriz:

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_{a0} & S_{b0} & S_{c0} \\ S_{a1} & S_{b1} & S_{c1} \\ S_{a2} & S_{b2} & S_{c2} \\ S_{a3} & S_{b3} & S_{c3} \\ S_{a4} & S_{b4} & S_{c4} \\ S_{a5} & S_{b5} & S_{c5} \\ S_{a6} & S_{b6} & S_{c6} \\ S_{a7} & S_{b7} & S_{c7} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (14)$$

onde cada linha define o estado (ligado ou desligado) dos interruptores S_a , S_b e S_c .

A partir desses vetores de comutação, obtêm-se as componentes da tensão de saída do inversor no plano $\alpha\beta$, organizadas em dois vetores que representam suas projeções nos eixos α (real) e β (imaginário):

$$\mathbf{V}_{inv,\alpha} = \left[0, \frac{2}{3}V_{dc}, \frac{1}{3}V_{dc}, -\frac{1}{3}V_{dc}, -\frac{2}{3}V_{dc}, -\frac{1}{3}V_{dc}, \frac{1}{3}V_{dc}, 0 \right] \quad (15)$$

$$\mathbf{V}_{inv,\beta} = \left[0, 0, \frac{\sqrt{3}}{3}V_{dc}, \frac{\sqrt{3}}{3}V_{dc}, 0, -\frac{\sqrt{3}}{3}V_{dc}, -\frac{\sqrt{3}}{3}V_{dc}, 0 \right] \quad (16)$$

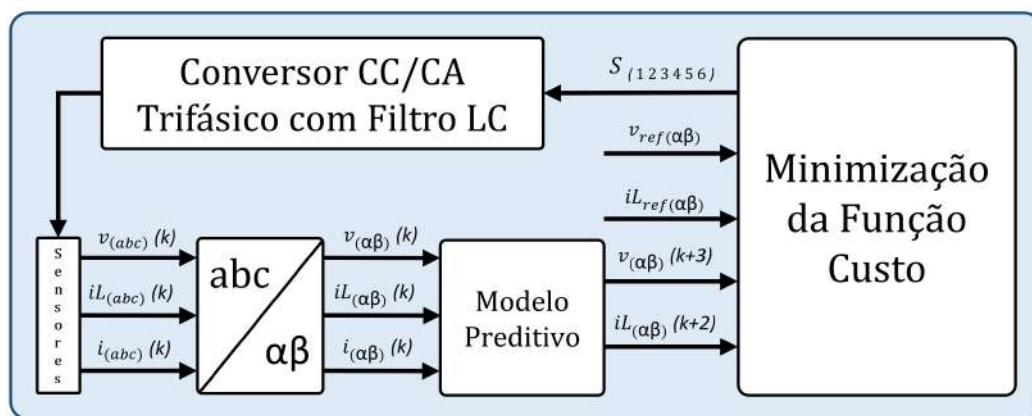
Essa formulação permite avaliar a função de custo para cada vetor de comutação e selecionar o mais adequado a cada passo (YOUNG ET AL., 2020). No entanto, em

sistemas com filtro LC, a resposta da tensão de saída $v_{\alpha\beta}$ apresenta atraso dinâmico em relação à aplicação de $v_{inv,\alpha\beta}$, devido à inércia introduzida pela corrente do indutor $i_{L\alpha\beta}$. Além disso, há o atraso computacional associado ao cálculo preditivo. Por isso, adota-se um horizonte de predição $N_p = 3$, assegurando que a referência de tensão seja atingida ao final do horizonte.

3.1. Aplicação do FCS-MPC no Conversor Formador de Rede

O diagrama de blocos da Figura 2 apresenta a sequência de funcionamento do conversor com FCS-MPC. O estado de chaveamento (S) para os semicondutores é obtido a partir das decisões tomadas pelo algoritmo de previsão implementado.

Figura 2: Diagrama do FCS-MPC



Fonte: Do autor (2025)

A Figura 3 apresenta uma visão geral do funcionamento do algoritmo FCS-MPC, destacando as principais etapas envolvidas na sua execução.

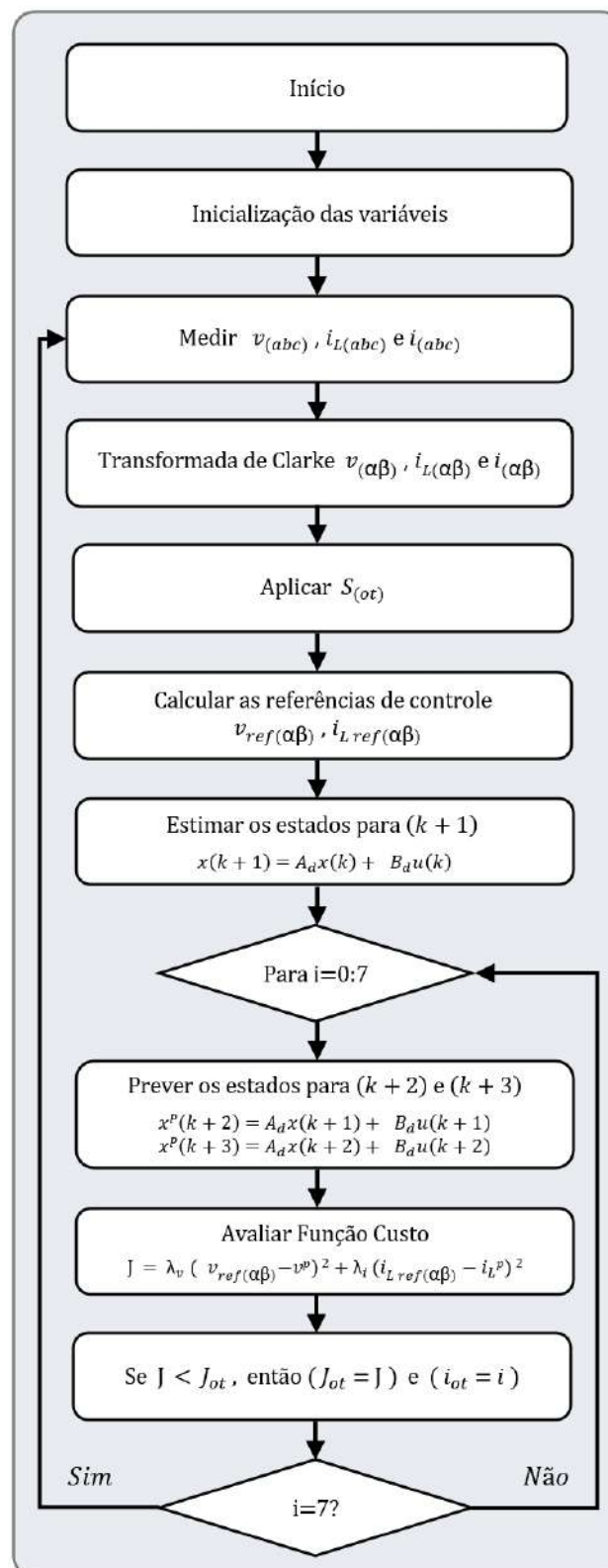
3.2. Obtenção das Referências de Controle

A definição das referências de tensão e corrente é de extrema importância para conversores formadores de rede. A referência de tensão no referencial estacionário $\alpha\beta$ é usualmente definida como uma forma de onda senoidal balanceada, dada por:

$$v_{\alpha}^*(t) = A \sin(\omega t), \quad v_{\beta}^*(t) = -A \cos(\omega t) \quad (17)$$

onde, A é a amplitude desejada da tensão e ω é a frequência angular, assumida como $\omega = 2\pi \times 60$ rad/s, correspondente à frequência fixa da rede elétrica de 60 Hz.

Devido à dinâmica do filtro LC, a corrente nos indutores não está em fase com a tensão, uma vez que o capacitor armazena energia e influencia a defasagem entre essas grandezas. Além disso, a corrente consumida pela carga, denotada por $i_{carga}(t)$, também contribui para a corrente total nos indutores. As correntes nos indutores do filtro podem, portanto, ser expressas como:

Figura 3: Fluxograma do FCS-MCP

Fonte: do autor (2025)

$$\mathbf{i}_L(t) = C \frac{d\mathbf{v}^*(t)}{dt} + \mathbf{i}_{\text{carga}}(t) \quad (18)$$

Considerando as componentes α e β do referencial estacionário, tem-se:

$$i_{L,\alpha}^*(t) = C \frac{dv_{\alpha}^*(t)}{dt} + i_{\text{carga},\alpha}(t) \quad (19)$$

$$i_{L,\beta}^*(t) = C \frac{dv_{\beta}^*(t)}{dt} + i_{\text{carga},\beta}(t) \quad (20)$$

Derivando as expressões da referência de tensão, obtêm-se:

$$\frac{dv_{\alpha}^*(t)}{dt} = A\omega \cos(\omega t), \quad \frac{dv_{\beta}^*(t)}{dt} = A\omega \sin(\omega t) \quad (21)$$

Logo, as referências de corrente nos indutores tornam-se:

$$i_{L,\alpha}^*(t) = C\omega A \cos(\omega t) + i_{\text{carga},\alpha}(t) \quad (22)$$

$$i_{L,\beta}^*(t) = C\omega A \sin(\omega t) + i_{\text{carga},\beta}(t) \quad (23)$$

As expressões obtidas consideram corretamente a defasagem e a amplitude das correntes, incluindo os efeitos dos elementos reativos do filtro e da carga. Como a corrente da carga será medida em tempo real, isso permite que o controlador preditivo siga de forma mais precisa a referência ideal do sistema.

4. Resultados e Discussões

Para validar a operação do controlador FCS-MPC, foi realizado um conjunto de simulações no ambiente *MATLAB/Simulink*, elaborado para contemplar diferentes condições de operação, incluindo variações nas cargas trifásicas e respostas a degraus na referência. Os principais parâmetros elétricos e de controle utilizados no modelo do sistema elétrico estão descritos na Tabela 1.

A partir da modelagem e dos parâmetros definidos, os principais resultados da simulação implementada são discutidos a seguir, e apresentados nas Figuras 4 e 5.

4.1. Referência e saída da tensão em $\alpha\beta$

Conforme ilustrado na Figura 4, item (a), o controle FCS-MPC apresentou desempenho satisfatório no rastreamento da referência de tensão nas componentes $\alpha\beta$. A referência de tensão considerada foi de 180 V pico. Observa-se um tempo de resposta do algoritmo rápido, com estabilização da tensão e erro em regime permanente praticamente nulo. Esses resultados evidenciam a eficácia do controlador em manter a tensão de saída próxima à referência desejada.

Tabela 1: Parâmetros do Sistema para os Estudos de Caso

Parâmetro	Valor
Tensão do barramento CC	380 V
Frequência da rede f	60 Hz
Filtro LC	500 μ H; 300 μ F
Resistor do filtro	0,2 Ω
Frequência de amostragem f_s	100 kHz
Cargas trifásicas	220 Ω , 1500 Ω e retificador
Tempo de simulação	0,1 s

4.2. Referência e saída da corrente dos indutores em $\alpha\beta$

A Figura 4, item (b), apresenta o comportamento da corrente nos indutores nas componentes $\alpha\beta$. Nota-se que, embora o controlador FCS-MPC consiga impor a forma geral da corrente de referência, observa-se a presença de erro em regime permanente, o que é esperado devido à dinâmica do filtro LC. Ainda assim, as correntes permanecem dentro dos limites aceitáveis de 3 A, com baixa distorção, demonstrando a capacidade do controlador em lidar com os efeitos dos elementos reativos.

4.3. Resposta a variações na referência de tensão em $\alpha\beta$

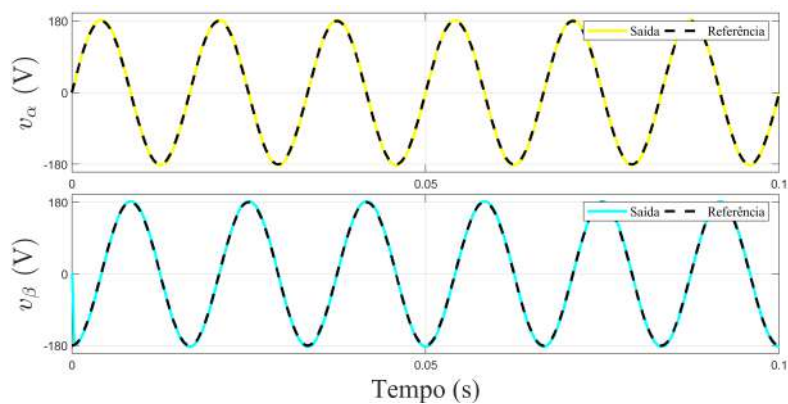
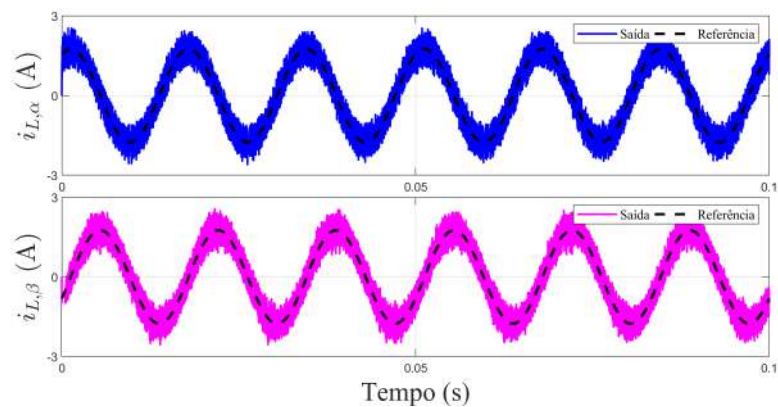
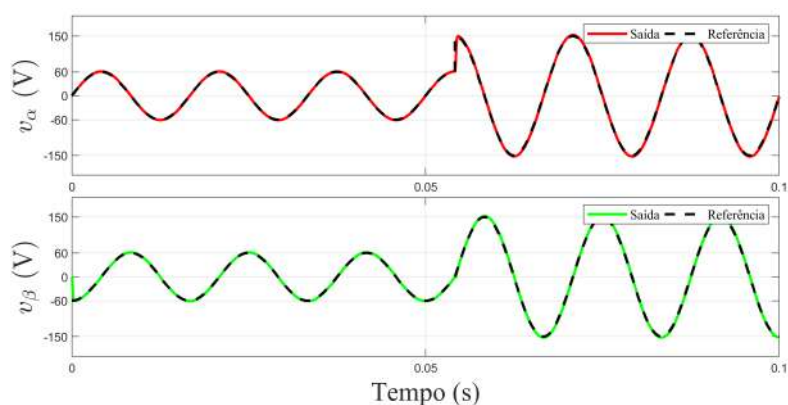
A Figura 4, item (c), apresenta a resposta do sistema a uma variação na amplitude de pico da referência de tensão nas componentes $\alpha\beta$, que foi alterada de 60 V_{pico} para 150 V_{pico}. Observa-se que o controlador FCS-MPC foi capaz de acompanhar essa mudança de forma rápida e estável, sem oscilações excessivas ou *overshoot* significativo. A tensão de saída atinge a nova referência com boa precisão, demonstrando a efetividade do controlador mesmo diante a variações.

4.4. Resposta a variações de carga em abc

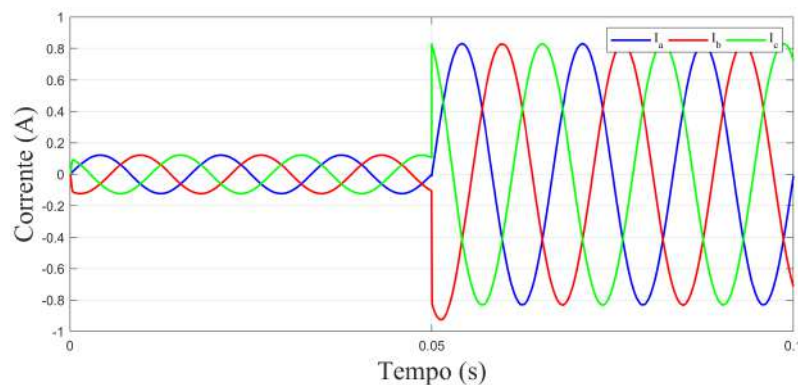
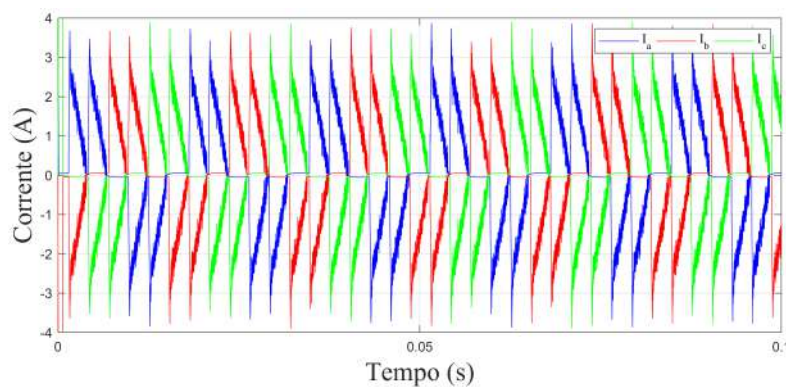
A Figura 5, item (a), exibe as correntes das cargas no referencial trifásico abc durante variações de carga, especificamente da carga resistiva de 1500 Ω para 220 Ω . O controlador FCS-MPC demonstrou boa robustez, ajustando rapidamente as correntes mesmo com a ocorrência de um pequeno *overshoot*. Essa resposta rápida e controlada confirma a eficiência do método em manter a estabilidade e o desempenho do sistema sob condições dinâmicas adversas.

4.5. Comportamento frente a cargas não lineares

A inserção de uma carga não linear, representada por um retificador trifásico alimentando um resistor, impõe desafios particulares ao sistema, principalmente devido à distorção harmônica que essa configuração gera. Conforme mostrado no item (b) da Figura 5, o controlador FCS-MPC conseguiu manter o sistema estável, evidenciando sua capacidade

Figura 4: Resultados de simulação**(a)** Referência e saída da tensão**(b)** Referência e saída da corrente**(c)** Degrau de tensão

de operar sob condições de carga mais adversas. Entretanto, a presença de componentes harmônicas elevadas nas correntes reforça a necessidade de estratégias adicionais, como filtragem ativa ou técnicas de compensação, para preservar a qualidade da energia e minimizar os efeitos prejudiciais à rede.

Figura 5: Resultados adicionais**(a)** Degrau de carga**(b)** Carga não linear - retificador

5. Conclusão

Os resultados obtidos indicam que o controlador FCS-MPC desenvolvido apresenta excelente desempenho no rastreamento das referências de tensão e corrente em conversores trifásicos com filtro LC. O sistema demonstrou resposta dinâmica rápida, com baixo tempo de estabilização e praticamente ausência de erro em regime permanente. Mesmo diante de variações abruptas na referência e de alterações significativas nas condições de carga — incluindo cenários com cargas não lineares — o controlador foi capaz de manter o comportamento do sistema estável e dentro dos limites operacionais desejáveis, evidenciando sua robustez frente a diferentes tipos de perturbações.

Além disso, o comportamento consistente sob diferentes condições operacionais reforça a capacidade do FCS-MPC de manter a qualidade da regulação em tempo real, mesmo em ambientes altamente dinâmicos. Essa capacidade de adaptação é fundamental para aplicações em microrredes, onde a presença de fontes renováveis intermitentes, variações de carga e a necessidade de operação autônoma exigem um controle com elevada confiabilidade, precisão e rapidez de resposta.

Dessa forma, os resultados obtidos sustentam o potencial do FCS-MPC para aplicações práticas em sistemas de geração distribuída. Sua agilidade, robustez e capacidade

de lidar com desafios operacionais complexos o tornam uma alternativa promissora para os conversores formadores de rede, contribuindo diretamente para a evolução, flexibilidade e confiabilidade dos sistemas modernos de energia elétrica distribuída.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Referências

- Alonso-Martinez, J., Carrasco, J. E.-G., and Arnaltes, S. (2010). Table-based direct power control: A critical review for microgrid applications. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 25(12):2949–2961.
- Anttila, S., Döhler, J. S., Oliveira, J. G., and Boström, C. (2022). Grid forming inverters: A review of the state of the art of key elements for microgrid operation. *Energies*, 15(15).
- Bouafia, A., Gaubert, J. P., and Krim, F. (2010). Predictive direct power control of three-phase pulsewidth modulation (pwm) rectifier using spacevector modulation (svm). *IEEE Transactions on Power Electronics*, 25(1):228–236.
- Carnielutti, F., Busarello, T. D. C., Resende, E. C., Ullah, Q., and Simoes, M. G. (2025). Fixed switching frequency model predictive control for grid-forming inverters. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 40(7):9080–9089.
- Naidu, S. R. and Fernandes, D. A. (2011). Technique for simulating the steady-state response of power electronic converters. *IET Power Electronics*, 4(3):269–277.
- Panten, N., Hoffmann, N., and Fuchs, F. W. (2016). Finite control set model predictive current control for grid-connected voltage-source converters with lcl filters: A study based on different state feedbacks. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 31(7):5189–5200.
- Yang, Y., Wen, H., and Li, D. (2017). A fast and fixed switching frequency model predictive control with delay compensation for three-phase inverters. *IEEE Access*, 5:17904–17913.
- Young, H. A., Marin, V. A., Pesce, C., and Rodriguez, J. (2020). Simple finite-control-set model predictive control of grid-forming inverters with lcl filters. *IEEE Access*, 8:81246–81256.
- Zhang, Y. and Qu, C. (2015a). Direct power control of a pulse width modulation rectifier using space vector modulation under unbalanced grid voltages. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 30(10):5892–5901.
- Zhang, Y. and Qu, C. (2015b). Table-based direct power control for three-phase ac/dc converters under unbalanced grid voltages. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 30(12):7090–7099.
- Zhao, Z., Gong, S., Yang, Q., Xie, J., Luo, X., Zhang, J., Ni, Q., and Lai, L. L. (2023). An improved fcs-mpc strategy for low-frequency oscillation stabilization of pv-based microgrids. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 14(4):2376–2390.

Statistical Analysis of the Dependence Between Multi-Criteria Weights and the Performance of Low-Voltage Agricultural Microgrids in an HIL Platform

João Paulo de Carvalho Pedroso^{1,2}, Sílvia Costa Ferreira¹, Ricardo Rodrigues Magalhães^{1,2}, Luis Fernando Gonçalves de Moura¹

¹ Departamento de Automática/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Engenharia Agrícola/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

pedroso.jpc@gmail.com, silvia.ferreira@ufla.br,
ricardorm@ufla.br, luis.moura1@estudante.ufla.br

Abstract. *The growing demand for resilient and sustainable energy solutions in the agri-food sector has driven the development of low-voltage microgrids composed of heterogeneous distributed generation units. In this work, an experimental analysis is presented on the statistical dependence between multi-criteria weighting parameters, associated with operational cost and emissions, and the aggregated performance of a microgrid operating in islanded mode. The study was conducted on a real-time platform under a Hardware-in-the-Loop (HIL) setup, based on the application of a decentralized nonlinear control strategy using droop curves. To quantify the relationship between the decision variables (λ_1, λ_2) and the normalized cost–emission metric, three complementary statistical methods were employed: the Spearman rank correlation coefficient, the Kendall coefficient, and the Mutual Information index. Experimental results demonstrated a strong monotonic association between the weighting parameters and the system response, with Spearman coefficients above 0.90 and Kendall values around 0.71, both exhibiting robust statistical significance ($p < 10^{-25}$). The Mutual Information analysis further reinforced the existence of nonlinear dependencies, especially under low and medium power reserve conditions. Overall, the findings confirm that the selection of multi-objective weights exerts a significant and non-negligible influence on the cost–emission trade-off behavior, highlighting the importance of adaptive strategies in the operation of low-voltage agri-industrial microgrids.*

Keywords: *Low-voltage microgrids, Multi-objective control, Mutual information analysis, Cost–emission trade-off, Hardware-in-the-Loop (HIL).*

Resumo. *A crescente demanda por soluções energéticas resilientes e sustentáveis no setor agroalimentar tem impulsionado o desenvolvimento de microrredes de baixa tensão compostas por unidades de geração distribuída heterogêneas. Neste*

trabalho, apresenta-se uma análise experimental sobre a dependência estatística entre parâmetros de ponderação multicritério, associados ao custo operacional e às emissões, e o desempenho agregado de uma microrrede em configuração ilhada. O estudo foi conduzido em uma plataforma em tempo real sob arranjo Hardware-in-the-Loop (HIL), a partir da aplicação de uma estratégia descentralizada de controle não linear por curvas de droop. Para quantificar a relação entre as variáveis de decisão (λ_1, λ_2) e a métrica normalizada custo–emissão, foram empregados três métodos estatísticos complementares: coeficiente de correlação de postos de Spearman, coeficiente de Kendall e índice de Informação Mútua. Os resultados experimentais demonstraram forte associação monotônica entre os parâmetros de ponderação e a resposta do sistema, com coeficientes de Spearman superiores a 0,90 e valores de Kendall em torno de 0,71, ambos com significância estatística robusta ($p < 10^{-25}$). A análise de Informação Mútua reforçou a existência de dependências não lineares, especialmente em condições de baixa e média reserva de potência. Em conjunto, os achados confirmam que a seleção dos pesos multiobjetivo exerce influência significativa e não negligenciável sobre o comportamento de compromisso entre custo e emissões, evidenciando a importância de estratégias adaptativas na operação de microrredes agroindustriais de baixa tensão.

Palavras-chave: *Microrredes de baixa tensão, Controle multiobjetivo, Análise de informação mútua, Compromisso custo–emissão, Hardware-in-the-Loop (HIL).*

1. Introduction

Microgrids (MGs), defined as distributed systems encompassing local energy generation, transmission, and consumption, have become technologically and operationally capable of supplying electricity to communities, particularly in rural and peri-urban areas of developing countries. The design and performance assessment of off-grid hybrid renewable energy microgrids primarily involve system reliability, power generation costs, and environmental impact of operation (Tarife et al., 2022). According to Raya-Armenta et al. (2021), the combination of multiple energy resources in a MG system must, therefore, be taken carefully by the system planner, as a set of distinct and sometimes conflicting objectives must be optimized and accomplished by the selected system control method. The starting point for an effective system energy management optimization relies on the adoption of proper objective function models in accordance with the available conventional and non-conventional distributed energy resources (DERs), including both renewable sources and storage technologies.

Simultaneously addressing multiple, often conflicting, objectives remains a central challenge in microgrid applications. In the agri-food sector, the deployment of MG systems introduces distinct operational and planning complexities arising from variable load profiles, heterogeneous DERs, and the seasonal nature of agricultural activities. To navigate these challenges, multi-objective optimization techniques have been increasingly adopted to balance competing operational goals, including minimization of operational

costs, reduction of greenhouse gas emissions, enhancement of system reliability, and improvement of power quality. In contrast to single-objective formulations, multi-objective optimization frameworks enable the simultaneous consideration of multiple performance metrics, providing Pareto-optimal solutions that offer trade-offs tailored to the specific needs of rural stakeholders. For instance, in Zhang et al. (2024), an electricity–heat–water-based multi-energy hub optimization model is proposed to enhance the resilience of agricultural microgrids, with the dual objectives of minimizing operational costs and maximizing resilience under irradiation intensity uncertainty. The proposed optimization problem is mathematically formulated as a nonlinear, non-convex multi-objective problem, and is addressed using the Multiple Preys-based Evolutionary Predator and Prey Strategy (MPEPPS). MPEPPS is an evolutionary algorithm inspired by natural survival behaviors, which effectively solves multi-objective optimization problems by providing Pareto-optimal solutions.

Unlike conventional industrial microgrids, agricultural microgrids exhibit distinct load-side characteristics, where the interaction between energy usage and agricultural processes significantly impacts carbon emission profiles. Within this framework, Fu et al. (2024) developed a synergistic multi-objective optimization model that jointly addresses greenhouse and microgrid operations, explicitly considering the role of load-side greenhouse control strategies in mitigating carbon emissions. For the optimal sizing and operation of an islanded hybrid renewable energy microgrid for rural agricultural communities, Tarife et al. (2022) presented a Multi-Objective Particle Swarm Optimization (MOPSO) approach in conjunction with a multi-case power management strategy. In this work, three conflicting objective functions are simultaneously minimized: loss of power supply probability (LPSP), levelized cost of energy (LCOE), and greenhouse gas (GHG) emissions, all subject to a set of technical and operational constraints. A Pareto-based methodology was adopted to identify non-dominated solutions, enabling the selection of an appropriate trade-off among the conflicting objectives.

From the reviewed state-of-the-art research on agricultural microgrids, it is evident that several multi-objective optimization strategies are currently being investigated for the Energy Management System (EMS) layer. Most of these studies rely on pre-existing datasets that incorporate variable on-site load demands, renewable generation uncertainties, energy price fluctuations, and other operational constraints. However, this dependence on historical or simulated data can pose significant limitations during the early development stages of microgrids, particularly in rural contexts characterized by data scarcity. To address this limitation, Pedroso (2025) proposed a decentralized multi-criteria EMS strategy based on a nonlinear droop control method for the islanded operation of low-voltage microgrids. The proposed approach enables user-guided multi-criteria operation of a low-voltage microgrid without the need to solve a computationally intensive multi-objective optimization problem dependent on pre-existing datasets.

Given the inherent complexity of microgrid systems and the extended optimization horizons involved, most research on EMS and tertiary-level control optimization has been conducted without practical implementation on laboratory-scale microgrid prototypes incorporating Hardware-in-the-Loop (HIL) experimental validation. Consequently, establishing a direct correlation between the control setpoints defined at the EMS level and the actual power-sharing performance or objective parameters observed in real-world

implementations remains a challenging task. In this context, the present paper investigates the correlation between experimentally obtained data and control parameters within a nonlinear droop-based, multi-criteria decentralized control strategy for islanded low-voltage microgrids, implemented on a laboratory-scale HIL platform.

2. Nonlinear Droop-based Decentralized Multi-Criteria Strategy for Low-voltage Microgrids

In the context of energy management for agricultural MG systems, multiple and often conflicting objectives must be considered simultaneously. These include, among others, the minimization of DER operational costs, reduction of system-level greenhouse gas emissions, and mitigation of power losses along extended LV feeder lines. Such objectives may be prioritized based on user-defined preferences or optimized collectively to achieve a balanced compromise that enhances overall system performance. In order to adjust the operation of the MG according to a multi-criteria decision logic in the absence of detailed historical datasets for the distributed generators (DGs) generation profiles, it becomes necessary to derive a normalized mathematical model for each heterogeneous distributed energy resource (DER). These models serve as behavioral representations of the DG units with respect to the selected multi-criteria objectives, enabling the energy management system (EMS) to define the optimal operating conditions, such as proportional power-sharing and unit dispatch sequencing during islanded MG operation. Equation 1 presents the normalization procedure adopted for the selected multi-criteria aspects:

$$DG_i \rightarrow \begin{cases} Cost_i^*(P_{out,i}) &= \frac{Cost_i(P_{out,i})}{\max(Cost_i(P_{out,i}^*))} \\ Emis_i^*(P_{out,i}) &= \frac{Emis_i(P_{out,i})}{\max(Emis_i(P_{out,i}^*))} \\ \vdots & \end{cases}, \quad i = 1, 2, \dots, N_{DG} \quad (1)$$

The decentralized multi-criteria power-sharing strategy considered in the present study consists in combining the obtained normalized objective functions, $Cost_i^*$, $Emis_i^*$, etc., Equation 1, for all MG participating heterogeneous dispatchable DERs into a single normalized function that retains an averaged weighted contribution from each objective function considered. This function, referred to as the Synthetic Multi-Objective Function ($SMOF_i$), is computed as presented in Equation 2 for each grid-forming DG unit within the proposed strategy.

$$\begin{aligned} SMOF_i(P_{out,i}^*) &= \sum_{s=1}^{N_{obj}} \lambda_s \cdot f_{s,i}^*(P_{out,i}^*) \\ &= \lambda_1 \cdot Cost_i^*(P_{out,i}^*) + \lambda_2 \cdot Emis_i^*(P_{out,i}^*) + \dots + \lambda_s \cdot f_{s,i}^*(P_{out,i}^*) \quad (2) \\ &\text{with } \lambda_s \in [0, 1], \quad \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_s = 1 \\ &\forall s \in N_{obj}, \quad i \in N_{DG} \end{aligned}$$

where λ_s represents the weighting factor applied to each normalized objective function, and N_{obj} and N_{DG} denote the total number of optimization objectives and participating DG units, respectively.

Similarly to the fitness model formulation presented in Islam et al. (2025) for multi-objective optimization evaluation criteria, the $SMOF_i$ is defined as the sum of the weighted normalized objective functions. By adjusting the weighting factor λ_s for each considered optimization parameter, a new $SMOF_i$ function can be obtained, effectively serving as an interpolated curve that integrates the influence of the distinct objective functions. This mechanism enables user-guided tuning of the relative importance of each objective within the islanded MG operation. Furthermore, by exploring multiple combinations of the weighting factors λ_s , a compromise solution can be identified that balances the contributions of the various objectives considered in the MG optimization process.

Based on the $SMOF_i$ functions principle, a user-guided multi-criteria operational adjustment strategy aimed at enhancing decentralized power sharing in low-voltage MGs operating in islanded mode was presented by Pedroso (2025). The proposed methodology is specifically tailored to the operational characteristics of agricultural environments, taking into account the typical availability of both renewable and non-renewable dispatchable DERs, as well as the infrastructural and geographic constraints inherent to rural agri-industrial contexts. Figure 1 presents an overview of the proposed nonlinear strategy operational schematic.

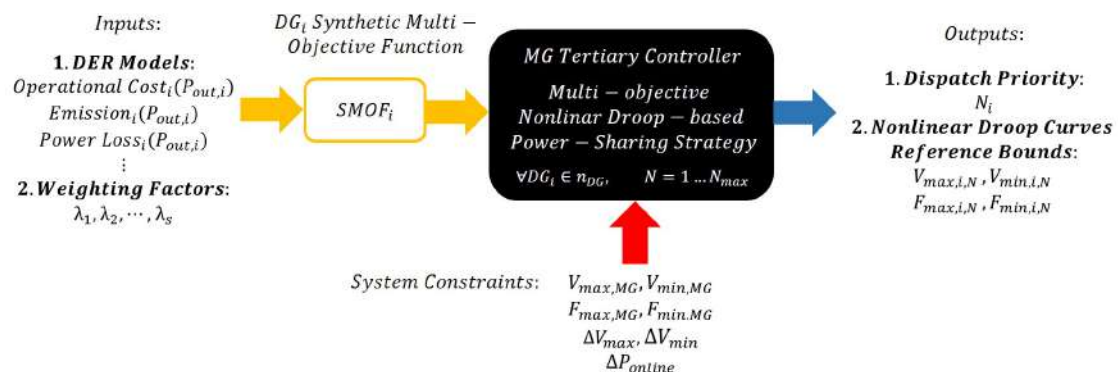


Figure 1: Block diagram of the proposed multi-criteria nonlinear droop-based power-sharing strategy.

The outputs of the decentralized multi-criteria power-sharing strategy are a set of nonlinear droop curves for each dispatchable DG unit i , defined by the maximum $V_{max,i,N}$ and minimum $V_{min,i,N}$ operational voltage amplitudes, as well as the multi-criteria-defined dispatch priority N_i . Figure 2 illustrates the sequencing of nonlinear droop curves for each participating GFM operated DG unit. Higher-priority units, i.e., those that minimize the combined multi-criteria parameters, are positioned in the upper sections of the curve set. The main aspect of applying the proposed strategy lies in defining each curve's maximum, $V_{max,i,N}$, and minimum, $V_{min,i,N}$, voltage amplitude references, thereby establishing the operational range for each participating DG unit in setting its voltage reference and, correspondingly, determining the proportion of active power to be shared in accordance with the desired multi-criteria balanced parameters.

The operational status of each DG unit and its corresponding voltage reference

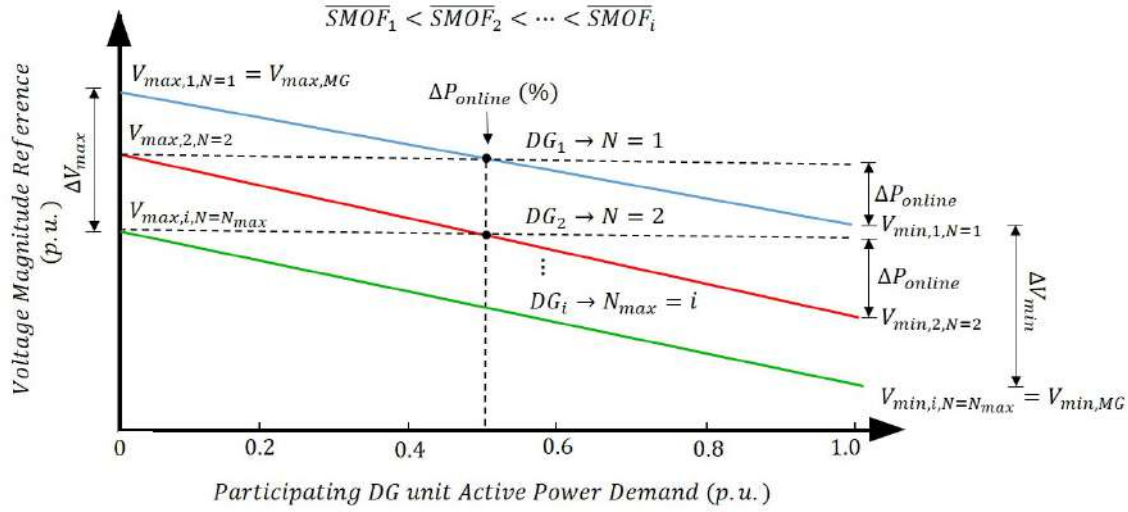


Figura 2: Nonlinear droop-based P - V curves implementing the proposed decentralized multi-criteria power-sharing strategy for LV islanded microgrids.

Source: From author (2025)

for the GFM primary control level are therefore determined individually, based on the microgrid PCC voltage amplitude measured locally at each DG connection point and the respective active power output of the unit, as defined in Equation 3.

$$V_{\text{ref},i,N} = \begin{cases} V_{\text{max},i,N} - m_{p,i,N} \cdot P_{\text{out},i}, & \text{if } V_{\text{PCC}_i} \leq V_{\text{max},i,N} \\ & \rightarrow DG_i \text{ On: MG connected mode} \\ V_{\text{max},i,N}, & \text{if } V_{\text{PCC}_i} > V_{\text{max},i,N}, \quad t_{\text{sm},k} = 0 \\ & \rightarrow DG_i \text{ On: MG disconnected (Standby Off)} \\ 0, & \text{if } t_{\text{sm},k} \geq t_{\text{sm},\text{max}} \\ & \rightarrow DG_i \text{ Shutdown} \\ V_{\text{max},i,N}, & \text{if } V_{\text{max},i,N} < V_{\text{PCC}_i} \leq \zeta_i V_{\text{max},i,N} \\ & \rightarrow DG_i \text{ On: Disconnected (Standby On)} \end{cases} \quad (3)$$

The operational logic presented in Equation 3 enables the decentralized coordination of heterogeneous DERs within low-voltage MG systems, allowing for the simultaneous execution of autonomous dispatch and proportional power-sharing among the participating DG units.

3. Decentralized EMS Implementation on a Hardware-in-the-Loop Microgrid Platform

3.1. Microgrid Prototype System Development Description

For the experimental validation of the proposed decentralized multi-criteria power-sharing strategy, a laboratory-scale MG prototype that replicates key features of a real low-voltage agricultural MG system was developed. Given that the proposed strategy simultaneously addresses both DG unit commitment and proportional power sharing, a minimum set of three heterogeneous DERs with distinct physical and operational characteristics is required to enable a meaningful validation. This configuration is essential for assessing the effectiveness of the decentralized dispatch mechanism and the embedded priority-based power-sharing logic.

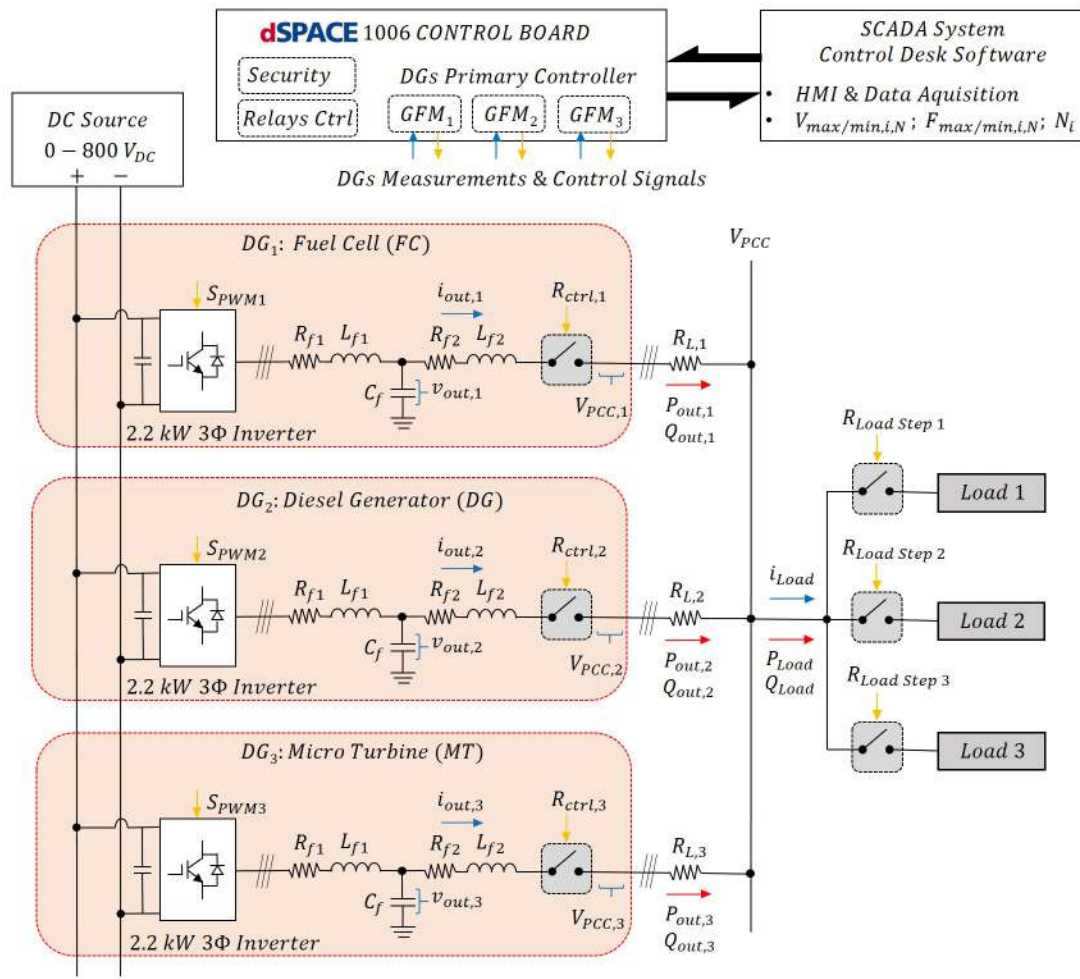
Based on the infrastructure available at the AAU-MGLab, programmable three-phase full-bridge DANFOSS inverters were employed to emulate these distinct DER types. These inverters serve as flexible power electronic interfaces capable of replicating the dynamic behavior, response time, and operational constraints of heterogeneous DER technologies typically found in agricultural MG environments. Such emulation allowed the implementation of realistic multi-resource scenarios, thereby supporting a comprehensive and controlled validation of the proposed control framework withing the system user-guided multi-criteria adjustment. The single-line diagram of the low-voltage MG laboratory setup developed to validate the proposed strategy is illustrated in Figure 3 and the MG overall configuration parameters is presented in Table 1, which highlights the configuration adopted for emulating the distinct DERs, load interface, control system integration, and monitoring infrastructure.

To reflect the heterogeneity typically observed in agricultural-related DERs, each inverter-based DG in the laboratory microgrid was configured to emulate a specific energy source. These included a biogas microturbine, a combustion-based diesel/biodiesel generator, and an ESS hybridized with stochastic renewable resources commonly found in agricultural settings, such as solar photovoltaic or wind power. In the context of this work, the latter configuration is represented by a hydrogen-based fuel cell unit. The integration of such diverse generation profiles enabled the evaluation of the proposed control strategy under realistic conditions characterized by pronounced operational heterogeneity. The individual mathematical models for each of the selected DER can be found in the work of (Pedroso, 2025). The overall MG system average global operational cost, TMG_{Cost} , and emission, TMG_{Emis} , for the MG prototype over the experimental time horizon can be obtained as:

$$\begin{cases} TMG_{Cost} = \frac{1}{H} \sum_{i \in N_{DG}} \sum_{t \in H} Cost_i \cdot P_{out,i}(t) \\ TMG_{Emis} = \frac{1}{H} \sum_{i \in N_{DG}} \sum_{t \in H} Emis_i \cdot P_{out,i}(t) \end{cases} \quad (4)$$

Moreover, the experimental tests were performed under three different levels of online power reserve, ΔP_{online} , set at 20%, 50%, and 80% of the total rated power. Therefore, based on the experimental results, a set of three experimental analyses was conduc-

Figura 3: Single-line diagram of the experimental setup developed to validate the proposed decentralized strategy.



Source: From author (2025)

ted to illustrate the behavior of the proposed multi-criteria control strategy under distinct case scenarios obtained from the variation of the weighting parameters λ_1 and λ_2 , and the online power reserve ΔP_{online} . This enabled the identification of suitable compromise solutions for overall microgrid performance during islanded operation, balancing cost efficiency and environmental sustainability.

3.2. Experimental Microgrid Setup and Real-Time Control Infrastructure

The radial low-voltage agricultural MG system and the proposed decentralized multi-criteria power-sharing strategy were experimentally validated in real time at Aalborg University (AAU), within the Center for Research on Microgrids (CROM), Microgrid and Energy Internet Laboratory (MGLab). These facilities were employed to validate the proposed decentralized control approach, specifically designed for low-voltage agricultural microgrids. The experimental setup depicted in Figure 4 served as the basis for implementing and assess the performance of the decentralized multi-criteria strategy under realistic

Tabela 1: Physical and control parameters of the experimental low-voltage microgrid prototype.

Power Quality Parameters of the Low-Voltage Islanded Microgrid			
Parameter	Value	Parameter	Value
V_{refMG}	127 V _{LN} (=1.0 p.u.)	F_{refMG}	50 Hz (=1.0 p.u.)
$V_{maxMGpu}$	1.10 p.u.	$F_{maxMGpu}$	1.01 p.u.
$V_{minMGpu}$	0.90 p.u.	$F_{minMGpu}$	0.99 p.u.
Grid-Forming Controlled DG Primary Control Parameters			
Parameter	Value	Parameter	Value
$P_{Rated,DG1, 2, \text{ and } 3}$	1.0 kW	f_s	10 kHz
DG_1	Diesel Generator	t_{sm}	0.1 s
DG_2	Fuel Cell	R_v	9.0
DG_3	Microturbine	L_v	0.1
K_{pv}	0.0245	K_{pc}	2.8274
K_{iv}	12.8210	K_{ic}	157.0796
ζ_i	2.7527	ω_{ni}	295.4090
Line and Load Parameters			
Parameter	Value	Parameter	Value
$R_{L1, 2, \text{ and } 3}$	0.1 Ω	$R_{Load \text{ Step } 2}$	153.33 Ω^*
$R_{Load \text{ Step } 1}$	460 Ω^*	$R_{Load \text{ Step } 3}$	57 Ω^*
Inverter LCL Filter Parameters			
Parameter	Value	Parameter	Value
$L_{f1, \text{ and } 2}$	1.8 mH	$r_{f1, \text{ and } 2}$	0.1 Ω
$C_f (\Delta)$	9.0 μF	f_{res}	1020.3 Hz

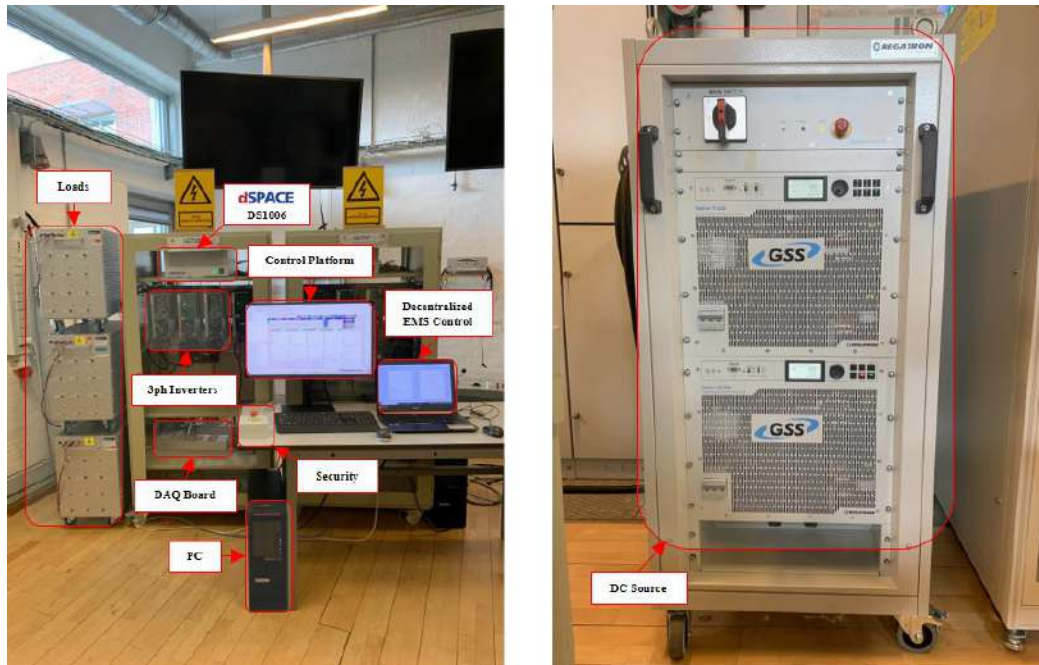
* Balanced Y-connected resistive load used as baseline reference for dynamic load variation analysis.

operating conditions.

The physical MG testbed, hereafter referred to as the experimental setup, was composed of the following key components:

1. A programmable DC power source;
2. Three DANFOSS 2.2 kW full-bridge three-phase inverters for DC-AC conversion;
3. Interface and protection boards, along with integrated laboratory safety systems;
4. Three-phase voltage and current sensors (LEM boards) for real-time measurement;
5. Eight independently controllable electromechanical relays for dynamic load connection and disconnection;
6. Variable resistor-based load banks for adjustable power demand emulation;

Figura 4: Experimental microgrid prototype developed at AAU-MGLab for HIL validation of the proposed decentralized multi-criteria power-sharing strategy, specifically designed for low-voltage agricultural MG applications.



Source: From author (2025)

7. A control platform with a Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) system implemented using ControlDesk software on a dedicated experimental setup computer.

To emulate the primary power supply of the microgrid, a stable DC source was provided by a REGATRON programmable power unit rated at 0–1000 V_{DC} and 80 kW. The MG experimental setup incorporates four Danfoss VLT FC302 three-phase full-bridge inverters with a rated active power of 2.2 kW for DC-AC conversion, all supplied by the shared DC source. Each inverter is individually controlled in real time by a dSPACE DS1006 control platform, which acquires system variables, such as AC/DC voltages and currents, through LEM sensors and subsequently generates the PWM switching signals according to the developed control logic. The dSPACE controller interfaces with the ControlDesk-based SCADA system, allowing real-time monitoring, overall MG system control, and data acquisition.

4. Statistical Dependency Analysis Between Weight Parameters and Multi-criteria Performance

To assess the statistical dependency between the decision-making parameters for operational cost and emission, λ_1 and λ_2 , which regulate the power-sharing proportions and dispatch prioritization of DGs within the proposed multi-criteria optimization framework, and the resulting normalized performance metric, a comprehensive set of non-parametric and information-theoretic statistical tests is set to be performed. The investigated metric

is defined as the ratio between the normalized total operational cost and the normalized total emissions of the low-voltage MG, as formalized in Equation 5. These quantities were obtained from real-time measurements collected via the HIL experimental platform.

$$\left(\lambda_1 - \lambda_2, \frac{TMG_{\text{Emis}}^*}{TMG_{\text{Cost}}^*} \right)_{\lambda_1, \lambda_2, \Delta P_{\text{online}}} \quad \forall \quad (\lambda_1, \lambda_2) \in [0, 100], \quad \lambda_1 + \lambda_2 = 100, \quad \text{and } \Delta P_{\text{online}} \in \{20\%, 50\%, 80\\% \} \quad (5)$$

The metric reflects the trade-off solutions generated from the MG overall evaluation of the multi-criteria cost and emission models, $T_{\text{Cost},MG}^*$ and $T_{\text{Emis},MG}^*$, respectively, which are calculated using the experimental active power output data $P_{\text{out},i}$ measured from the three participating DG units under each case scenario defined by the objective function weighting parameters $\lambda_1 - \lambda_2$ and the considered online power reserve levels ΔP_{online} .

To evaluate the statistical dependency between the objective function weighting parameters and the resulting normalized performance metric under such nonlinear conditions, three statistical methods were employed. These methods are specifically chosen for their robustness in handling monotonic, non-parametric, and non-linear data distributions: (i) Spearman's rank correlation coefficient, (ii) Kendall's tau coefficient, and (iii) mutual information index. Collectively, these methods enable a comprehensive assessment of both linear and nonlinear dependency patterns, capturing a wide spectrum of interactions between the control parameters and the system's aggregated performance response.

First, the Spearman rank correlation coefficient, ρ_s , was computed following the methodology presented in Best and Roberts (1975) to assess the presence and strength of a monotonic relationship. The Spearman rank-order test evaluates the hypothesis that a statistically significant monotonic association exists between two continuous or ordinal variables. A monotonic nonlinear relationship, as captured by Spearman's method, indicates a consistently increasing or decreasing trend between the variables, without implying a linear or proportional dependence.

To further substantiate the monotonic association, the Kendall tau coefficient, τ , was also employed (Kendall, 1962). This non-parametric statistic measures the ordinal association between two variables based on the relative ordering of paired observations. The coefficient is determined by evaluating the number of concordant and discordant observation pairs: a pair is concordant if the ranks of both variables increase or decrease simultaneously, and discordant otherwise. Compared to Spearman's coefficient, Kendall's τ typically provides a more conservative and robust estimate, particularly effective in the presence of small sample sizes, tied ranks, or outliers, and when the assumption of continuous distributions is not satisfied. Both the Spearman and Kendall correlation analyses are evaluated under the following statistical hypotheses:

$$\begin{cases} H_0: & \rho_s, \tau = 0, (r_s, r_k) \rightarrow \text{No monotonic correlation between the variables} \\ H_1: & \rho_s, \tau \neq 0, (r_s, r_k) \rightarrow \text{Statistically significant monotonic correlation exists} \end{cases}$$

Where the coefficients r_s and r_k represent the estimated Spearman's and Kendall's correlation values, respectively, while p_s and p_k denote their corresponding p -values. According to standard statistical inference criteria, a p -value below 0.05 leads to the rejection

of the null hypothesis H_0 at the 5% significance level, confirming the existence of a statistically significant monotonic dependency.

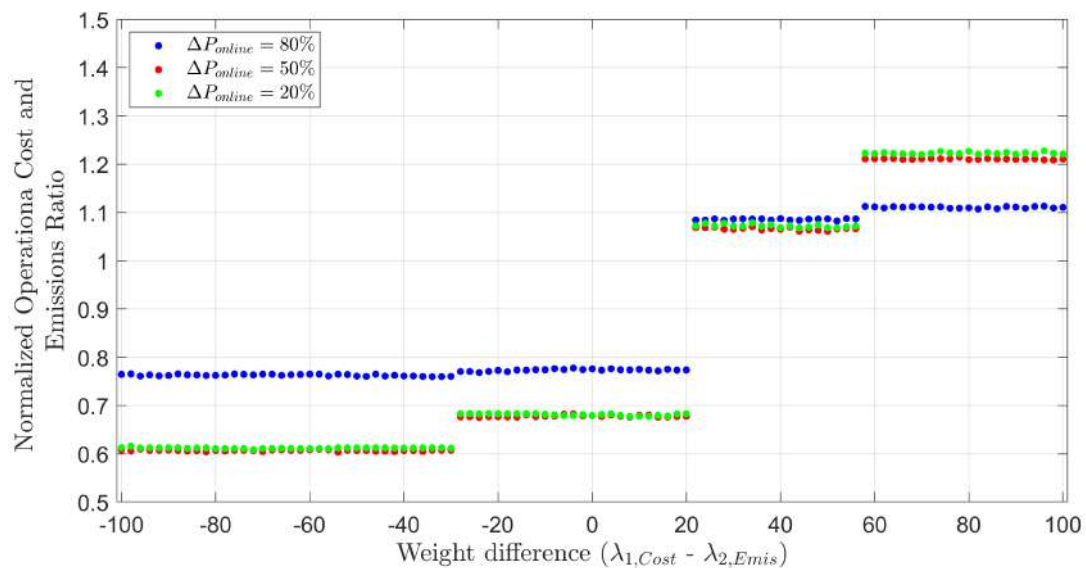
In addition, to capture broader and potentially non-monotonic forms of dependence between the weighting parameters and the normalized performance metric, the Mutual Information (MI) test is applied. This test leverages a histogram-based joint probability estimation method to quantify the amount of shared information between variables, regardless of the underlying functional form of their relationship. Unlike correlation-based tests, MI is sensitive to both linear and nonlinear associations, including non-monotonic patterns, making it suitable for characterizing complex dependencies, as in the case of the proposed multi-criteria nonlinear droop-based strategy for low-voltage MG applications.

5. Results on the Statistical Dependency Between Weight Parameters and Multi-criteria Performance

The statistical analysis was applied to the experimental data obtained from the low-voltage MG prototype in order to quantify the dependency between the objective weight parameters (λ_1, λ_2) and the normalized cost-to-emission performance metric. Figure 5 illustrates the system-level trade-off between operational cost and emissions for different weighting configurations and online reserve scenarios.

The results reveal a clear monotonic yet nonlinear relationship between the weight allocation and the aggregated MG performance. This behavior stems from the nonlinear droop power-sharing mechanism combined with the dynamic dispatch prioritization imposed by the multi-criteria control strategy, as evidenced by the consistent directional trends shown in Figure 5.

Figure 5: Impact of objective function weighting on the normalized operational cost and emissions trade-off for different online power reserve scenarios.



The statistical dependency between the multi-criteria weighting configuration (λ_1 ,

λ_2) and the resulting normalized cost-to-emission trade-off metric obtained from the HIL-based experimental framework was evaluated using three complementary statistical methods: Spearman's rank correlation coefficient, Kendall's tau coefficient, and Mutual Information (MI) analysis. The corresponding results are presented in Table 2 for three distinct online power reserve levels ($\Delta P_{\text{online}} = 20\%, 50\%, 80\%$).

The Spearman rank correlation coefficient, r_s , consistently yielded values above 0.90 for all reserve levels, with p -values numerically indistinguishable from zero (i.e., $p_s < 10^{-30}$), thereby providing overwhelming statistical evidence of a strong monotonic association between the objective function weight vector and the global system performance. These results indicate that as the relative emphasis between cost and emission objectives is varied, the normalized performance metric responds in a highly consistent directional manner, even in the presence of potential nonlinearities.

Tabela 2: Correlation analysis between objective weight configurations and HIL experimental performance metrics.

ΔP_{online} (%)	Spearman Test		Kendall Test		MI Test
	r_s	p_s	r_k	p_k	I
20	0.910	$< 10^{-30}$	0.702	2.43×10^{-25}	1.22
50	0.912	$< 10^{-30}$	0.715	3.55×10^{-26}	1.22
80	0.909	$< 10^{-30}$	0.717	2.43×10^{-25}	0.64

In parallel, the Kendall tau coefficient, r_k , values ranged from 0.702 to 0.717, with similarly negligible p -values (e.g., $p_k < 10^{-25}$), confirming the statistical significance of the ordinal association. Owing to its non-parametric formulation and higher robustness to noise and outliers, the Kendall test further reinforces the conclusion that a strong monotonic relationship governs the interaction between input weight configurations and observed system response. Furthermore, Mutual Information results (1.22 at 20% and 50%, 0.64 at 80%) indicate substantial dependency between weight settings and the cost-emission metric, with reduced values at high reserve linked to fewer operational degrees of freedom.

Taken collectively, the outcomes from these three independent tests, each targeting distinct statistical features, converge to a coherent conclusion: the vector of objective weights (λ_1, λ_2) exerts a statistically significant and non-negligible influence on the system's operational trade-off behavior. These findings underscore the importance of careful weight selection or adaptive weighting strategies in practical implementations of the proposed multi-criteria nonlinear droop-based control strategy for low-voltage microgrids, particularly under varying reserve margins and operational constraints.

6. Conclusion

The experimental results obtained from the Hardware-in-the-Loop platform demonstrated that the weighting parameters adopted in the multi-criteria power-sharing strategy exert

a statistically significant influence on the overall performance of low-voltage agricultural microgrids. Strong monotonic correlations identified through Spearman and Kendall coefficients confirmed the sensitivity of the system's cost–emission balance to the adopted multi-objective weights. The complementary Mutual Information analysis further revealed the presence of nonlinear dependencies, indicating that the effects of the weighting parameters extend beyond linear proportionality, particularly under medium and low reserve conditions.

From a control and optimization perspective, these findings validate the practical applicability of the proposed decentralized nonlinear droop-based strategy for user-guided energy management. By eliminating the reliance on pre-existing datasets and enabling flexible adjustment of cost and emission priorities, the method allows for real-time adaptation of the microgrid operating point according to the decision maker's preferences. This capability is especially valuable for rural and agri-industrial environments, where variability in resource availability and load demand often constrains the use of conventional centralized EMS solutions.

Overall, the study confirms that the proposed multi-criteria approach provides an effective and experimentally validated framework for achieving adaptive, resilient, and sustainable operation of low-voltage agricultural microgrids. The integration of statistical dependency analysis into the control design process offers a quantitative basis for selecting and tuning multi-objective weights, paving the way for the development of intelligent and context-aware EMS solutions in future agri-energy microgrid systems. Future research should focus on extending the method to multi-microgrid configurations, integrating stochastic and predictive control layers, and evaluating long-term performance under varying seasonal and climatic conditions.

Acknowledgments

The authors would like to express their sincere gratitude for the financial support provided by CAPES and FAPEMIG.

Referências

- Best, D. J. and Roberts, D. E. (1975). Algorithm as 89: The upper tail probabilities of spearman's rho. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 24(3):377–379.
- Fu, X., Bai, J., Sun, H., and Zhang, Y. (2024). Optimizing agro-energy-environment synergy in agricultural microgrids through carbon accounting. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 15(5):4819–4834.
- Islam, S., Mostaghim, S., and Hartmann, M. (2025). Multi-objective optimization algorithms for energy management systems in microgrids: A control strategy based on a phil system. arXiv preprint arXiv:2505.18210.
- Kendall, M. G. (1962). *Rank Correlation Methods*. Griffin Books on Statistics. Hafner Publishing Company, New York, USA, 1 edition. LCCN: 56001526.
- Pedroso, J. P. d. C. (2025). *Decentralized Multi-Criteria Nonlinear Droop Control*

Strategy for Power Sharing in Low-Voltage Agricultural Microgrids. Tese (doutorado), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG. Orientador: Prof. Dr. Ricardo Rodrigues Magalhães. Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Sílvia Costa Ferreira.

Raya-Armenta, J. M., Bazmohammadi, N., Avina-Cervantes, J. G., Sáez, D., Vasquez, J. C., and Guerrero, J. M. (2021). Energy management system optimization in islanded microgrids: An overview and future trends. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 149:111327. DOI: 10.1016/j.rser.2021.111327, Available on: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121006134>.

Tarife, R., Nakanishi, Y., Chen, Y., Zhou, Y., Estoperez, N., and Tahud, A. (2022). Optimization of hybrid renewable energy microgrid for rural agricultural area in southern philippines. Energies, 15(6):2251.

Zhang, Y., Chen, J., Wang, Y., and Feng, L. (2024). Enhancing resilience of agricultural microgrid through electricity–heat–water based multi-energy hub considering irradiation intensity uncertainty. Renewable Energy, 220:119739.

Otimização do Algoritmo de Curvas Principais K-segmentos com *Grey Wolf Optimizer* (GWO)

Bruno da Silva Macêdo¹, Rafael Avila dos Santos¹, Livia Marques², Érica da Costa Reis Carvalho³, Danton Ferreira², Bruno Henrique Groenner Barbosa²

¹Programa de Pós Graduação em Engenharia de Sistemas e Automação – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Automática – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciências da Computação – Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ)
Caixa Postal 3037 CEP 36301-360 – São João Del Rei, MG – Brasil

{bruno.macedo2,rafael.santos20, livia.rodrigues3}@estudante.ufla.br,
{danton, brunohb}@ufla.br, ericacarvalho@ufs.ju.edu.br

Abstract. *This study explores the optimization of the Principal Curves K-segments classifier using the Grey Wolf Optimizer (GWO) metaheuristic, aiming to reduce the need for manual adjustments. The methodology includes cross-validation and database normalization. Four public datasets (Breast_Cancer, Iris, Wine, and Thyroid) were analyzed, and the optimized K-segments were compared with Support Vector Machine (SVM) and Naïve Bayes (NB), evaluating accuracy, precision, recall, and F1-score. The results show that GWO consistently improves the performance of K-segments, achieving average accuracies of approximately 0.97 for Breast_Cancer, Iris, and Wine, and approximately 0.90 for Thyroid.*

Keywords: *Principal Curves, K-segments, GWO.*

Resumo. *Este estudo explora a otimização do classificador Curvas Principais K-segmentos utilizando a meta-heurística Grey Wolf Optimizer (GWO), com o objetivo de diminuir a necessidade de ajustes manuais. A metodologia abrange validação cruzada e normalização das bases de dados. Foram analisados quatro conjuntos de dados públicos (Breast_Cancer, Iris, Wine e Thyroid) e comparado o K-segmentos otimizado com Support Vector Machine (SVM) e Naïve Bayes (NB), avaliando a acurácia, precisão, recall e F1-Score. Os resultados mostram que o GWO melhora consistentemente o desempenho do K-segmentos, atingindo acurácias médias de aproximadamente 0,97 em Breast_Cancer, Iris e Wine, e de cerca de 0,90 em Thyroid.*

Palavras-chave: *Curvas Principais, K-segmentos, GWO.*

1. Introdução

O Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*, ML) é um dos principais ramos da Inteligência Artificial (IA), responsável pela criação de algoritmos que podem reconhecer padrões e deduzir relações complexas a partir de dados. Ao contrário das abordagens baseadas em regras fixas, os modelos de ML obtêm conhecimento

diretamente das amostras fornecidas, ajustando seus parâmetros internos de maneira iterativa para melhorar o desempenho em tarefas específicas, como classificação, regressão, reconhecimento de padrões e predição [Alpaydin 2021]. Entre os métodos utilizados para classificação e análise de dados, destaca-se o emprego de técnicas como as Curvas Principais (CP), que possibilitam representar dados de alta dimensão de maneira mais sintética, de uma forma compacta e unidimensional.

Hastie e Stuetzle (1989) desenvolveram o conceito de CP como uma abordagem que é uma generalização não linear do método de Análise de Componentes Principais. Essas curvas suaves de dimensão unidimensional atravessam o centro de distribuições multidimensionais, permitindo uma representação mais compacta e adaptável dos dados, ou seja, de forma unidimensional. As CP têm se mostrado uma ferramenta poderosa para o reconhecimento de padrões em conjuntos de dados complexos. Elas têm a capacidade de representação, uma vez que conseguem modelar classes com distribuições complexas, sejam elas alongadas, esféricas ou circulares [Kégl et al. 2000]. Além disso, uma curva pode representar melhor os dados do que um único centróide ou um único neurônio (como em redes neurais tradicionais), pois acompanha a estrutura contínua da distribuição [Kégl et al. 2000].

Na literatura, existem diversas aplicações desse algoritmo voltadas para o reconhecimento de padrões, como [Borges et al. 2019], que utilizou um método de classificação baseado em CP para gerar uma fronteira de decisão onde os dados dentro da fronteira são referentes ao motor de indução sem falha e os dados fora, referentes ao motor de indução com falha. Braga et al. (2019) utilizaram um classificador baseado em CP, K-segmentos, no qual realizaram testes experimentais em bases de dados sintéticas para demonstrar a eficiência do método proposto em problemas de representação. Já Moraes e Ferreira (2016) desenvolveram um método baseado em CP para agrupamento de dados, realizando a separação dos dados em grupos que possuíam características bem semelhantes.

Dal Cortivo e Marques (2014) propõe um classificador baseado em CP para classificação supervisionada dos dados das bases de dados *Iris*, *Wine* e *Tiroide*, obtidos na UCI - *Machines Respository* [Asuncion e Newman 2007]. Faier (2006) utiliza técnica de CP na identificação de descargas parciais em sistemas de potência e [Banfield e Raftery 1992] para detecção de blocos de gelo em imagens de satélite. As CP também têm sido utilizadas para a extração de características para identificação de escrita manual [Bai e Zhu 2012] e no diagnóstico de doenças oculares [You et al. 2011].

No algoritmo de extração de CP, o método k-segmentos realiza o processo de extração da CP de maneira incremental, aumentando gradativamente o número de segmentos a cada iteração. Devido à sua robustez, baixa sensibilidade a mínimos locais e garantia de convergência, é amplamente aplicado na extração de curvas. Para utilizá-lo, o usuário precisa definir alguns parâmetros, como o número máximo de segmentos e o coeficiente de suavidade da curva. Por outro lado, determinados valores numéricos que influenciam a representatividade dos dados, como o comprimento dos segmentos que compõem a curva, são fixados [Moraes e Ferreira 2016].

No entanto, ajustar os hiperparâmetros do método k-segmentos é uma tarefa complexa, que impacta diretamente a capacidade do modelo de capturar adequadamente a estrutura dos dados. Parâmetros como número de segmentos, coeficiente de

suavização e largura de banda exigem calibração cuidadosa, pois valores inadequados podem comprometer significativamente o desempenho do modelo. Diversos trabalhos na literatura, como os de [Syarif 2016], [Bergstra e Bengio 2012], [Kégl et al. 2000] e [Meng e Eloyan 2021] destacam a importância da escolha apropriada de hiperparâmetros em modelos não lineares, como CP, e que a complexidade e a flexibilidade da CP estão fortemente ligadas aos valores dos hiperparâmetros, e que uma escolha inadequada pode levar a *overfitting* ou sub-representação dos dados.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo otimizar os hiperparâmetros das CP por meio da técnica de Otimização do Lobo Cinzento (*Grey Wolf Optimizer*, GWO), aprimorando sua aplicação em problemas de classificação. Além disso, propõe-se uma comparação com outros algoritmos de classificação, como *Naïve Bayes* (NB) e *Support Vector Machine* (SVM).

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 descreve as bases de dados utilizadas, o pré-processamento realizado. Na Seção 3 são apresentados os métodos de classificação utilizados. A Seção 4 apresenta a técnica de otimização utilizada. Já a Seção 5 apresenta as métricas para avaliar o desempenho dos métodos. A Seção 6 apresenta os experimentos computacionais realizados e discute seus resultados. Por fim, na Seção 7, as conclusões são apresentadas.

2. Materiais e Métodos

Nesta seção são descritas as bases de dados utilizadas e o pré-processamento realizado.

2.1. Bases de Dados

As bases de dados utilizadas foram *Breast Cancer*, *Iris*, *Thyroid* e *Wine*, através de [Vinay 2025] e do pacote *Scikit-Learn* [Pedregosa et al. 2011]. A base de dados *Breast Cancer* refere-se a um problema de classificação binária que tem como objetivo principal auxiliar na classificação de tumores de mama como benignos ou malignos a partir de características obtidas por exames de imagem microscópica de tecidos. A base possui 569 amostras, 30 atributos (incluindo aspectos como textura, suavidade, simetria, concavidade, raio e perímetro das massas celulares) e 2 classes binárias (0 para tumor maligno e 1 para tumor benigno).

Já a base de dados *Iris* tem como propósito distinguir espécies de flores do gênero *Iris* com base em medidas morfológicas coletadas de suas pétalas e sépalas. Ela contém 150 amostras, 4 atributos e 3 classes, divididas igualmente entre três espécies de flores (*Iris setosa*, *Iris versicolor* e *Iris virginica*). Cada amostra é descrita por quatro atributos numéricos contínuos, os quais são o comprimento e a largura das sépalas e das pétalas.

Ademais, a base de dados *Thyroid* contém dados de recorrência do câncer de tireoide após terapia com iodo radioativo (RAI). Ao todo, a base possui 383 registros de pacientes com 12 atributos, incluindo idade, sexo, estadiamento do câncer, tipo de patologia, classificação de risco, resposta ao tratamento. A variável alvo é o estado de recorrência do câncer, podendo ser “yes” ou “no” indicando se o câncer recorreu ou não.

Por fim, a base de dados *Wine* tem o objetivo de classificar amostras de vinho de acordo com sua origem, a partir de medições físico-químicas realizadas em laboratório. A base

possui 178 amostras de vinhos provenientes de três cultivares de uvas diferentes cultivadas na região italiana de Piemonte, cada uma representando uma classe distinta (classe 0, 1 e 2). As amostras são descritas por 13 variáveis numéricas contínuas, que correspondem às características químicas e espectrais dos vinhos, tais como teor alcoólico, concentração de ácido málico, cinzas, magnésio, fenóis totais, flavonoides, intensidade de cor e prolina, entre outros.

2.2. Pré-Processamento

No pré-processamento, foi aplicada a técnica Holdout [Kohavi et al. 1995] para dividir a base em treinamento e teste, sendo 80% e 20%, respectivamente. Além disso, foi realizada a normalização *MinMax* [Pedregosa et al. 2011], que consiste em ajustar os valores das variáveis para um intervalo compreendido entre 0 e 1. Esse processo é útil para garantir que todas as variáveis tenham a mesma escala, prevenindo que variáveis com magnitudes significativamente maiores impactem de forma desproporcional a otimização e o treinamento dos modelos de ML [Kelsy et al. 2023].

3. Métodos de Classificação

Nesta seção, são descritos o método de CP e os métodos de classificação utilizados para fins de comparação, bem como a técnica de otimização de hiperparâmetros.

3.1. Curvas Principais (CP)

O método de extração de CP conhecido como K-segmentos é utilizado para aproximar e simplificar curvas por meio de uma divisão em segmentos, com o objetivo de representar a sequência de dados de maneira eficiente, preservando suas características essenciais. Esse método é particularmente útil em problemas de compressão de dados, permitindo uma redução significativa da complexidade sem perder informações relevantes [Verbeek, Vlassis e Kröse 2002]. Seu processo pode ser dividido em três etapas, detalhadas a seguir:

- Etapa 0 - Adição do segmento inicial: O primeiro segmento é inserido levando em conta todos os eventos do conjunto de dados. Inicialmente, é determinado um centro correspondente à média dos valores do conjunto. A partir desse ponto central, o primeiro segmento é traçado na direção do primeiro componente principal, com um comprimento equivalente a $3/2$ do desvio padrão associado a esse componente.
- Etapa 1- Adição de um novo segmento: Para os segmentos subsequentes, determina-se um ponto central utilizando o agrupamento *k-means*. Com base nas regiões de Voronoi, que contêm os eventos mais próximos desse novo centro do que de qualquer um dos segmentos já estabelecidos, selecionam-se os eventos que formarão o novo agrupamento. Como a distribuição dos eventos muda, os segmentos previamente existentes são recalculados. Por fim, os segmentos são conectados por uma linha reta sem suavização.
- Etapa 2- Avaliação das condições de término do método: Verifica-se se o algoritmo atingiu a convergência ou se o número máximo de segmentos, k_{max} , definido pelo usuário, foi alcançado. A convergência é considerada quando o maior agrupamento possível contém menos de três segmentos. Se nenhum dos

critérios de parada for satisfeito, o processo retorna ao Passo 1 para continuar a iteração.

O algoritmo k-segmentos possui três parâmetros, que são k_max , f e o $lamda$. O k_max define o número máximo de segmentos lineares que podem ser ajustados à curva principal. Já o f é o parâmetro de suavização ou fração de vizinhança utilizada durante a estimativa local da curva. E o $lamda$ controla a penalização da complexidade da curva. Valores maiores de $lamda$ favorecem curvas mais suaves e menos flexíveis, enquanto valores menores permitem ajustes mais próximos aos dados.

Na Figura 1 é apresentado um exemplo de classificação das CP, na qual “ f ”, “ i ” e “ h ” representam as CP em um espaço de características. Ao analisar uma amostra “ K ”, é possível calcular a distância Kf que indica a separação entre K e a curva “ f ”. Já a distância Ki mede a distância entre K e a curva “ i ”. E a distância Kh representa a distância entre K e a curva “ h ”. Com o cálculo destas distâncias, é possível avaliar e classificar “ K ” como pertencente à classe “ h ”, por ter a menor distância.

Figura 1 - Curvas Principais.

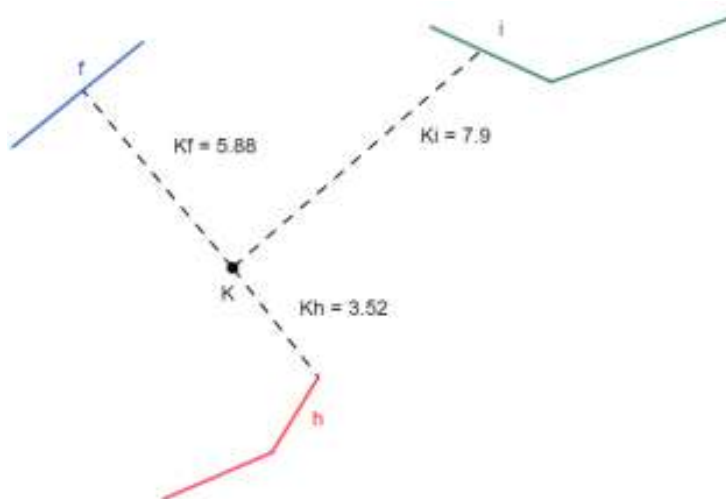


Figura 1 - Classificação com Curvas Principais. Fonte: Retirado de [de Castro, Silva e Ferreira 2024].

3.2. Naive Bayes (NB)

O método *Naive Bayes* (NB) se baseia na previsão de probabilidades. O algoritmo, para cada classe, determina a chance de um objeto específico pertencer a essa classe [Jamain e Hand 2005]. As probabilidades são obtidas pelo NB através da frequência de associação entre os valores da classe e os valores dos diversos atributos de entrada observados nos dados de treinamento. Contudo, é fundamental destacar uma premissa essencial para o funcionamento desse classificador: a suposição de independência condicional entre os atributos, dado que a classe é conhecida. Essa hipótese implica que, para cada classe, as variáveis de entrada são consideradas estatisticamente independentes umas das outras. O teorema de NB é utilizado para calcular a probabilidade futura $P(C_k | X)$ de que um exemplo X se enquadre na classe C_k . A equação geral é expressa por:

$$P(C_k | X) = \frac{P(C_k) \cdot P(X | C_k)}{P(X)} \quad (1)$$

onde $P(C_k | X)$ representa a probabilidade posterior da classe C_k com base em um exemplo X , $P(C_k)$ representa a probabilidade inicial da classe C_k , $P(X | C_k)$ representa a chance de observar X , presumindo que ele pertença à classe C_k e $P(X)$ representa a chance de observar o exemplo X (igual para todas as classes).

3.3. Support Vector Machine (SVM)

O *Support Vector Machine* (SVM) é um método de aprendizagem supervisionada, com o objetivo de criar um limite de decisão entre duas ou mais classes, permitindo a predição de rótulos de um ou mais recursos de vetores [Suthaharan 2016]. O limite de decisão é chamado de hiperplano, é orientado de forma que fique o mais longe possível dos pontos de dados com maior proximidade de cada uma das classes. São chamados de vetores de suporte estes pontos que estão mais próximos. Seja um conjunto de dados de treinamento rotulado expresso pela Equação 2:

$$(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n), x_i \in \mathbb{R}^d, y_i \in (-1, +1) \quad (2)$$

onde x_i é a representação do vetor de recursos, y_i a classe, podendo ser negativa ou positiva de um item de treinamento i . A otimização do hiperplano é definida pela Equação 3:

$$w^T x + b = 0 \quad (3)$$

onde w é o vetor de pesos, x é o vetor de recursos de entrada, e b é o viés. O w e b devem satisfazer as seguintes desigualdades para todo conjunto de treinamento, conforme a Equação 4. O modelo SVM é treinado para encontrar um w e b que permita realizar a separação dos dados no hiperplano e maximize a margem.

$$\begin{aligned} w^T x + b &\geq +1 \quad \text{se } y_i = 1 \\ w^T x + b &\leq -1 \quad \text{se } y_i = -1 \end{aligned} \quad (4)$$

4. Otimização do Lobo Cinzento (GWO)

A meta-heurística conhecida como *Grey Wolf Optimizer* (GWO), apresentada por Mirjalili, Mirjalili e Lewis (2014), baseia-se no comportamento de caça e na estrutura social dos lobos cinzentos. Essa espécie (*canis lupus*), integrante da família dos canídeos, é classificada como predadora e ocupa uma posição destacada no topo da cadeia alimentar. Normalmente, os lobos cinzentos organizam-se em bandos com uma média de 5 a 12 membros. Um aspecto relevante é que esses grupos apresentam uma hierarquia social bastante rígida e bem definida, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Hierarquia social dos lobos cinzentos.

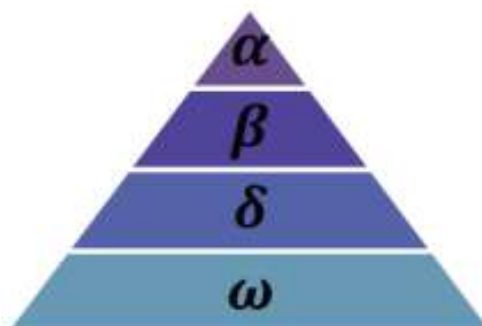


Figura 2 - Hierarquia social dos lobos cinzentos (a posição de dominância decresce do topo para a base).

Os lobos alfa (α), tanto machos quanto fêmeas, ocupam o posto mais elevado na hierarquia da matilha, desempenhando um papel de liderança e controle sobre o grupo. Eles são os únicos com permissão para se reproduzir e também encarregados de tomar as decisões mais importantes para a sobrevivência da comunidade. Curiosamente, o lobo alfa não precisa ser o mais forte fisicamente, mas sim aquele com maior habilidade em liderar e organizar o grupo. Isso evidencia que a coesão e a disciplina da matilha têm um peso maior do que a simples demonstração de força.

Logo abaixo dos alfas estão os lobos beta (β), que desempenham um papel de apoio no processo de tomada de decisão. O beta pode ser tanto macho quanto fêmea e, geralmente, é o membro mais apto a assumir a posição de um lobo alfa, caso haja a ausência de um. No terceiro nível da hierarquia encontram-se os lobos delta (δ), que, apesar de serem subordinados aos alfas e betas, possuem uma posição intermediária, superior aos lobos ômega (ω). Por sua vez, os ôegas ocupam o patamar mais baixo da hierarquia, devendo-se submeter a todos os outros membros dominantes do grupo [Mirjalili, Mirjalili e Lewis 2014]. A Figura 3 apresenta o fluxograma do algoritmo GWO.

Figura 3 - Fluxograma do algoritmo GWO.

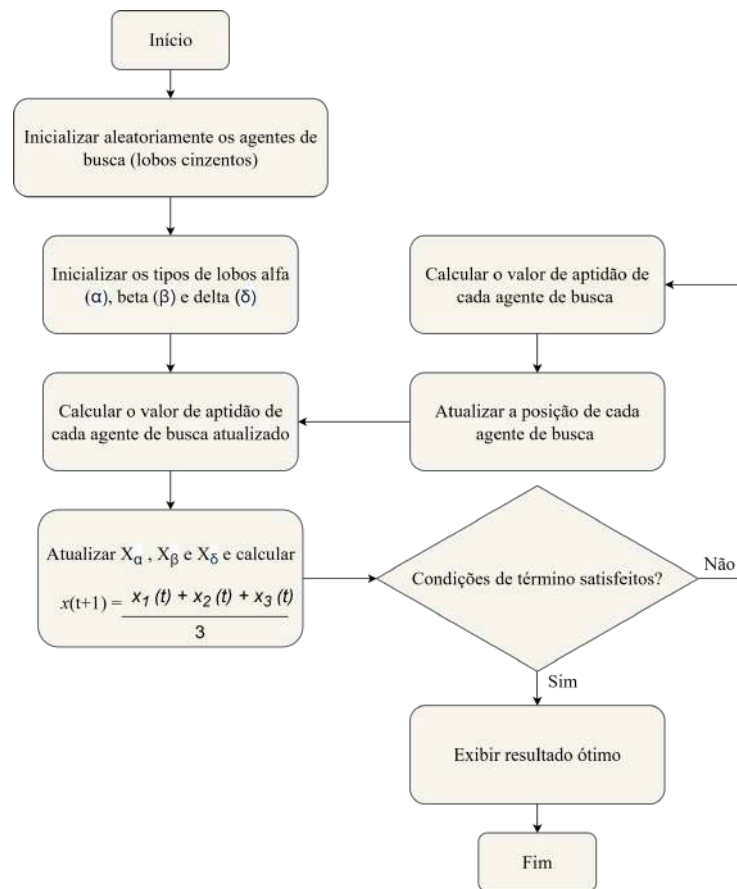


Figura 3 - Fluxograma com a explicação do funcionamento do algoritmo GWO.

5. Métricas de Avaliação

Nesta seção, são apresentadas as métricas utilizadas para avaliar e comparar o desempenho dos modelos que foram utilizados neste trabalho.

5.1. Definições

Ps Verdadeiros Positivos (VP) são amostras corretamente classificadas como pertencentes a uma determinada classe. Já os Falsos Positivos (FP) se dizem a respeito do número de casos incorretamente classificados como pertencentes à classe. Os Verdadeiros Negativos (TN) é o número de casos corretamente classificados como não pertencentes a uma classe. Por fim, os Falsos Negativos (FN): número de casos incorretamente classificados como não pertencentes à classe avaliada.

A acurácia (ACC) (Equação 5) calcula a proporção das previsões corretas em relação ao total de instâncias.

$$\text{Acurácia} = \frac{\text{VP} + \text{TN}}{\text{VP} + \text{VN} + \text{FP} + \text{FN}} \quad (5)$$

O *F1-score* (Equação 6) é uma média harmônica ponderada da Precisão e *Recall*. Essa métrica é utilizada quando se busca um equilíbrio entre precisão e *Recall*, e também quando o conjunto de dados é desbalanceado, podendo apresentar um alto número de amostras negativas (VN) ao avaliar cada classe separadamente. Um bom valor de *F1-Score* indica um baixo número de (FP) e (FN).

$$\text{F1-Score} = 2 \cdot \frac{\text{Precisão} \times \text{Recall}}{\text{Precisão} + \text{Recall}} \quad (6)$$

Precisão (PR) (Equação 7) é uma métrica que mede o número de VP entre as amostras classificadas como pertencentes a determinada classe.

$$\text{Precisão} = \frac{\text{VP}}{\text{VP} + \text{FP}} \quad (7)$$

Também denominado de Sensibilidade ou Taxa de Verdadeiros Positivos (TVP), *Recall* (RE) (Equação 8) é a medida de VP, isto é, o número de amostras classificadas como pertencentes a determinada classe, entre todas as amostras originalmente pertencentes a essa classe.

$$\text{Recall} = \frac{\text{VP}}{\text{VP} + \text{FN}} \quad (8)$$

6. Resultados e Discussões

Os experimentos computacionais foram realizados utilizando a linguagem de programação *Python* e implementações baseadas nas bibliotecas de estrutura *Scikit-Learn* [Pedregosa et al. 2011], *ocpc_py* [Borges 2023] e *Pandas* [Reback 2020]. Todos os experimentos foram executados em um computador com as seguintes especificações: *Intel(R) Core (TM) i5-1135G7*, 8GB de RAM e sistema operacional *Windows 10*. Foram realizadas 30 iterações independentes para avaliar a metodologia.

A Tabela 1 apresenta a descrição dos métodos utilizados na meta-heurística GWO com a validação cruzada com *K* igual a 5, indicando o método, os parâmetros para maximizar o desempenho do modelo e qual a configuração utilizada neles, indicando os valores usados durante as execuções. O número máximo de gerações do GWO foi de 30 e o número da população de lobos igual a 50 e a função objetivo é a acurácia, a qual quer maximizar:

Tabela 1 - Descrição dos Métodos.

Método	Parâmetros	Configuração
K-segmentos	k_{max} f $lambda$	[2, 5] [0.2, 1.0] [0.05, 1.0]

NB	<i>var_smoothing</i>	[-9, -1]
SVM	<i>kernel</i> <i>C</i> <i>gamma</i>	0:rbf, 1:sigmoid 2:poly,3:linear [-2, 2] [-3, 0]

Na Tabela 2 pode-se visualizar os resultados obtidos, com a média e o desvio padrão das iterações para cada métrica, para a base de dados *Breast_Cancer*. Os melhores resultados foram obtidos com o algoritmo K-segmentos e SVM. O K-segmentos teve uma acurácia de 0,9747, precisão de 0,9752, *recall* de 0,9747 e um *F1-Score* de 0,9746. Isso indica que o K-segmentos é capaz de captar padrões complexos dos dados sem perder generalização. Já o SVM teve acurácia de 0,9815, precisão de 0,9819, *recall* de 0,9815 e um *F1-Score* de 0,9814.

Tabela 2 - Avaliação dos métodos com GWO na base de dados da literatura *Breast_Cancer*.

Método	ACC	F1	PR	RE
K-segmentos	0,9747 ± 0,0029	0,9746 ± 0,0030	0,9752 ± 0,0029	0,9747 ± 0,0029
NB	0,9406 ± 0,0034	0,9399 ± 0,0033	0,9426 ± 0,0039	0,9406 ± 0,0034
SVM	0,9815 ± 0,0032	0,9814 ± 0,0032	0,9819 ± 0,0031	0,9815 ± 0,0032

O melhor modelo do K-segmentos é composto por um *k_max* igual a 4, indica que a curva será representada por até quatro segmentos. Um *f* de parâmetro de suavização ou fração de vizinhança utilizada durante a estimativa local da curva igual a 0,8688 e um *lamda* responsável por controlar a penalização da complexidade da curva igual a 0,9379. Tal configuração resultou, no conjunto de teste, acurácia de 0,9737, precisão de 0,9739, *recall* de 0,9737 e um *F1-Score* de 0,9737.

Na Tabela 3 apresenta os resultados obtidos, com a média e o desvio padrão das iterações para cada métrica, para a base de dados *Iris*. Os melhores resultados foram obtidos com o algoritmo K-segmentos e SVM. O K-segmentos teve uma acurácia de 0,9750, precisão de 0,9772, *recall* de 0,9750 e um *F1-Score* de 0,9749. Isso indica que o K-segmentos é capaz de captar padrões complexos dos dados sem perder generalização. Já o SVM teve acurácia de 0,9822, precisão de 0,9844, *recall* de 0,9822 e um *F1-Score* de 0,9821.

Tabela 3 - Avaliação dos métodos com GWO na base de dados da literatura *Iris*.

Método	ACC	F1	PR	RE
K-segmentos	0,9750 ± 0,0043	0,9749 ± 0,0043	0,9772 ± 0,0044	0,9750 ± 0,0043
NB	0,9478 ± 0,0057	0,9474 ± 0,0057	0,9525 ± 0,0058	0,9478 ± 0,0057
SVM	0,9822 ± 0,0070	0,9821 ± 0,0070	0,9844 ± 0,0062	0,9822 ± 0,0070

O melhor modelo do K-segmentos é composto por um k_{max} igual a 2, indica que a curva será representada por até dois segmentos. Um f de parâmetro de suavização ou fração de vizinhança utilizada durante a estimativa local da curva igual a 0,2230 e um $lamda$ responsável por controlar a penalização da complexidade da curva igual a 0,2307. Tal configuração resultou, no conjunto de teste, acurácia de 1,0000, precisão de 1,0000, *recall* de 1,0000 e um *F1-Score* de 1,0000.

Na Tabela 4 mostra os resultados obtidos, com a média e o desvio padrão das iterações para cada métrica, para a base de dados *Wine*. Os melhores resultados foram obtidos com o algoritmo K-segmentos e SVM. O K-segmentos teve uma acurácia de 0,9731, precisão de 0,9763, *recall* de 0,9731 e um *F1-Score* de 0,9730. Já o SVM teve acurácia de 0,9881, precisão de 0,9894, *recall* de 0,9881 e um *F1-Score* de 0,9882.

Tabela 4 - Avaliação dos métodos com GWO na base de dados da literatura *Wine*.

Método	ACC	F1	PR	RE
K-segmentos	0,9731 ± 0,0091	0,9730 ± 0,0091	0,9763 ± 0,0081	0,9731 ± 0,0091
NB	0,9626 ± 0,0057	0,9625 ± 0,0059	0,9666 ± 0,0052	0,9626 ± 0,0057
SVM	0,9881 ± 0,0036	0,9882 ± 0,0036	0,9894 ± 0,0032	0,9881 ± 0,0036

O melhor modelo do K-segmentos é composto por um k_{max} igual a 5, indica que a curva será representada por até cinco segmentos. Um f de parâmetro de suavização ou fração de vizinhança utilizada durante a estimativa local da curva igual a 0,2592 e um $lamda$ responsável por controlar a penalização da complexidade da curva igual a 0,0733. Tal configuração resultou, no conjunto de teste, acurácia de 1,0000, precisão de 1,0000, *recall* de 1,0000 e um *F1-Score* de 1,0000.

Na Tabela 5 pode-se visualizar os resultados obtidos, com a média e o desvio padrão das iterações para cada métrica, para a base de dados *Thyroid*. Os melhores resultados foram obtidos com o algoritmo NB e SVM. Observa-se que, diferentemente das outras bases, o K-segmentos apresentou um desempenho inferior aos métodos comparados para esta base. Entretanto, o K-segmentos apresentou resultados competitivos com o método NB.

Tabela 5 - Avaliação dos métodos com GWO na base de dados da literatura *Thyroid*.

Método	ACC	F1	PR	RE
K-segmentos	0,9000 ± 0,0051	0,8999 ± 0,0052	0,9023 ± 0,0054	0,9000 ± 0,0051
NB	0,9053 ± 0,0051	0,9044 ± 0,0055	0,9077 ± 0,0053	0,9053 ± 0,0051
SVM	0,9449 ± 0,0078	0,9440 ± 0,0079	0,9468 ± 0,0079	0,9449 ± 0,0078

O melhor modelo do K-segmentos é composto por um k_{max} igual a 3, indica que a curva será representada por até três segmentos. Um f de parâmetro de suavização ou fração de vizinhança utilizada durante a estimativa local da curva igual a 0,4305 e um $lamda$ responsável por controlar a penalização da complexidade da curva igual a 0,7988.

Tal configuração resultou, no conjunto de teste, acurácia de 0,9091, precisão de 0,9078, *recall* de 0,9091 e um *F1-Score* de 0,9083.

Os experimentos realizados mostraram que os algoritmos K-segmentos e SVM alcançaram os melhores desempenhos nas bases de dados *Breast_Cancer*, *Iris* e *Wine*. Entretanto, para a base de dados *Thyroid* os melhores foram os algoritmos NB e SVM, mas o K-segmentos teve resultados competitivos com o NB, também mostrando ser uma boa alternativa. Os resultados indicam que a otimização dos hiperparâmetros pelo GWO foi essencial para melhorar o desempenho do algoritmo K-segmentos, evidenciando que a escolha adequada dos parâmetros k_{max} , f e $lamda$ impacta diretamente a capacidade do modelo no conjunto de dados.

7. Conclusões

Os experimentos demonstraram que a otimização via GWO melhora o desempenho do método K-segmentos, tornando-o competitivo com classificadores consolidados. Nas bases de dados *Breast_Cancer*, *Iris* e *Wine*, o método alcançou acurácias médias próximas de 0,97, preservando boa precisão, *recall* e *F1-Score*. Na base de dados *Thyroid*, embora os métodos SVM e NB tenham sido mais consistentes, o K-segmentos manteve resultados competitivos. Além disso, o GWO permite a exploração do espaço de hiperparâmetros, reduzindo a dependência de ajustes manuais e potencializando a capacidade das Curvas Principais em modelar geometrias complexas. Como trabalhos futuros, pretende-se realizar testes estatísticos, como teste de *Tukey* e ANOVA. Além disso, explorar outras meta-heurísticas como ABC, PSO e *Bayesian*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES e FAPEMIG.

8. Referências

- A. Vinay, "Thyroid cancer recurrence dataset," Kaggle. Disponível em <https://www.kaggle.com/datasets/aneevinay/thyroid-cancer-recurrence-dataset/data>, 2025.
- Alpaydin, E. (2021). *Machine learning*. MIT press.
- Asuncion, A., & Newman, D. (2007). *UCI machine learning repository*.
- Bai, Q., & Zhu, X. (2012, July). Features of off-line handwritten digit recognition based on principal curves. In *Symposium on ICT and Energy Efficiency and Workshop on Information Theory and Security (CHICT 2012)* (pp. 209-214). IET.
- Banfield, J. D., & Raftery, A. E. (1992). Ice floe identification in satellite images using mathematical morphology and clustering about principal curves. *Journal of the American statistical Association*, 87(417), 7-16.
- Bergstra, J., & Bengio, Y. (2012). Random search for hyper-parameter optimization. *The journal of machine learning research*, 13(1), 281-305.
- Borges, F. E. D. M., Ribeiro, D. A., Mota, O. F., Ferreira, D. D., & Huallpa, B. N. (2019). Classificador não supervisionado baseado em curvas principais para detecção de falhas em motor de indução. In *Congresso Brasileiro de Automática-CBA* (Vol. 1, No. 1).

- Borges, F. E. de M. *OCPC-PY: One Class Classifier based on Principal Curves in Python* [software]. 2023. Disponível em: <https://pypi.org/project/ocpc-py/>. Acesso em: 20 out. 2025.
- Braga, A. D. A., Ferreira, D. D., & Barbosa, B. H. G. (2019). SELEÇÃO AUTOMÁTICA DE PARÂMETROS INICIAIS DO ALGORITMO K-SEGMENTOS COM TEACHING-LEARNING-BASED OPTIMIZATION. In *Congresso Brasileiro de Automática-CBA* (Vol. 1, No. 1).
- Cabello-Solorzano, Kelsy et al. The impact of data normalization on the accuracy of machine learning algorithms: A comparative analysis. In: **International conference on soft computing models in industrial and environmental applications**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. p. 344-353.
- Dal Cortivo, Z., & Marques, J. M. (2014). Classificação de dados amostrais baseado no Algoritmo k-segmentos. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, 2(1).
- de Castro, D. H. H., Silva, C. A. S., & Ferreira, D. D. (2024). Curvas Principais para a triagem de pacientes com Tuberculose via análise de imagens de Raio X.
- Faier, J. M. (2006). Curvas principais aplicadas na identificação de descargas parciais em equipamentos de potência. *Engineering Department (COPPE). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro*.
- Hastie, T., & Stuetzle, W. (1989). Principal curves. *Journal of the American statistical association*, 84(406), 502-516.
- Jamain, A., & Hand, D. J. (2005). The naive Bayes mystery: A classification detective story. *Pattern Recognition Letters*, 26(11), 1752-1760.
- Kégl, B., Krzyzak, A., Linder, T., & Zeger, K. (2000). Learning and design of principal curves. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 22(3), 281-297.
- Kohavi, Ron et al. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. In: **Ijcai**. 1995. p. 1137-1145.
- Mirjalili, S., Mirjalili, S. M., & Lewis, A. (2014). Grey wolf optimizer. *Advances in engineering software*, 69, 46-61.
- Meng, K., & Eloyan, A. (2021). Principal manifold estimation via model complexity selection. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 83(2), 369-394.
- Moraes, E. C. C., & Ferreira, D. D. (2016, July). A principal curve-based method for data clustering. In *2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)* (pp. 3966-3971). IEEE.
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *The Journal of machine Learning research*, 12, 2825-2830.
- Reback, J., McKinney, W., Van Den Bossche, J., Augspurger, T., Cloud, P., Klein, A., ... & Seabold, S. (2020). pandas-dev/pandas: Pandas 1.0. 5. *Zenodo*.

- Smith, A. and Jones, B. (1999). On the complexity of computing. In *Advances in Computer Science*, pages 555–566. Publishing Press.
- Suthaharan, S. (2016). Support vector machine. In *Machine learning models and algorithms for big data classification: thinking with examples for effective learning* (pp. 207-235). Boston, MA: Springer US.
- Syarif, I., Prugel-Bennett, A., & Wills, G. (2016). SVM parameter optimization using grid search and genetic algorithm to improve classification performance. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 14(4), 1502-1509.
- Verbeek, J. J., Vlassis, N., & Kröse, B. (2002). A k-segments algorithm for finding principal curves. *Pattern Recognition Letters*, 23(8), 1009-1017.
- You, S., Bas, E., Erdogmus, D., & Kalpathy-Cramer, J. (2011, July). Principal curved based retinal vessel segmentation towards diagnosis of retinal diseases. In *2011 IEEE First International Conference on Healthcare Informatics, Imaging and Systems Biology* (pp. 331-337). IEEE.

Análise Preditiva e Caracterização de Padrões de Consumo de Energia Elétrica Utilizando Redes Neurais e Clustering Não-Supervisionado

Luiz Carlos Brandão Junior*

Department of Agricultural Engineering,
Federal University of Lavras (UFLA),
Lavras, Minas Gerais, Brazil
contato@uflaniano.com.br

and

Ricardo Rodrigues Magalhães

Department of Agricultural Engineering,
Federal University of Lavras (UFLA),
Lavras, Minas Gerais, Brazil
ricardorm@ufla.br

and

Wesley Ribeiro Camilo

Department of Engineering,
Federal University of Lavras (UFLA),
Lavras, Minas Gerais, Brazil
wesley.camilo1@estudante.ufla.br

10 de outubro de 2025

Resumo

Com o aumento previsto no consumo de energia elétrica global, torna-se essencial a adoção de tecnologias inteligentes para monitoramento e planejamento no setor

*This work was supported by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). The Article Processing Fee for the publication of this research was paid by CAPES (ROR identifier: 00x0ma614). For open access purposes, the authors have assigned a Creative Commons CC BY license to any accepted version of the article.

energético. Este estudo apresenta uma abordagem híbrida que combina aprendizado supervisionado e não-supervisionado para analisar dados de consumo energético de um departamento da Universidade Federal de Lavras (UFLA), coletados em intervalos de 5 minutos por aproximadamente um ano. Primeiramente, desenvolveu-se um modelo de redes neurais artificiais para predição de potência elétrica, alcançando R^2 de 0.85 e MAPE de 11.9%. Em seguida, aplicaram-se técnicas de clustering não-supervisionado (MiniBatchKMeans) para identificar padrões operacionais intrínsecos. A análise revelou dois clusters distintos: um modo de "Repouso", caracterizado por baixo consumo e alta eficiência energética, e um modo de "Operação", com alta demanda e fator de potência reduzido. Os resultados fornecem uma base robusta para previsão de demanda e planejamento de ações de eficiência energética, destacando uma correlação inversa crítica entre consumo e eficiência que pode orientar estratégias de correção de fator de potência.

Keywords: Predição de Consumo, Redes Neurais, Clustering, K-Means, Análise de Padrões, Eficiência Energética, IoT, Machine Learning.

1 Introduction

A crescente demanda por energia elétrica representa um dos principais desafios globais do século XXI. Segundo a International Energy Agency (IEA), espera-se um aumento de aproximadamente 30% no consumo global de eletricidade até 2040 (1). No contexto brasileiro, o Plano Nacional de Energia 2050 projeta cenários similares, enfatizando a necessidade urgente de estratégias para melhoria da eficiência energética e diversificação da matriz elétrica (2).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas, especificamente o ODS 7, destacam a importância de assegurar acesso universal a serviços de energia confiáveis, sustentáveis e modernos (3). Este compromisso internacional reforça a necessidade de soluções tecnológicas inovadoras para otimização do consumo energético.

Nesse contexto, a implantação de infraestruturas de Internet das Coisas (IoT) e medidores inteligentes (smart meters) tem revolucionado o setor elétrico (4). Esses dispositivos possibilitam a coleta contínua de grandes volumes de dados (*big data*), criando oportunidades sem precedentes para aplicação de técnicas de inteligência artificial e aprendizado de máquina (5).

A predição de consumo energético utilizando técnicas de *machine learning* tem sido amplamente estudada na literatura. Redes neurais artificiais, particularmente arquiteturas recorrentes como Long Short-Term Memory (LSTM), têm demonstrado desempenho superior na modelagem de séries temporais de consumo elétrico (6; 7). Estudos recentes mostram que a incorporação de variáveis temporais e meteorológicas pode melhorar significativamente a acurácia preditiva (8).

Paralelamente, técnicas de aprendizado não-supervisionado, especialmente clustering, têm sido empregadas para identificar padrões de consumo e segmentar consumidores (9; 10). O algoritmo K-Means e suas variantes são particularmente populares devido à sua eficiência computacional e interpretabilidade (11).

Contudo, a maioria dos estudos na literatura aborda predição e caracterização de padrões de forma isolada. A simples predição de consumo responde apenas à pergunta "quanto será consumido?", enquanto a análise de padrões sozinha não oferece capacidade preditiva.

Este trabalho propõe uma abordagem integrada e dual que une predição de séries temporais com análise de clustering não-supervisionado, fornecendo uma visão holística da dinâmica de consumo energético.

O objetivo principal deste estudo é desenvolver um framework híbrido que não apenas preveja o consumo futuro com alta acurácia, mas também identifique e caracterize os diferentes regimes operacionais existentes, revelando insights acionáveis para gestão energética. Como estudo de caso, analisamos dados reais de consumo de um departamento universitário, um ambiente caracterizado por padrões complexos e sazonalidade marcante.

2 Fundamentação Teórica

2.1 Redes Neurais para Séries Temporais

Redes neurais artificiais (RNA) são modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano, compostos por neurônios artificiais organizados em camadas (12). Para problemas de séries temporais, as arquiteturas recorrentes, especialmente LSTM, são preferidas por sua capacidade de capturar dependências temporais de longo prazo (13).

Uma LSTM utiliza mecanismos de portas (gates) para controlar o fluxo de informação, permitindo que a rede aprenda quais informações do passado devem ser mantidas ou descartadas. Esta característica é crucial para modelar séries temporais de consumo energético, onde padrões de diferentes escalas temporais (diária, semanal, sazonal) coexistem (6).

2.2 Clustering e Análise de Padrões

Clustering é uma técnica de aprendizado não-supervisionado que agrupa observações similares sem o uso de rótulos prévios (14). O algoritmo K-Means é um dos métodos mais utilizados, buscando particionar os dados em k grupos minimizando a variância intra-cluster (15).

O MiniBatchKMeans é uma variante escalável do K-Means que utiliza mini-batches dos dados, reduzindo significativamente o tempo computacional enquanto mantém qualidade

comparável (21). Esta característica é essencial para análise de grandes volumes de dados IoT.

A determinação do número ótimo de clusters (k) é um desafio fundamental. Métricas como o Coeficiente de Silhueta, Calinski-Harabasz Index e o Método do Cotovelo são comumente empregadas (20). O Coeficiente de Silhueta mede a coesão e separação dos clusters, variando de -1 a 1, onde valores próximos a 1 indicam clustering de alta qualidade.

2.3 Redução de Dimensionalidade

Para visualização de dados de alta dimensionalidade, técnicas de redução dimensional são essenciais. UMAP (Uniform Manifold Approximation and Projection) é uma técnica moderna que preserva tanto a estrutura global quanto local dos dados, superando métodos clássicos como PCA e t-SNE em muitos cenários (16).

3 Metodologia

3.1 Coleta e Descrição dos Dados

Os dados utilizados neste estudo foram coletados através de um medidor de energia inteligente trifásico instalado em um departamento da UFLA. O período de coleta compreende de abril de 2024 a outubro de 2025, totalizando aproximadamente 105 mil registros em intervalos de 5 minutos.

As variáveis monitoradas incluem:

- Tensões de fase (A, B, C) [V]
- Correntes de fase (A, B, C) [A]
- Potência aparente trifásica [VA]
- Potência ativa total [W]
- Potência reativa total [VAr]
- Fator de potência trifásico

- Energia ativa acumulada [kWh]
- Timestamp de cada medição

3.2 Pré-processamento dos Dados

O pré-processamento seguiu as seguintes etapas:

Engenharia de Features: Variáveis temporais foram extraídas do timestamp: hora do dia (0-23), dia da semana (0-6), mês (1-12), e uma variável binária indicando fim de semana. Estas features são conhecidas por melhorar significativamente modelos de predição de consumo (8).

Tratamento de Valores Ausentes: Valores ausentes (0.8% do total) foram imputados utilizando a mediana de cada variável, uma estratégia robusta a outliers (17).

Padronização: Todas as features numéricas foram padronizadas usando Z-score ($z = \frac{x-\mu}{\sigma}$), garantindo que variáveis com diferentes escalas contribuam igualmente para os algoritmos (18).

3.3 Modelagem Preditiva

3.3.1 Arquitetura da Rede Neural

Foram testadas diversas arquiteturas, incluindo redes densas (Multilayer Perceptron) e recorrentes (LSTM). A arquitetura final consistiu em:

- Camada de entrada: 16 features (13 originais + 3 temporais)
- Camada oculta 1: 128 neurônios, ativação ReLU
- Dropout: 0.2 (para regularização)
- Camada oculta 2: 64 neurônios, ativação ReLU
- Dropout: 0.2
- Camada de saída: 1 neurônio (potência aparente), ativação linear

3.3.2 Treinamento

O conjunto de dados foi dividido cronologicamente em 80% para treinamento e 20% para teste, preservando a ordem temporal. O modelo foi treinado utilizando:

- Otimizador: Adam (19)
- Função de perda: Mean Squared Error (MSE)
- Épocas: 100 com early stopping
- Batch size: 32
- Learning rate: 0.001

3.3.3 Métricas de Avaliação

O desempenho preditivo foi avaliado utilizando:

- Coeficiente de Determinação: $R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$
- Erro Percentual Absoluto Médio: $MAPE = \frac{100\%}{n} \sum \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i}$
- Root Mean Square Error: $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \hat{y}_i)^2}$

3.4 Análise de Clustering

3.4.1 Seleção de Features

Para a análise de clustering, utilizaram-se as 13 variáveis originais mais as features temporais (hora, dia da semana, indicador de fim de semana), totalizando 16 features. Esta seleção foi baseada na relevância física e estatística de cada variável para caracterizar os padrões de consumo.

3.4.2 Determinação do Número de Clusters

O número ótimo de clusters foi determinado através de análise multimétrica:

- **Método do Cotovelo:** Avaliação da inércia (soma das distâncias quadradas ao centroide mais próximo) para $k \in [2, 10]$
- **Coefficiente de Silhueta:** Medida de qualidade do clustering, considerando coesão intra-cluster e separação inter-cluster
- **Calinski-Harabasz Index:** Razão entre dispersão inter-cluster e intra-cluster

3.4.3 Algoritmo de Clustering

Utilizou-se o **MiniBatchKMeans** com os seguintes hiperparâmetros:

- Número de clusters: $k = 2$ (determinado empiricamente)
- Batch size: 1000
- Número de inicializações: 10
- Máximo de iterações: 300
- Random state: 42 (para reprodutibilidade)

3.4.4 Visualização e Interpretação

Para visualização dos clusters em espaço 2D, aplicou-se UMAP com os parâmetros:

- Número de vizinhos: 15
- Distância mínima: 0.1
- Métrica: euclidiana

A interpretação dos clusters foi realizada através da análise dos perfis médios de cada grupo, utilizando gráficos de radar (spider plots) para visualização multivariada.

4 Resultados e Discussão

4.1 Desempenho do Modelo Preditivo

O modelo de rede neural desenvolvido demonstrou desempenho robusto na predição de potência aparente trifásica. As métricas obtidas no conjunto de teste foram:

- $R^2 = 0.8512$: Indica que aproximadamente 85% da variabilidade da potência pode ser explicada pelo modelo
- **MAPE = 11.87%**: Representa um erro percentual aceitável para aplicações práticas de gestão energética
- **RMSE = 1847.3 VA**: Em termos absolutos, o erro médio é relativamente baixo considerando a faixa de operação

Estes resultados são comparáveis ou superiores a estudos similares na literatura (6; 7), validando a eficácia da arquitetura proposta. A análise dos resíduos mostrou distribuição aproximadamente normal, sem padrões sistemáticos, confirmando a adequação do modelo.

4.2 Determinação do Número Ótimo de Clusters

A análise multimétrica convergiu consistentemente para $k = 2$ clusters como solução ótima:

- **Coeficiente de Silhueta**: Atingiu o valor máximo de 0.547 para $k = 2$, decrescendo monotonicamente para valores maiores de k
- **Método do Cotovelo**: Mostrou uma inflexão clara em $k = 2$, com ganhos marginais decrescentes para valores superiores
- **Calinski-Harabasz Index**: Apresentou valor máximo em $k = 2$ ($\text{CHI} = 45,823.4$), indicando melhor separação e compactação dos grupos

A convergência das três métricas para $k = 2$ fornece forte evidência estatística de que existem fundamentalmente dois regimes operacionais distintos no padrão de consumo do departamento analisado.

4.3 Caracterização dos Clusters Identificados

A análise de clustering identificou com sucesso dois padrões operacionais distintos e interpretáveis nos 105.000 pontos de dados.

4.3.1 Visualização Estrutural

A Figura 1 ilustra a projeção UMAP dos dados coloridos por cluster. Observa-se claramente um núcleo denso e coeso (Cluster 0) circundado por uma nuvem mais dispersa (Cluster 1). Esta separação topológica valida a qualidade do agrupamento e sugere que os dois regimes possuem características distintivas no espaço de features original.

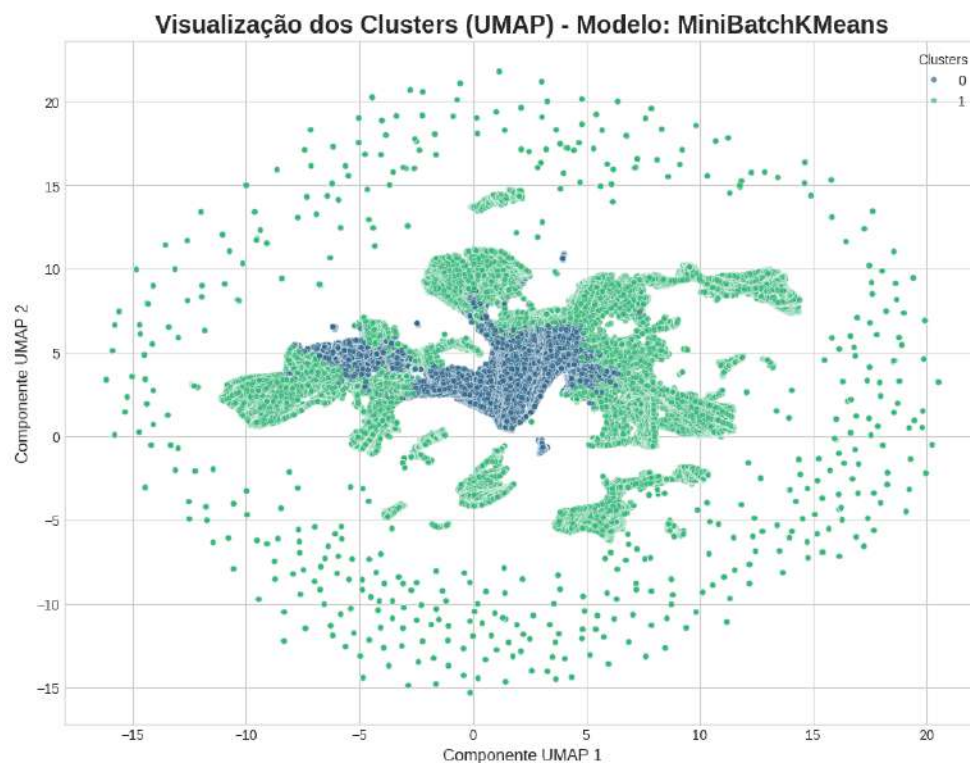


Figura 1: Visualização dos dois clusters identificados após redução de dimensionalidade com UMAP. A separação estrutural clara indica a existência de dois padrões de consumo fundamentalmente distintos.

4.3.2 Perfil Multivariado dos Clusters

O gráfico de radar (Figura 2) apresenta o perfil médio padronizado de cada cluster para todas as variáveis analisadas, revelando o "DNA" característico de cada regime operacional.



Figura 2: Perfil médio das variáveis padronizadas para cada cluster. O gráfico revela características contrastantes entre os dois regimes operacionais identificados.

Cluster 0 - Modo Repouso (n = 58,742 pontos, 56% do total): Este cluster é caracterizado por:

- **Baixo consumo energético:** Valores fortemente negativos para potência aparente ($\mu = -0.87\sigma$), correntes de fase ($\mu \approx -0.75\sigma$) e energia ativa
- **Alta eficiência:** Fator de potência trifásico elevado ($\mu = +0.42\sigma$), indicando operação eficiente das cargas residuais

- **Perfil temporal:** Fortemente associado a fins de semana ($\mu = +0.73\sigma$) e horários noturnos
- **Interpretação:** Representa períodos de inatividade do departamento (noites, madrugadas, fins de semana), onde apenas cargas essenciais (iluminação de emergência, sistemas de segurança, servidores) permanecem ativas

Cluster 1 - Modo Operação (n = 46,258 pontos, 44% do total): Este cluster apresenta características opostas:

- **Alto consumo energético:** Valores fortemente positivos para todas as variáveis de potência ($\mu = +0.95\sigma$ para potência aparente) e correntes
- **Eficiência reduzida:** Fator de potência significativamente menor ($\mu = -0.58\sigma$), indicando presença de cargas indutivas e reativas
- **Perfil temporal:** Associado a dias úteis ($\mu = -0.67\sigma$ para fim de semana) e horário comercial (8h-18h)
- **Interpretação:** Representa o regime de operação plena do departamento, com ativação de equipamentos de laboratório, climatização, iluminação e cargas computacionais

4.4 Distribuição Temporal dos Clusters

A análise da distribuição temporal dos clusters ao longo do dia e da semana revelou padrões consistentes e previsíveis:

- **Ciclo diário:** Transição clara do Cluster 0 (predominante entre 20h-7h) para o Cluster 1 (predominante entre 8h-18h)
- **Ciclo semanal:** Fins de semana apresentam praticamente 100% de classificação no Cluster 0, enquanto dias úteis mostram alternância entre clusters conforme o horário
- **Sazonalidade:** Não foram observadas variações sazonais significativas nos padrões de clustering ao longo do período analisado

4.5 Análise Integrada: Predição e Padrões

A integração das duas abordagens analíticas revela insights complementares:

Explicabilidade do Modelo Preditivo: O sucesso do modelo de redes neurais na predição está fundamentado na existência de padrões cíclicos bem definidos. A rede aprende, implicitamente, a dinâmica de transição entre os modos "Repouso" e "Operação", modelando efetivamente as sazonalidades diárias e semanais.

Relação Consumo-Eficiência: O achado mais relevante é a **correlação inversa entre nível de consumo e eficiência energética**. Durante os períodos de alta demanda (Cluster 1), o fator de potência deteriora significativamente, passando de 0.95 (Cluster 0) para aproximadamente 0.78 (Cluster 1). Esta degradação tem implicações econômicas diretas.

4.6 Implicações Práticas e Econômicas

4.6.1 Correção do Fator de Potência

A legislação brasileira, através da Resolução Normativa ANEEL nº 414/2010, estabelece que o fator de potência mínimo admissível é 0.92 (22). Valores inferiores resultam em cobranças adicionais por excedente de energia reativa.

Os resultados indicam que o departamento opera próximo ou abaixo deste limite durante o Cluster 1 (horário de operação). A instalação de bancos de capacitores dimensionados adequadamente poderia:

- Elevar o fator de potência para valores acima de 0.92 durante todo o período operacional
- Eliminar cobranças por excedente reativo (redução estimada de 3-5% na conta de energia)
- Reduzir perdas técnicas na instalação elétrica interna
- Aumentar a capacidade disponível dos transformadores

4.6.2 Gestão de Demanda

O conhecimento dos padrões operacionais permite estratégias de gestão de demanda:

- Deslocamento de cargas não-críticas para períodos de menor demanda
- Implementação de sistemas de gestão energética (Energy Management Systems - EMS) baseados em previsões
- Otimização de contratos de fornecimento de energia considerando os perfis identificados

4.6.3 Detecção de Anomalias

Os perfis de cluster estabelecem uma baseline operacional que pode ser utilizada para detecção de anomalias:

- Consumo anormalmente alto durante períodos de repouso (possível desperdício ou falha)
- Fator de potência anormalmente baixo (necessidade de manutenção ou ajuste)
- Desvios dos padrões esperados podem indicar mudanças operacionais ou problemas técnicos

5 Conclusões

Este trabalho apresentou uma abordagem híbrida inovadora que combina técnicas de aprendizado supervisionado (redes neurais) e não-supervisionado (clustering) para uma análise holística do consumo de energia elétrica em ambientes institucionais.

5.1 Principais Contribuições

1. **Framework Integrado:** Demonstrou-se a eficácia de combinar previsão e caracterização de padrões, fornecendo tanto capacidade preditiva quanto interpretabilidade dos regimes operacionais

2. **Desempenho Preditivo:** O modelo de rede neural alcançou R^2 de 0.85 e MAPE de 11.87%, métricas competitivas com o estado da arte
3. **Identificação de Padrões:** A análise de clustering revelou de forma conclusiva a existência de dois regimes operacionais distintos e interpretáveis
4. **Insight Acionável:** A descoberta da correlação inversa entre consumo e eficiência energética fornece base quantitativa para ações de gestão, especialmente correção de fator de potência
5. **Aplicabilidade Prática:** Os resultados têm implicações diretas para redução de custos operacionais e melhoria da eficiência energética

5.2 Limitações do Estudo

Algumas limitações devem ser reconhecidas:

- Os dados cobrem apenas um ano, limitando a análise de sazonalidades de longo prazo
- Variáveis meteorológicas (temperatura, umidade) não foram incluídas no modelo
- O estudo focou em um único departamento; generalização para outros contextos requer validação adicional
- Não foram testadas arquiteturas mais complexas como Transformers ou modelos híbridos CNN-LSTM

5.3 Trabalhos Futuros

Diversas direções promissoras emergem desta pesquisa:

1. **Enriquecimento do Modelo Preditivo:** Incorporar o rótulo do cluster como feature adicional para verificar se a explicitação dos regimes operacionais aprimora a acurácia preditiva
2. **Análise Multivariada:** Expandir a predição para múltiplas variáveis simultaneamente (potência ativa, reativa, fator de potência)

3. **Deteção de Anomalias:** Desenvolver um sistema automático de detecção de anomalias baseado nos perfis de cluster identificados
4. **Otimização em Tempo Real:** Implementar um sistema de otimização em tempo real que utilize as predições e padrões para controle automático de cargas
5. **Análise de Custo-Benefício:** Realizar estudo detalhado de viabilidade econômica para instalação de sistemas de correção de fator de potência
6. **Expansão Multi-site:** Aplicar a metodologia a múltiplos departamentos ou edifícios da universidade para identificar padrões em escala institucional
7. **Incorporação de Variáveis Exógenas:** Incluir dados meteorológicos, calendário acadêmico e ocupação dos espaços para melhorar a modelagem
8. **Técnicas de Clustering Avançadas:** Investigar algoritmos de clustering hierárquico, DBSCAN ou Gaussian Mixture Models para identificação de sub-padrões

5.4 Considerações Finais

A metodologia proposta demonstra que a análise inteligente de dados de consumo energético vai além da simples predição, permitindo compreensão profunda dos padrões operacionais e identificação de oportunidades de melhoria. Em um contexto de crescente preocupação com sustentabilidade e eficiência energética, ferramentas analíticas como a apresentada neste trabalho são essenciais para transformar dados em ações concretas de gestão.

A descoberta de padrões operacionais interpretáveis através de técnicas não-supervisionadas abre caminho para sistemas de gestão energética mais inteligentes, adaptativos e eficientes. Acredita-se que a abordagem híbrida aqui apresentada possa ser aplicada a diversos contextos além do ambiente universitário, incluindo indústrias, edifícios comerciais e infraestruturas urbanas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelo suporte institucional e pela disponibilização dos dados de consumo energético utilizados neste estudo.

Referências

- [1] International Energy Agency (IEA), *World Energy Outlook 2019*, IEA Publications, Paris, 2019.
- [2] Empresa de Pesquisa Energética (EPE), *Plano Nacional de Energia 2050*, Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2020.
- [3] United Nations, *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, Resolution adopted by the General Assembly, A/RES/70/1, 2015.
- [4] M. L. Tuballa, M. L. Abundo, *A review of the development of Smart Grid technologies*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 59, pp. 710-725, 2016.
- [5] T. Ahmad, H. Chen, Y. Guo, J
- [6] W. Kong, Z. Y. Dong, Y. Jia, D. J. Hill, Y. Xu, Y. Zhang, *Short-term residential load forecasting based on LSTM recurrent neural network*, IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 10, no. 1, pp. 841-851, 2019.
- [7] S. Bouktif, A. Fiaz, A. Ouni, M. A. Serhani, *Optimal deep learning LSTM model for electric load forecasting using feature selection and genetic algorithm: Comparison with machine learning approaches*, Energies, vol. 11, no. 7, p. 1636, 2018.
- [8] K. Amarasinghe, D. L. Marino, M. Manic, *Deep neural networks for energy load forecasting*, in 2017 IEEE 26th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Edinburgh, UK, pp. 1483-1488, 2017.
- [9] K. Zhou, S. Yang, *Understanding household energy consumption behavior: The contribution of energy big data analytics*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 56, pp. 810-819, 2016.

-
- [10] J. Kwac, J. Flora, R. Rajagopal, *Household energy consumption segmentation using hourly data*, IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 5, no. 1, pp. 420-430, 2014.
- [11] S. Haben, J. Ward, D. V. Greetham, C. Singleton, P. Grindrod, *A new error measure for forecasts of household-level, high resolution electrical energy consumption*, International Journal of Forecasting, vol. 30, no. 2, pp. 246-256, 2014.
- [12] S. Haykin, *Neural Networks and Learning Machines*, 3rd ed., Pearson Education, Upper Saddle River, NJ, 2009.
- [13] S. Hochreiter, J. Schmidhuber, *Long short-term memory*, Neural Computation, vol. 9, no. 8, pp. 1735-1780, 1997.
- [14] A. K. Jain, *Data clustering: 50 years beyond K-means*, Pattern Recognition Letters, vol. 31, no. 8, pp. 651-666, 2010.
- [15] J. MacQueen, *Some methods for classification and analysis of multivariate observations*, in Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, vol. 1, pp. 281-297, University of California Press, Berkeley, 1967.
- [16] L. McInnes, J. Healy, J. Melville, *UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction*, arXiv preprint arXiv:1802.03426, 2018.
- [17] R. J. A. Little, D. B. Rubin, *Statistical Analysis with Missing Data*, 3rd ed., Wiley Series in Probability and Statistics, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2019.
- [18] J. Han, M. Kamber, J. Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*, 3rd ed., Morgan Kaufmann Publishers, Waltham, MA, 2011.
- [19] D. P. Kingma, J. Ba, *Adam: A method for stochastic optimization*, arXiv preprint arXiv:1412.6980, 2014.
- [20] P. J. Rousseeuw, *Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis*, Journal of Computational and Applied Mathematics, vol. 20, pp. 53-65, 1987.

- [21] D. Sculley, *Web-scale k-means clustering*, in Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web (WWW '10), Raleigh, NC, pp. 1177-1178, ACM, 2010.
- [22] Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), *Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010: Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada*, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>



ENGENHARIA FLORESTAL



Estabelecimento *in vitro* de *Eucalyptus benthamii* e do híbrido *Eucalyptus torelliana* × *Eucalyptus citriodora*

Hendrick Souza², Gilvano Ebling Brondani¹, Ezequiel Gasparin², Douglas Machado Leite¹, Osmarino Pires dos Santos³, Vanessa Viera Trindade de Oliveira³

¹Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
CEP 97105-900 – Santa Maria, RS – Brasil

³Empresa CMPC Celulose Riograndense – CEP 92.500-000 – Guaíba, RS – Brasil

hendricksouza96@gmail.com, gilvano.brondani@ufla.br,
ezequiel.gasparin@ufsm.br, douglas.leitel@ufla.br ,
osmarino.santos@cmpcrs.com.br, vanessa.trindade@cmpcrs.com.br

Palavras-chave: Micropropagação, Pigmentos fotossintéticos, Cultivo *in vitro*.

Clones e híbridos subtropicais do gênero *Eucalyptus* apresentam maior tolerância a baixas temperaturas, recomendados para plantios comerciais na região Sul do Brasil, no entanto, apresentam limitações na propagação vegetativa. O estudo teve como objetivo avaliar o estabelecimento *in vitro* de *Eucalyptus benthamii* e do híbrido *E. torelliana* x *E. citriodora*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultivo *in vitro* de Espécies Florestais da UFLA, utilizando brotos de plantas matrizes (clones da empresa CMPC) cultivadas em vasos sob sombreamento e irrigação em casa de vegetação da UFSM. Explantes medianos (segmentos nodais) de 3,0 cm com duas gemas axilares foram desinfestados com álcool 70% (30s) e hipoclorito de sódio (1,0-1,5% cloro ativo) em câmara de fluxo laminar (15min). Em seguida, o material foi inoculado em tubos de ensaio com meio MS diluído a 50% da formulação original, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de 20 explantes por clone. Avaliaram-se os percentuais de estabelecimento, oxidação e contaminação microbiana. Também foram quantificados os teores fotossintéticos dos dois clones, a partir de discos foliares de 25 mg extraídos em dimetilsulfóxido por 48h no escuro. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 665, 649 e 480 nm, e calculados os teores de clorofilas *a*, *b* e carotenoides. As médias foram comparadas pelo teste t de Student ($p < 0,05$). O estabelecimento foi significativo, com maiores médias para *E. benthamii* (7%) em comparação ao híbrido (1%). A oxidação foi maior para o híbrido (9,8%) em comparação ao *E. benthamii* (0%). A contaminação não foi significativa (média de 31,33%). Não foram observadas diferenças significativas entre os clones para os teores foliares de clorofila *a* ($0,2373 \mu\text{g mg}^{-1}$), clorofila *b* ($0,069 \mu\text{g mg}^{-1}$) e carotenoides ($0,030 \mu\text{g mg}^{-1}$), indicando perfil semelhante de pigmentos e capacidade fotossintética. Os resultados indicam que os protocolos de micropropagação necessitam de ajustes para aumentar os percentuais de estabelecimento *in vitro*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq FAPERGS e FAPEMIG e a empresa CMPC Celulose Riograndense.

Avaliação da sobrevivência de mudas clonais de *Tectona grandis* na fase de aclimatização

Andreane Santos¹, Douglas Machado Leite¹, Gilvano Ebling Brondani¹

¹Laboratório de Cultivo in vitro de Espécies Florestais, DCF/ESAL, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP 37200-900, Lavras, MG – Brasil.

{andreane.santos1}@estudante.ufla.br,
{douglas.leite1,gilvano.brondani}@ufla.br}

Palavras-chave: Produção de mudas, clonagem, micropropagação, ex vitro.

A *Tectona grandis*, popularmente conhecida como teca, é uma espécie arbórea nativa do continente asiático, altamente valorizada por sua madeira e versatilidade de uso devido as suas propriedades físicas e mecânicas. Trata-se de uma espécie com elevado potencial produtivo e boa adaptação ao clima tropical, tendo na micropropagação uma importante aliada para a rápida obtenção de mudas clonais. Nesse contexto, a aclimatização representa uma etapa crucial para o sucesso na produção dessas mudas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência de mudas de teca na fase de aclimatização. O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultivo *in vitro* de Espécies Florestais e no Viveiro Florestal, ambos no Departamento de Ciências Florestais da UFLA. Plantas micropropagadas (explantos) apresentando comprimento de 8 cm e raízes foram transplantadas para uma bandeja em sistema de mini incubadora (dimensões 33cm x 26cm). A vermiculita usada foi autoclavada a uma temperatura de 121°C (1,0 kgf cm⁻²) por 20 minutos. Os explantes foram cultivados em fotoperíodo de 16 horas e intensidade luminosa de 40 µmol m⁻² s⁻¹, em lâmpadas de LED's branco, em ambiente laboratorial, com irrigações manuais feita por pulverização a cada 48 horas e adubação semanal via meio MS 50% por 30 dias. Em seguida, as plantas foram transplantadas para tubetes de 250 cm³ contendo substrato comercial a base de casca de pinus decomposta e vermiculita na proporção 1:1 (v/v) e mantidas no viveiro, com irrigações manuais feita por regador a cada 48 horas. Após 30 dias, foi determinada a sobrevivência por meio da contagem das plantas vivas e mortas, obtendo-se o valor de 87,5%. Esses resultados reforçam a importância de uma fase inicial de aclimatização em ambiente controlado de laboratório, onde o uso de miniestufas atua como regulador das trocas de água com o meio, favorecendo a adaptação fisiológica e a redução do estresse hídrico. Essa abordagem mostrou-se eficaz para garantir a adaptação eficiente das plantas clonais às novas condições ambientais e potencial de aplicação em larga escala.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação do Ciclo de Vida Social (ACV-S) da Produção Florestal em Minas Gerais

Gabriel Araújo Gonçalves¹, Emily Darc Andrade dos Santos¹, Jaqueline Severino da Costa², Carolina Souza Jarochinski Dellú¹

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão do Agronegócio/DGA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{gabriel.goncalves7, emily.santos1}@estudante.ufla.br,
{jaqueline.s.costa, carolina.jsilva}@ufla.br

Palavras-chave: Avaliação do Ciclo de Vida Social; setor florestal; objetivos de desenvolvimento sustentável.

Minas Gerais lidera o setor florestal brasileiro, com cerca de 2,3 milhões de hectares de florestas plantadas voltadas para carvão vegetal, cavaco, celulose e móveis. A bioenergia florestal constitui um eixo estratégico da matriz energética nacional, sendo o estado responsável por aproximadamente 90% da produção de carvão vegetal, principal insumo da siderurgia. O cultivo de eucalipto assegura suprimento renovável, geração de empregos e renda, além de alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Contudo, persistem lacunas sobre impactos sociais da atividade. O estudo aplicou a Avaliação do Ciclo de Vida Social (ACV-S), tipo I, pelo Subcategory Assessment Method (SAM), utilizando dados da PNAD Contínua/IBGE (2024), sobre gênero, escolaridade, formalização, jornada, renda, previdência e saúde ocupacional, além do cálculo de um índice agregado de desempenho social, em escala de -4 (muito crítico) a +4 (muito favorável). Os resultados indicaram que o índice atingiu -0,75, classificado como regular. A análise integrada aos ODS aponta avanços em Erradicação da Pobreza (ODS 1) e Saúde e Bem-Estar (ODS 3), mas revela déficits em Igualdade de Gênero (ODS 5) e Redução das Desigualdades (ODS 10). De forma desagregada, observou-se predominância masculina (84,9%), baixa escolaridade (55,97% sem fundamental completo), formalização parcial (60,39%), jornadas elevadas (42,89 horas semanais) e remuneração entre 1,5 e 2 salários-mínimos. Em saúde ocupacional, 42,93% dos afastamentos resultam de doenças relacionadas ao trabalho. Conclui-se que, embora o setor florestal mineiro contribua para a transição energética e a mitigação climática, ainda enfrenta barreiras sociais e estruturais que limitam sua plena contribuição ao desenvolvimento sustentável.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da FAPEMIG, CAPES e Laboratório de Ciências de Dados em Manejo Florestal (LEMAF).

Influência da época de dispersão na qualidade fisiológica de sementes de *Solanum lycocarpum*

Kyegla Beatriz da Silva Martins¹, Cleise Rebelo Pimentel¹, Olivia Alvina Oliveira Tonetti¹, Anderson Cleiton José¹, José Marcio Rocha Faria¹

¹Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras (UFLA) –
Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

kyegla.martins@estudante.ufla.br; cleise.pimentell@estudante.ufla.br;
oaotonetti@ufla.br; acjose@ufla.br; jmfaria@ufla.br

Palavras-chave: estações do ano; lobeira; ecofisiologia de sementes

Solanum lycocarpum A.St.-Hil. (lobeira), é uma espécie lenhosa nativa do Cerrado. Apesar de sua relevância, a propagação da lobeira enfrenta entraves devido à lentidão e irregularidade na germinação. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da época de dispersão dos frutos na qualidade fisiológica de sementes de *S. lycocarpum*. Para isso, sementes coletadas nas quatro estações do ano foram submetidas a testes de germinação, analisando-se a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG). Os resultados mostraram diferenças significativas entre épocas de dispersão, com os menores valores para a germinação (51%) e o IVG (0,47) sendo observados no outono. Os valores de germinação observados nas demais estações não se diferiram estatisticamente entre si, com média de 96%. O maior valor de IVG (1,72) foi observado na primavera, seguido das estações verão e inverno, nas quais os valores de IVG foram iguais estatisticamente. Esses resultados evidenciam a influência da sazonalidade na qualidade fisiológica das sementes, o que sugere que os fatores ambientais relacionados ao seu desenvolvimento e maturação impactam diretamente a dormência e o potencial germinativo dessas sementes. Assim, a escolha adequada da época de coleta é determinante para otimizar a produção de mudas. O estudo contribui para o entendimento do comportamento germinativo das sementes de lobeira e reforça a necessidade de integrar conhecimento sobre sazonalidade e fisiologia de sementes às estratégias de conservação e manejo sustentável no Cerrado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise Temporal da Área Certificada pelo Forest Stewardship Council (FSC) na América Latina 2014-2024

**Gabriel Coimbra Rafael¹, Luís Antônio Coimbra Borges¹, Natalino Calegario¹
Thelma Sáfiadi²**

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 - CEP 37200-900 – Lavras/MG

²Departamento de Ciências Exatas – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Caixa
Postal 37 – 37200-000 – Lavras, MG.

`gabriel.rafael@estudante.ufla.br, luis.borges@ufla.br,
calegari@ufla.br, safadi@ufla.br`

Palavras-chave: Series Temporais, Certificação Florestal, Manejo Florestal

O FSC é um sistema de certificação florestal presente em mais de 80 países, o qual desenvolve padrões de sustentabilidade aplicado ao manejo florestal sustentável. Contudo, esta importante ferramenta de uso responsável das florestas ainda apresenta poucas áreas certificadas na América Latina, comparando-se com Europa ou América do Norte, e um dos maiores objetivos do sistema FSC é aumentar seu alcance mundialmente. Este trabalho buscou analisar a série temporal de área certificada FSC na América Latina entre fev 2013 e dez 2014, buscando avaliar as características desta série, indicar pontos de intervenção e ajustar modelos preditivos. Para isto, utilizou-se dados de área certificada FSC disponíveis publicamente, trabalhando-se a série temporal do software Gretl. Os resultados mostraram a característica de tendência de crescimento da área certificada FSC na América Latina e a análise de intervenção mostrou datas significativas, ou seja, que alteraram o patamar da série temporal. Foram ajustados dois modelos preditivos, com e sem intervenção, dos quais o modelo sem intervenção foi o que apresentou menor MAPE, sendo o melhor candidato para previsão de área certificada FSC na América Latina. A Análise da série temporal mostrou-se uma ferramenta poderosa para indicar datas que possam ser objeto de estudo e aprofundamento no sistema FSC, a fim de se compreender eventos que possam influenciar o aumento ou diminuição na área certificada. Trabalhos futuros podem correlacionar outras series temporais que possam também caracterizar e indicar pontos chave na história do FSC

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Avaliação do tempo de cultivo na multiplicação *in vitro* de *Sinningia rupicola* (Mart.) Wiehler

Fabiola Magalhães Mendes¹, Ivete Frederico Maluleque¹, Kelly Iapuque Rodrigues de Sousa¹, Douglas Machado Leite¹, Gilvano Ebling Brondani¹

¹Laboratório de Cultivo *in vitro* de Espécies Florestais DCF/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{fabiola.mendes2, ivete.maluleque, kelly.sousal}@estudante.ufla.br,
{douglas.leitel, gilvano.brondani}@ufla.br

Palavras-chave: Campo rupestre, Espécie ameaçada, Micropropagação.

O Campo Rupestre Ferruginoso apresenta condições ambientais específicas e as espécies vegetais presentes nesses ambientes enfrentam constante ameaça devido à atividade antrópica e mudanças nas condições climáticas. Entre essas espécies, destaca-se a *Sinningia rupicola*, endêmica e classificada como em perigo de extinção. A micropropagação é uma importante técnica de cultivo que pode auxiliar na manutenção e preservação da espécie. Porém, é necessária adaptação do protocolo para cada espécie. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tempo de subcultivo, sobre a multiplicação *in vitro* de *Sinningia rupicola*. Brotações previamente estabelecidos *in vitro* foram isoladas e subcultivadas em tubos de ensaio contendo 10 mL do meio de cultura MS, suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose, 0,5 mg L⁻¹ de BAP (6-benzilaminopurina), 0,05 mg L⁻¹ de ANA (ácido α -naftalenoacético) e 6 g L⁻¹ de ágar. Os explantes foram mantidos em sala de crescimento à temperatura de 24°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), fotoperíodo de 16 horas (irradiância de 40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em lâmpada LED branca, por 30, 45 e 60 dias na ausência de subcultivos, sendo 20 amostras por tratamento. Após o período de cada tratamento foram avaliados o número de brotações e o vigor das brotações, por meio de escala de vigor onde 1,0 foi considerado ótimo, 2,0 mediano e 3,0 ruim. O número de brotações por explante não apresentou diferença significativa entre 60 e 45 dias ($P < 0,001$), com média de 20,3 e 15,5, respectivamente, enquanto 30 dias apresentou resultado inferior, com média de 8,6. Porém, quando se observa o vigor das brotações, aos 60 dias foi constatado resultado inferior, com valor médio de 1,6, diferindo estatisticamente dos tratamentos com 30 e 45 dias ($P < 0,03$) que apresentaram melhores resultados, com médias de 1,2 e 1,4, respectivamente. Diante disso, o cultivo por 45 dias na fase de multiplicação *in vitro* de *Sinningia rupicola* resultou nas melhores respostas, tendo em vista que esse tempo possibilitou um maior número de brotações com ótimo vigor, quando comparado aos demais tratamentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG e à Unidade de Pesquisa e Inovação em Campos Rupestres Ferruginosos da GERDAU.

TRATAMENTO PRÉ-GERMINATIVO COM ÁCIDO GIBERÉLICO EM SEMENTES DE *Hymenaea courbaril* L., SOB DIFERENTES TEMPOS DE EMBEBIÇÃO

Alessandra Nascimento Souza¹, Mayara Leal de Negreiros¹, Olívia Alvina Oliveira Tonetti¹, José Marcio Rocha Faria¹, Anderson Cleiton José¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

alessandra.souza4@estudante.ufla.br,
mayara.negreiros1@estudante.ufla.br, oaotonetti@ufla.br,
jmfaria@ufla.br, acjose@ufla.br

Palavras-chave: Jatobá, giberelina, regulador de crescimento.

Hymenaea courbaril L. (jatobá) é uma espécie arbórea de elevado valor ecológico e econômico, amplamente utilizada em programas de restauração de ecossistemas. No entanto, as sementes apresentam germinação lenta e desuniforme, exigindo o uso de técnicas que otimizem esse processo. A aplicação exógena de ácido giberélico (GA₃) desponta como uma alternativa promissora para superar essas limitações. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento pré-germinativo com ácido giberélico (GA₃) por diferentes períodos de embebição em sementes de *H. courbaril*. Inicialmente, as sementes foram escarificadas manualmente para superação da dormência das sementes. As sementes foram tratadas com GA₃ na concentração de 1,5 mM por 0 (controle), 12, 24 e 48 horas. Em seguida, foram submetidas ao teste de germinação utilizando-se areia umedecida como substrato e incubadas em germinador tipo *Mangelsdorf* a 25 °C por 28 dias. Foi avaliado a porcentagem final de germinação e o tempo médio de germinação (TMG). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Os resultados indicaram que a GA₃ não promoveu aumento significativo na porcentagem de germinação. Contudo, o tempo de embebição influenciou significativamente o TMG, com destaque para o tratamento de 48 h, que apresentou o menor valor (12,5 dias), seguido pelos períodos de 24 h (14,1 dias) e 12 h (14,7 dias), ambos inferiores ao controle (17,4 dias). Embora o GA₃ não tenha alterado a germinação em termos percentuais, sua aplicação reduziu o tempo necessário para a emergência das plântulas, representando uma estratégia relevante para acelerar o estabelecimento inicial das plântulas dessa espécie, diminuindo os riscos de predação e deterioração das sementes. Conclui-se que a embebição de sementes de *H. courbaril* em GA₃ (1,5 mM) por 48 h é uma estratégia eficiente para acelerar a germinação. No entanto, sugere-se a avaliação de tempos de embebição superiores e concentrações adicionais de GA₃, visando identificar combinações que maximizem a eficiência do processo germinativo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação do uso de GA₃ na germinação e vigor de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Mayara Leal de Negreiros¹, Alessandra Nascimento Souza¹, Olívia Alvina Oliveira Tonetti¹, José Marcio Rocha Faria¹, Anderson Cleiton José¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

mayara.negreiros1@estudante.ufla.br,
alessandra.souza4@estudante.ufla.br, oaotonetti@ufla.br,
jmfaria@ufla.br, acjose@ufla.br

Palavras-chave: Ácido giberélico, canafistula, tratamento pré-germinativo.

A utilização de espécies nativas, como *Peltophorum dubium*, na recuperação de áreas degradadas requer estratégias que favoreçam a germinação das espécies, influenciando a produção de mudas de qualidade em menor tempo possível. Uma dessas estratégias é a aplicação de compostos como o ácido giberélico (GA₃), reconhecido por atuar na regulação do crescimento vegetal e na dormência e germinação de sementes, a partir da ativação e síntese de enzimas envolvidas nesses processos. Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes períodos de embebição em solução de GA₃ sobre a viabilidade e o vigor de sementes de *P. dubium*. Antes do tratamento das sementes, realizou-se a superação da dormência por meio de corte na extremidade oposta ao hilo das sementes. O experimento seguiu delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos: testemunha (sem embebição) e embebição das sementes em solução de GA₃ (1,5 mM) por 12, 24 e 48 horas. Posteriormente, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, em rolos de papel, a 25 °C em germinador *Mangelsdorf*, durante 14 dias, avaliando-se a porcentagem de germinação (protrusão da radícula ≥ 2 mm) e o tempo médio de germinação (TMG). Os dados foram analisados através de análise de variância (ANOVA) com médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) no software R. A germinação das sementes apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,007$), com maior valor na testemunha (87%) e após a incubação das sementes por 48 h (78%) em comparação com sementes s embebidas por 12 h (67%) e 24 h (73%). Para o tempo médio de germinação (TMG), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, com variação de 2,39 a 3,04 dias. Esses resultados evidenciam a necessidade de ampliar as investigações, testando diferentes concentrações de GA₃ e outros períodos de embebição, a fim de identificar respostas mais favoráveis à germinação da espécie. Estudos adicionais poderão contribuir para o aprimoramento das estratégias, possibilitando resultados mais promissores para a propagação de sementes de espécies nativas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Propagação vegetativa de matrizes de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell

Ivete Frederico Maluleque¹, Kelly Iapuque Rodrigues de Sousa¹; Fabíola Magalhães Mendes¹, Douglas Machado Leite¹, Gilvano Ebling Brondani¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Instituto de Ciências Naturais -ICN- Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037, CEP 37203202-Lavras, MG – Brasil

{ivete.maluleque, kelly.sousa1, fabiola.mendes2}@estudante.ufla.br

{douglas.leitel, [gilvano.brondani](mailto:gilvano.brondani@ufla.br)}@ufla.br

Palavras-chave: estaquia, clonagem, resgate, enraizamento.

O *Eucalyptus cloeziana* F. Muell é uma espécie arbórea nativa da Austrália e foi introduzida no Brasil no início dos anos 1970. Apesar de possuir madeira de alto valor comercial, a expansão das áreas de plantio é limitada por empecilhos de propagação, uma vez que produz grandes quantidades de sementes com baixa germinação. Como alternativa, tem-se pesquisado diferentes métodos de propagação vegetativa que possam superar a dificuldade ao enraizamento adventício. O presente estudo teve como objetivo comparar o enraizamento de estacas oriundas de dez matrizes adultas de *E. cloeziana* originadas de um povoamento artificial. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do viveiro florestal da UFLA, onde em fevereiro de 2025 foram coletadas estacas provenientes de brotos basais de dez matrizes com 17 anos de idade. Estas foram padronizadas para o tamanho de 10 cm de comprimento e entre 0,2 e 0,3 mm de diâmetro, com dois pares de folhas reduzidas à metade. Foi utilizado o substrato comercial carolina soil composto por vermiculita e fibra de coco para preencher tubetes de 50 cm³. A assepsia das estacas foi realizada por meio de imersão em uma solução de hipoclorito de sódio (1:9, v/v) por dois minutos, posteriormente retirado o excesso usando água corrente. A região basal das estacas foi tratada com 2 g/L de AIB (ácido indolbutírico) por 30 segundos, considerando que a testemunha não houve aplicação do regulador de crescimento. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial, com 20 unidades experimentais por tratamento. O experimento foi exposto sob irrigação por microaspersão intermitente, humidade relativa do ar de 85% e temperatura média de 30°C. Foi avaliada a sobrevivência e o enraizamento das estacas a cada 30 dias, tendo o seu encerramento aos 90 dias. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, observando média geral de sobrevivência de 28% e 4% de enraizamento. A sobrevivência das estacas sem AIB foi de 18% e com AIB foi de 10%. A aplicação do AIB não influenciou significativamente a porcentagem do enraizamento, onde a média dos tratamentos sem o AIB foi de 3,5% e com AIB de 0,5%. Conclui-se que o enraizamento das estacas provenientes de brotações basais de matrizes adultas de *Eucalyptus cloeziana* é reduzido, independentemente da aplicação ou não do AIB, tendo variado entre 0,5% com AIB e 3,5% sem AIB. Esse fato confirma a dificuldade do enraizamento adventício da espécie, o que dificulta a clonagem.

Agradecimentos: UFLA, FAPEMIG, CAPES e CNPq.

Efeito da secagem e uso de antibiótico na inoculação *in vitro* de eixos embrionários de *Inga vera* subsp. *affinis* (DC) TD.

Cleise Rebelo Pimentel¹, Kyegla Beatriz da Silva Martins¹, Douglas Machado Leite¹, Olívia Alvina Oliveira Tonetti¹, Gilvano Ebling Brondrani¹, José Marcio Rocha Faria¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

cleise.pimentell1@estudante.ufla.br, kyegla.martins@estudante.ufla.br,
douglas.leitel@ufla.br, oaotonetti@ufla.br, gilvano.brondani@ufla.br,
jmfaria@ufla.br

Palavras-chave: Restauração ecológica, conservação *ex situ*, sementes recalcitrantes.

Inga vera subsp. *affinis* é espécie estratégica na restauração ecológica, porém a alta recalcitrância de suas sementes dificulta a secagem e o armazenamento. Os eixos embrionários podem ser usados para conservação *ex situ* por meio do cultivo *in vitro*. O objetivo desse trabalho foi avaliar protocolo de inoculação *in vitro* de eixos embrionários de *I. vera*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultivo *in vitro* de Espécies Florestais da UFLA, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo 2x3, com dois tratamentos (sem e com antibiótico) e três tempos de secagem (0, 30 e 60 minutos), com 10 repetições. Os embriões ficaram imersos em solução de hipoclorito de sódio por 20 minutos. Em seguida, os eixos embrionários foram excisados e mantidos em PVP 20 mg.L⁻¹ até a excisão de todos. Após a excisão, os eixos foram lavados por 5 minutos em solução de hipoclorito de sódio e, depois, lavados três vezes em água deionizada. Eixos com umidade inicial de 72,7% foram inoculados imediatamente. Os demais foram secos em sílica gel por 30 e 60 minutos, atingindo 67,3 e 62,4% de umidade, respectivamente, e então inoculados em tubos de ensaio contendo 10 mL do meio de cultura a base de água e ágar, sem e com antibiótico (estreptomicina) (100 mg.L⁻¹). Os eixos ficaram 15 dias no escuro e, após esse período, os sobreviventes e não contaminados foram subcultivados em meio de cultura MS meia força com antibiótico. Após subcultivo, permaneceram em sala de crescimento à temperatura de 24 °C (±1°C), fotoperíodo de 16 horas em lâmpada LED branca. Aos 20 dias, foram avaliados sobrevivência, contaminação bacteriana e oxidação. Os tempos de secagem não influenciaram os resultados de sobrevivência, contaminação e oxidação. Apenas o meio com antibiótico influenciou os resultados, com maior sobrevivência (95%), menor oxidação (5%) e sem contaminação. Conclui-se que o uso de meio com antibiótico é indicado para inoculação *in vitro* de eixos embrionários de *I. vera*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Percepção de Proprietários de Terras Sobre a Conservação de Áreas Naturais no Sudeste Brasileiro: O caso da Serra da Pedra Branca

**Flávio Fernando Vilas Bôas de Oliveira¹, Dunia Lasmar¹ Aloysio Souza de Moura¹,
Marco Aurélio Leite Fontes¹**

¹Departamento de Engenharia Florestal/ESAL – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

flavio.oliveira@ufla.br, lasmardunia@gmail.com,
thraupidaelo@yahoo.com.br, fontes@ufla.br

Palavras-chave: Consciência ambiental, unidades de conservação, áreas rurais.

As unidades de criação surgiram da necessidade de proteger os ambientes naturais dos impactos humanos. A Serra da Pedra Branca, no sul de Minas Gerais, é um local de Mata Atlântica altamente conservada em uma região bastante antropizada. Portanto, o objetivo deste trabalho é entender qual a percepção dos proprietários de terras locais sobre proteção dos recursos naturais e criação de uma unidade de conservação. A pesquisa foi realizada de maneira exploratória, utilizando entrevistas semiestruturadas e o método Bola de Neve para amostrar os proprietários em um raio de 4200 metros, englobando toda a serra. As entrevistas revelaram que a produção agropecuária é a principal atividade exercida, contudo houve consenso entre os entrevistados sobre realização de práticas conservacionistas, com destaque para a conservação das nascentes. Os serviços ambientais como o fornecimento de água, a biodiversidade e o potencial ecoturístico foram destacados como a grande importância das áreas naturais da região. Dessa forma a ideia de criação de uma unidade de conservação no local não foi descartada, porém notou-se grande desconhecimento sobre o assunto, principalmente sobre as categorias e processo de criação. As Reservas Particulares do Patrimônio Natural são de pouco conhecimento dos entrevistados, apesar de serem uma alternativa muito interessante nesse caso. Os resultados apontaram grande consciência ambiental dos proprietários de terra, abertura ao diálogo sobre proteção ambiental e crescimento das práticas de produção sustentáveis. O potencial ecoturístico e a necessidade de investimento nessa atividade na região também foram amplamente destacados. Este estudo aponta que a criação de uma unidade de conservação na região é altamente viável, porém necessita ser amparada por programas de educação ambiental participação dos proprietários de terras locais.

Agradecimentos

Agradeço à UFLA e o apoio financeiro da CAPES para a realização da pesquisa.

Atividade da fauna silvestre diante à oferta de alimentos provenientes do turismo em áreas naturais

Dunia Lasmar¹, Flávio Fernando Vilas Bôas de Oliveira¹, Marco Aurélio Leite Fontes¹

¹Departamento de Engenharia Florestal/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

lasnardunia@gmail.com, flavio.oliveira6@estudante.ufla.br,
fontes@ufla.br

Palavras-chave: áreas naturais, atratividade da fauna, resíduos alimentares.

O turismo em áreas naturais, como Unidades de Conservação, tem crescido significativamente, com mais de 25,5 milhões de visitantes em 2024, atraídos por lazer, esportes e contemplação da natureza. Apesar dos benefícios sociais e econômicos, o aumento do fluxo de pessoas em áreas naturais eleva os desafios de gestão, sobretudo relacionados aos resíduos sólidos gerados. O consumo desses resíduos pela fauna pode gerar problemas desde a intoxicação ao tráfico ilegal. O Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito foi escolhido como área de investigação para compreender as atividades da fauna mediante aos atrativos alimentares de origem antrópica, contribuindo para compreender a problemática e apontar soluções. O estudo foi conduzido entre agosto/2023 e junho/2024, neste período cinco pontos de armadilhas fotográficas foram distribuídos em áreas de transição entre Mata Atlântica e Cerrado. Baldes perfurados, contendo frutas e alimentos industrializados simularam resíduos antrópicos. Foram registradas 19 espécies, sendo uma doméstica e 18 nativas. Houve uma pluralidade de aparições de indivíduos da classe Aves, seguido por Mammalia e Reptilia, respectivamente. Todas as espécies capturadas pelas armadilhas fotográficas, se encontram na categoria “LC” (Pouco Preocupante, em inglês Least Concern) pela classificação local, nacional e global, com exceção de *Leopardus pardalis* que é inserido na categoria VU (Vulnerável) na categoria local. Os mamíferos dominaram os pontos 1 e 2, instalados em um ecótono de Mata Atlântica e Cerrado. As aves apresentaram uma distribuição mais equilibrada, com destaque no ponto 5, área de Mata Atlântica, sugerindo que esse ponto possa ter maior diversidade de microambientes ou recursos exploráveis por diferentes espécies. Já os répteis tiveram aparições pontuais e baixa representatividade em todos os pontos. Os mamíferos registraram maior frequência e, em sua maioria, interagiram com as iscas, demonstrando interesse pelo alimento descartado. Paralelamente, a alta variedade de aves registradas, possivelmente, foi dada pela alta densidade de espécies na região e dinamismo criado pelos alimentos utilizados como iscas, dada a presença de insetos. Já as espécies de répteis registrada podem ter sido atraídas pelo odor da isca e presas, como insetos e roedores. A atratividade das espécies por esses resíduos é preocupante, tornando-as mais condicionadas à presença humana.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG.

Inventário de emissões e ACV-S na produção de carvão vegetal em Minas Gerais: hotspots, ODS e governança climática

Emily Darc Andrade dos Santos¹, Jaqueline Severino da Costa², Carolina Souza Jarochinski Dellú¹

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão do Agronegócio/DGA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{emily.santos1}@estudante.ufla.br, {jaqueline.s.costa, carolina.jsilva}@ufla.br

Palavras-chave: carvão vegetal; emissões de GEE; indicadores ambientais; indicadores sociais.

A produção de carvão vegetal (CV) em Minas Gerais, responsável por 88% do total brasileiro e estratégica para a siderurgia, apresenta na etapa de carbonização pontos críticos de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e vulnerabilidades sociais. Este estudo teve como objetivo elaborar o inventário de emissões em 2024 e correlacioná-lo a indicadores sociais, em alinhamento ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 da ONU. A produção estadual foi estimada em 5,88 milhões de toneladas (IBGE/PEVS 2022), ajustada pela produção de ferro-gusa. O inventário, elaborado segundo a ISO 14064-1 com fatores de emissão da literatura (32-62 g CH₄/kg) e o GWP100 do AR6 (27,2), mostrou que, nos fornos tradicionais, as emissões variaram de 5,1 a 9,9 MtCO₂e, mas caíram para 0,5-1,0 MtCO₂e com tecnologias de abatimento, evitando até 8,9 MtCO₂e. A Avaliação do Ciclo de Vida Social (ACV-S) tipo I, baseada no Subcategory Assessment Method e na PNAD Contínua (2024), evidenciou predomínio masculino, baixa escolaridade, formalização parcial, longas jornadas, baixa remuneração e elevado número de afastamentos por doenças ocupacionais, resultando em índice social “regular” de -0,75. A integração dos resultados ambientais e sociais demonstrou que sistemas mais emissores também concentram os piores indicadores sociais, configurando hotspots de dupla vulnerabilidade. Esse achado reforça a urgência de mecanismos de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV) alinhados ao Plano Estadual de Ação Climática de Minas Gerais (PLAC-MG) e ao Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE). O estudo é um subsídio metodológico preliminar registrado no repositório DataCite (DOI: 10.5281/zenodo.17220438), voltado a apoiar análises integradas a política climática estadual em consonância com a economia florestal no cenário nacional e internacional.

Agradecimentos

Ao apoio financeiro da agência CAPES e FAPEMIG e apoio estrutural, logístico e técnico do Laboratório de Ciências de Dados em Manejo Florestal (LEMAF).

Uso de ácido giberélico (GA₃) na germinação de sementes de lobeira (*solanum lycocarpum*)

Paulo Félix Bento¹, Laura Ribeiro Atala², Olívia Alvina Oliveira Tonetti³, José Marcio Rocha Faria⁴, Anderson Cleiton José¹

Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

paulo.bento@estudante, lauu-ra@hotmail.com

oaotonetti@ufla.br, jmfaria@ufla.br, acjose@ufla.br

Palavras-chave: Dormência, Fitorreguladores, Sementes Florestais, Cerrado.

lobeira (*Solanum lycocarpum*), espécie nativa do Cerrado com importante papel ecológico, atua na regeneração natural e na alimentação da fauna, além de possuir potencial medicinal. No entanto, sua propagação é limitada pela germinação lenta e irregular das sementes. O uso de fitorreguladores, como o ácido giberélico (GA₃), pode ser uma alternativa para otimizar esse processo. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes concentrações de GA₃ na germinação de sementes de lobeira. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições de 20 sementes por tratamento. Os tratamentos consistiram em soluções de GA₃ nas concentrações de 0, 0,05, 0,5 e 5 mM, sendo o tratamento 0 mM (água destilada) utilizado como controle. As sementes foram previamente desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 2% por dois minutos, seguidas de lavagem em água corrente. A semeadura foi realizada em caixas Gerbox sobre papel Germitest umedecido com as respectivas soluções, e as caixas foram mantidas em câmara de germinação com temperatura alternada (20–30 °C) e fotoperíodo de 12 horas. A contagem de sementes germinadas foi realizada diariamente por 30 dias, e os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados indicaram que o GA₃ influenciou positivamente a germinação. A maior porcentagem (77%) foi obtida com 5 mM de GA₃, superando significativamente o controle (62%). As concentrações intermediárias (0,05 e 0,5 mM) não diferiram estatisticamente do controle nem da concentração de 5 mM. Conclui-se que o GA₃ promove a germinação de sementes de lobeira, sendo a concentração de 5 mM a mais indicada para maximizar esse parâmetro, representando uma ferramenta útil e eficiente para protocolos de propagação da espécie.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Encapsulamento de sementes para semeadura direta na restauração ecológica

Pedro Machado Neto¹, Anderson Cleiton José²

¹Departamento de Ciência Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Pedro.neto5@ufla.br, acjose@ufla.br

Palavras-chave: tecnologia de sementes, recuperação de áreas degradadas, restauração florestal.

A restauração ecológica de áreas degradadas frequentemente enfrenta desafios relacionados à baixa germinação e estabelecimento de plântulas, especialmente quando se utiliza a semeadura direta. Nesse contexto, o encapsulamento de sementes surge como uma alternativa promissora para proteger os propágulos, melhorar sua distribuição no campo e potencialmente aumentar as taxas de emergência e estabelecimento. Este estudo tem como objetivo avaliar o comportamento de sementes encapsuladas com diferentes composições e substratos, buscando compreender sua viabilidade para aplicação na semeadura direta em ações de restauração ecológica. Até o momento, foram conduzidos testes preliminares de emergência de plântulas com três espécies nativas: Cadeia (*Eremanthus erythropappus*), Mutamba (*Guazuma ulmifolia*) e Sesbânia (*Sesbania virgata*), utilizando três substratos como enchimentos das cápsulas: fibra de coco, vermiculita e perlita. Os resultados parciais indicam que as cápsulas levam em média três dias para se deteriorar, o que atrasa o início da embebição das sementes, mas não interfere na taxa de emergência das plântulas. No entanto, observou-se que os diferentes tipos de enchimento testados influenciam o desempenho das sementes durante a emergência. Para a sesbânia (*Sesbania virgata*), a vermiculita apresentou o mesmo resultado que o controle (30%), enquanto os demais substratos obtiveram cerca de 23% de germinação. Já para a mutamba (*Guazuma ulmifolia*), a vermiculita se sobressaiu com 28%, seguida pela perlita (20%) e pela fibra de coco (12%), todas superiores ao controle (9%). A cadeia (*Eremanthus erythropappus*) não apresentou germinação em nenhuma das condições testadas. Além de gerar conhecimento científico e tecnológico, este trabalho reforça o papel da universidade na promoção do desenvolvimento sustentável, ao contribuir com estratégias inovadoras para a restauração de ecossistemas degradados — alinhando-se diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, especialmente os ODS 15 (Vida Terrestre) e 4 (Educação de Qualidade).

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES e CNPq.

Miniestaquia em progênies de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.

Adriene de Oliveira Bastos¹, Gabriel de Resende Baroni¹, Carolina Rafaela Barroco Soares¹, Beatriz Sousa Barbosa¹, Liliam Coelho¹, Lucas Amaral de Melo¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

{adriene.bastos1, gabriel.baroni, carolina.soares2, beatriz.sousa, Liliam.coelho1}@estudante.ufla.br, lucas.amaral@ufla.br

Palavras-chave: Propagação vegetativa, silvicultura clonal, louro.

A propagação de espécies florestais nativas via miniestaquia e a avaliação de progênies selecionadas a partir de matrizes superiores apresentam-se como ferramentas promissoras na produção de mudas a fim de garantir uniformidade genética e qualidade das plantas. Com isso, objetivou-se avaliar o potencial de propagação vegetativa de progênies de *Cordia trichotoma* via miniestaquia. A pesquisa foi desenvolvida no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras. As miniestacas foram obtidas a partir de minicepas, de origem seminal, de quatro progênies (P4, P12, P28 e P33). Foram coletadas miniestacas basais e apicais que apresentaram comprimento médio de 7 cm e, diâmetro médio da base de 2 mm, mantendo-se um par de folhas com redução de 50% da área foliar. As miniestacas passaram por tratamento com 2500 mg L⁻¹ de ácido indol-3-butírico e posteriormente estaqueadas em tubetes de 55 cm³, preenchidos com substrato à base de 30% de substrato comercial, 20% de vermiculita e 50% de fibra de coco e, abrigadas em casa de vegetação (± 27 °C e $\pm$ UR $\geq$ 85%). O experimento foi instalado em DBC, com cinco repetições. Após 60 dias, foram avaliados os percentuais de sobrevivência e enraizamento das miniestacas. Os dados passaram pelos testes de Shapiro-Wilk e Barlett, pela ANOVA e posteriormente ao teste de Tukey. As progênies apresentaram percentual de sobrevivência acima de 58% ($p > 0,05$). Em relação ao tipo de miniestaca, as basais apresentaram percentual médio de 85% sendo superior as apicais (44%). Para o percentual de enraizamento observou-se efeito significativo para interação entre progênies e o tipo de miniestaca. Analisando o percentual de miniestacas apicais enraizadas em função das progênies, observa-se que não houve diferença entre os valores obtidos. Já para miniestacas basais, o maior valor médio foi observado na progênie P28 com 15% de enraizamento, sendo esse valor superior aos valores observados para miniestacas apicais. Apesar do alto percentual de sobrevivência das miniestacas basais em comparação às apicais, os valores de enraizamento ainda se mantêm baixos para ambos os propágulos, indicando que a espécie apresenta limitações quanto ao uso da miniestaquia, sendo necessária a realização de novos testes, visando o aprimoramento das técnicas para elevar o percentual de enraizamento e otimizar a propagação vegetativa da espécie.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Aclimatização de microplântulas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake cultivados *in vitro* sob diferentes espectros luminosos

Kelly Iapuque Rodrigues de Sousa¹, Ivete Frederico Maluleque¹, Fabíola Magalhães Mendes, Douglas Machado Leite¹, Gilvano Ebling Brondani¹

¹Laboratório de Cultivo *in vitro* de Espécies Florestais, Departamento de Ciências Florestais, Escola de Ciências Agrárias de Lavras/ ESAL, Universidade Federal de Lavras/UFLA

{Fabíola Magalhães Mendes}@estudante.ufla.br, {douglas.leite1, gilvano.brondani}@ufla.br

Palavras-chave: Eucalipto, Cultura de tecidos, Micropropagação.

O *Eucalyptus urophylla* é amplamente utilizado devido às suas características, como resistência a pragas e adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. A transição das condições *in vitro* para o ambiente *ex vitro* impõe estresses fisiológicos que comprometem o estabelecimento das plantas, tornando a etapa de aclimatização um ponto crítico, no qual podem ocorrer elevadas taxas de mortalidade. Portanto, as metodologias que avaliem técnicas de aclimatização contribuem para aumentar a eficiência e a aplicabilidade do cultivo *in vitro* em larga escala. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a aclimatização de microplântulas de *E. urophylla*. O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultivo *in vitro* de Espécies Florestais da Universidade Federal de Lavras. As brotações utilizadas foram oriundas da fase de enraizamento *in vitro*, conduzidas em sala de crescimento sob quatro espectros luminosos distintos (LEDs): luz branca, luz vermelha, luz azul e a combinação vermelho/azul. Para a aclimatização, utilizaram-se copos de 200 mL de polipropileno contendo uma mistura de substrato comercial e vermiculita (1:1), alocados em bandejas e cobertos com filme plástico, formando uma miniestufa. As bandejas permaneceram em sala de crescimento a 24 ± 1 °C, fotoperíodo de 16 horas e irradiância de $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em lâmpadas LED brancas. Após dez dias, as bandejas foram destampadas, sendo realizadas irrigações em dias alternados. Aos 30 dias, foram avaliados a sobrevivência, o comprimento médio da brotação e o número de folhas, e os dados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey ($P < 0,05$) no *software* R. Houve diferença significativa para todas as variáveis analisadas. A combinação vermelho/azul promoveu maior desempenho, com médias de 3,2 cm para comprimento de brotação, 12,2 folhas e sobrevivência de 90,5%. Em contraste, a luz branca apresentou os menores valores, correspondendo a 0,43 cm de comprimento; 2,38 folhas por explante e 37,5% de sobrevivência. O espectro vermelho e azul não diferiram estatisticamente entre si quanto ao número de folhas, porém o vermelho apresentou maior sobrevivência (61,9%). A aclimatização de *E. urophylla* foi favorecida quando as brotações foram cultivadas *in vitro* sob os espectros vermelho/azul e vermelho, os quais proporcionam maior crescimento e sobrevivência, configurando-se como alternativas promissoras para a otimização da micropropagação dessa espécie.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Altura de progênies de *Zeyheria tuberculosa* em sistema consorciado

Laís Lara Jesus Barros Freitas¹, José Luís Leal¹, Carolina Rafaela Barroco Soares¹, Emanuely Aparecida Resende da Costa¹, Adriene de Oliveira Bastos¹, Lucas Amaral de Melo¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

lais.freitas1@estudante.ufla.br; jose.leal2@estudante.ufla.br;
carolina.soares2@estudante.ufla.br; adriene.bastos1@estudante.ufla.br;
emanuely.resende@estudante.ufla.br; lucas.amaral@ufla.br.

Palavras-chave: Melhoramento genético, silvicultura, seleção.

Zeyheria tuberculosa (ipê-felpudo) é uma espécie arbórea nativa de relevância ecológica, econômica e social, destacando-se pelo uso em restauração florestal e pela qualidade de sua madeira. Entretanto, encontra-se em situação de vulnerabilidade, o que tornam essenciais estudos voltados ao seu potencial silvicultural e à conservação genética. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento em altura de 71 progênies de *Z. tuberculosa* implantadas em sistema consorciado com espécies nativas de rápido crescimento, visando identificar a variabilidade genética existente e selecionar materiais com melhor desempenho. O experimento foi conduzido na cidade de Ijaci-MG, na Fazenda Palmital que é pertencente à Universidade Federal de Lavras, em delineamento de blocos completos ao acaso, com quinze repetições e uma planta por parcela. As progênies de *Z. tuberculosa* foram plantadas em consórcio com *Peltophorum dubium*, *Inga edulis* e *Guazuma ulmifolia*. As avaliações de altura foram realizadas aos 12, 48 e 60 meses após o plantio, e as análises foram realizadas no software R. Mediante diferença apontada pelo teste F ($p < 0.001$) na ANAVA, aplicou-se o teste de Tukey. As análises revelaram variabilidade genética significativa entre as progênies em todos os períodos avaliados. Os resultados mostraram que algumas progênies apresentaram crescimento mais uniforme e constante, como P14, P59, P6, P3 e P74, que se mantiveram entre as dez melhores classificadas em todas as idades. Outras evidenciaram maior ganho relativo em fases posteriores, como P36, que iniciou com crescimento reduzido, mas alcançou o maior valor médio de altura aos 60 meses, destacando-se como a de melhor desempenho final. Também obtiveram bons resultados as progênies P24, P39, P37 e P66, compondo o grupo final das dez progênies com maior potencial produtivo. Esses resultados confirmam a existência de ampla variabilidade genética em *Z. tuberculosa*, evidenciam a possibilidade de seleção de materiais superiores para futuros programas de melhoramento e reforçam o seu valor silvicultural.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação de Restauração de Ecossistemas Florestais de Mata Atlântica

Pedro Neder Loureiro ¹, Rosângela Alves Tristão Borém ², Soraya Alvarenga Botelho ³, Filipe Gonçalves de Sousa ⁴ Carlos Vinicius Gonçalves Ribeiro ⁵, Gabrielly Lopes Bastos ⁶

¹Programa de Pós Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais /PPGTIA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ecologia e Conservação/DEC – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

⁵Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

⁶Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{pedro.loureiro2@estudante.ufla.br, tristao@ufla.br, sbotelho@ufla.br, filipe.sousa@estudante.ufla.br, carlos.ribeiro8@estudante.ufla.br, gabrielly.bastos@estudante.ufla.br}

Palavras-chave: Restauração florestal, Indicadores Ecológicos, Fotogrametria, Mata Atlântica.

A restauração ecológica é uma ferramenta fundamental para reverter processos de degradação e restabelecer a funcionalidade dos ecossistemas da Mata Atlântica. Este estudo tem como objetivo avaliar a efetividade de projetos de restauração florestal conduzidos no campus da Universidade Federal de Lavras, analisando três áreas implantadas em diferentes períodos de monitoramento. Para isso, serão utilizados indicadores ecológicos associados à vegetação e ao solo, incluindo análises de estrutura e regeneração da comunidade arbórea, além da resistência à penetração do solo. Complementarmente, técnicas de fotogrametria com drones serão aplicadas para quantificar a cobertura de dossel e identificar padrões espaciais de desenvolvimento. A comparação entre áreas em distintos estágios de restauração permitirá compreender a evolução dos processos ecológicos ao longo do tempo. Os resultados esperados incluem o aumento da biodiversidade, maior cobertura vegetal e melhoria das condições edáficas, fornecendo subsídios para a otimização de práticas de manejo e para o fortalecimento de estratégias de conservação e recuperação ambiental em ecossistemas tropicais.

Impactos Sociais da Produção de Carvão Vegetal em Minas Gerais: Uma Análise a partir da Avaliação do Ciclo de Vida Social

Guilherme Ribeiro Aguiar¹, Kalill José Viana da Páscoa¹, Thiza Falqueto Altoé¹, Emily Darc Andrade dos Santos¹, Jaqueline Severino da Costa², Carolina Souza Jarochinski Dellú¹

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Gestão do Agronegócio/DGA – Universidade Federal de Lavras
(UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{guilherme.aguiar1,emily.santos1}@estudante.ufla.br, {kalill.pascoa,
thiza.altoe, jaqueline.s.costa,carolina.jsilva}@ufla.br

Palavras-chave: Indicadores sociais; bioenergia florestal; ACVS.

O aumento da demanda global pelo carvão vegetal (CV) tem expandido os plantios de eucalipto. Minas Gerais lidera essa cadeia, reunindo 2,3 milhões de hectares (24%) dos plantios de eucalipto destinados majoritariamente à produção de CV. Apesar da importância econômica, a atividade ainda enfrenta desafios sociais, que reside na gestão da informalidade e na garantia de condições dignas de trabalho. Além da exposição a riscos à saúde e segurança e situações como trabalho análogo ao escravo e trabalho infantil. Neste contexto, o objetivo principal deste estudo é aplicar a Avaliação do Ciclo de Vida Social (ACV-S) seguindo as normas ISO 14040 e 14044, na cadeia produtiva do CV de pequenos produtores em Minas Gerais. E buscar propor melhorias das condições de trabalho e qualidade de vida. A coleta de dados incluiu entrevistas em seis Unidades Produtoras de Carvão (UPCs) em pequenos produtores (CAAE: 88529325.0.0000.5148). A análise preliminar considerou aspectos de trabalho, gênero, saúde, segurança e cenários tecnológicos de produção. A análise dos resultados da ACV-S revelou um padrão similar nas condições de trabalho. A maioria das UPCs apresenta formalização e remuneração atrativa, a ocorrência de trabalho infantil em uma das UPCs. A precariedade de EPIs, em outras indicam falhas críticas nas manutenções dos fornos. Embora os EPIs sejam fornecidos, uma delas apresentou condições mais precárias. O sistema produtivo é similar entre as UPCs, com uso de fornos circulares e ciclo de 10 a 12 dias. O trabalho ainda está sendo desenvolvido e serão geradas novas análises mais aprofundadas. De modo geral, os trabalhadores avaliaram positivamente o cenário, sobretudo em função da remuneração considerada atrativa para a região.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa em Minas Gerais – APQ-01652-24 e do Laboratório de Manejo Florestal da Universidade Federal de Lavras (LEMAF – UFLA).

AVALIAÇÃO DO CICLO E DO CUSTO DE VIDA DE UMA FLORESTA PLANTADA NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Ana Daniela dos Santos ¹, Carolina Jaronchinski Dellú ², Jaqueline Severino da Costa ³

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ana.santos47@estudante.ufla.br, {carolinajsilva,
jaqueline.s.costa}@ufla.br

Palavras-chave: Avaliação do ciclo de vida (ACV), Avaliação do Custo do Ciclo de Vida (ACCV), carbonização, emissões, impacto, sustentabilidade.

O Brasil é o único país no mundo que utiliza carvão vegetal em larga escala no setor siderúrgico. Por sua vez, o estado de Minas Gerais é o maior produtor e usuário desse produto para o setor siderúrgico, atingindo quase 83% da produção nacional. Ao se considerar fontes de energia renováveis, como lenha e carvão vegetal, o estado representa a terceira fonte de energia renovável do país. Dada sua importância, a cadeia produtiva florestal teve uma participação de 0,9% no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro em 2024. Em 2024, o estado de Minas Gerais registrou um Produto Interno Bruto (PIB) total de R\$ 284,0 bilhões, dos quais R\$ 32,4 bilhões foram provenientes das atividades agropecuárias e florestais. Em virtude da relevância do setor para Minas Gerais, o presente estudo tem como objetivo fazer a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e Avaliação do Custeio do Ciclo de Vida (ACCV) da produção do carvão vegetal destinado à indústria siderúrgica e ao consumo doméstico. Para tal foram coletados dados mediante aplicação de questionário em uma Unidade de Produção de Carvão, localizada no norte de Minas Gerais. A metodologia abordada é baseada na ISO 14040 para avaliação ambiental e nas ISO 15686-5:2017 e 15663:2021 para a avaliação econômica. O escopo do trabalho avalia a produção de carvão do berço ao portão (viveiro florestal até a produção do carvão na carvoaria). A partir de um inventário ambiental, o estudo destacará o consumo de insumos necessários à cadeia produtiva, suas emissões e categorias de impacto mais afetadas. No inventário econômico avaliará qual etapa da cadeia é mais onerosa quais indicadores merecem mais atenção, com o objetivo de minimizar o custo. Por fim, pretende-se avaliar a correlação entre os impactos ambientais e econômicos com foco na maior eficiência ambiental e econômica. Os resultados, permitirão encontrar informações mais condizentes com a realidade da produção reforçando a robustez das informações geradas para uma gestão mais eficaz deste setor produtivo, com maior controle das emissões geradas, minimização dos impactos ambientais e econômicos associados melhorando a sustentabilidade do sistema.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e FAPEMIG.

Condicionamento fisiológico em sementes de *Bixa orellana* L. e seus efeitos na germinação

Paulo Félix Bento¹, Laura Ribeiro Atala¹, José Marcio Rocha Faria¹, Anderson Cleiton José¹

¹Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

paulo.bento@estudante.ufla.br, laura.atala1@estudante.ufla.br,
jmfaria@ufla.br, acjose@ufla.br

Palavras-chave: Urucum, *priming*, peróxido de hidrogênio.

O urucum (*Bixa orellana* L.) é uma espécie tropical amplamente utilizada na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, devido à presença do pigmento bixina em suas sementes. Entretanto, a propagação da espécie por sementes pode ser limitada por dormência e contaminação fúngica, fatores que comprometem a germinação e o estabelecimento das plântulas. Nesse contexto, o condicionamento fisiológico (*priming*) é uma estratégia que visa melhorar a germinação e a uniformidade de emergência de plântulas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do condicionamento de sementes de urucum em soluções de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em três concentrações (100, 200 e 400 µM), além de um tratamento controle sem condicionamento. As sementes foram condicionadas nas soluções de H₂O₂, em placas de Petri, por 48 horas, em câmara tipo B.O.D, a 20 °C, no escuro, no Laboratório de Sementes Florestais (UFLA). Posteriormente, as sementes foram lavadas em água corrente e colocadas para germinar em rolo de papel, em germinador tipo *Mangelsdorf* a 25 °C, sob luz constante. O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento. Foram avaliadas as porcentagens de germinação, plântulas normais, sementes dormentes (duras) e incidência de fungos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativos, as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As médias gerais de germinação foram baixas em todos os tratamentos, indicando que o condicionamento em H₂O₂ não promoveu melhorias na germinação e na formação de plântulas normais, sendo estas 15 e 13%, respectivamente. No entanto, observou-se redução significativa na incidência de fungos nos tratamentos com 200 e 400 µM de H₂O₂ (14% e 8%, respectivamente), em comparação ao controle (34%) e ao tratamento com 100 µM (31%). Em relação as sementes dormentes, as concentrações 200 e 400 µM apresentaram maiores médias (76%) em relação ao controle e 100 µM (54%). Conclui-se que o condicionamento em peróxido de hidrogênio não foi eficiente para aumentar a taxa e a uniformidade de germinação de *B. orellana*, mas mostrou potencial como alternativa para reduzir a contaminação fúngica durante o teste de germinação, contribuindo para protocolos de pré-tratamento que visem à produção de mudas mais saudáveis da espécie.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Inteligência computacional para estimativa de altura de *Cordia trichotoma* em plantios de Reserva Legal

Paulo Victor Evangelista de Castilho¹, Gabriel de Resende Baroni¹, Ellen Carvalho Dutra¹, Laís Lara Jesus Barros Freitas¹, Lucas Amaral de Melo¹

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

castilho.pve@gmail.com

Palavras-chave: rede neural artificial, relação hipsométrica, louro-pardo.

A fim de aperfeiçoar a silvicultura de espécies nativas brasileiras com interesse econômico e enfrentar a problemática de mensuração da altura de árvores em florestas, esta pesquisa avaliou o desempenho de Redes Neurais Artificiais (ANN) para estimativa de altura das árvores de *Cordia trichotoma*. O local de estudo consiste em um plantio de restauração florestal, com 35 espécies, arranjo de 3 x 1,5 m e área de 3,19 ha, em Ijaci, Minas Gerais. Censos florestais foram realizados quatro vezes, uma vez ao ano, ao longo de cinco anos após o plantio, para mensurar o diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total (Ht) das árvores, destacando a espécie de interesse. Posteriormente, com os valores de DAP, foram calculadas as áreas seccionais (g) de cada árvore. Essas variáveis foram organizadas de forma a compor a base de dados empregada na implementação da ANN, realizada no Google Colab. Como *input* do modelo, foram utilizadas as variáveis Idade, DAP e g, selecionadas devido à alta correlação de Pearson ($>0,60$) com a variável Ht, sendo essa determinada como *output* do modelo. Em seguida, os dados foram normalizados com o método *Z-score* e o conjunto total de amostras ($n=760$ observações; 190 árvores mensuradas por quatro anos) foi dividido em treinamento (70%) e teste (30%). O treinamento da ANN foi processado com o algoritmo *MLPRegressor*, definindo os hiperparâmetros de forma heurística. Foi realizada a validação do modelo pelo método *Cross-validation* e calculadas as métricas. O melhor desempenho foi obtido através de uma ANN composta por uma camada oculta com oito neurônios, função de ativação tangente hiperbólica (*tanh*), otimizador *Adam*, tolerância de erro 0,0001 e taxa de aprendizado de 0,01. A ANN convergiu com 93 épocas e resultou em um R^2 de 0,76 no treinamento, 0,75 na validação e 0,73 no teste. O erro médio absoluto (MAE) para as estimativas de altura foi de 0,81 m, enquanto a raiz do erro quadrático médio (RMSE) foi de 1,09 m e o erro percentual médio absoluto (MAPE) foi de 12,44%. Portanto, a ANN apresentou considerável capacidade de generalização e demonstrou-se ser um método acurado para estimar a altura de árvores de *Cordia trichotoma* em plantios para restauração de Reserva Legal.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização colorimétrica de espécies florestais exploradas na Amazônia Ocidental

Thiago Alves da Silva¹, José Marcio Rocha Faria¹, Patrícia Gomes Ribeiro²

¹ Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

² Centro de Ciências Biológicas e da Natureza/CCBN – Universidade Federal do Acre
(UFAC), Rod. BR 364, Km 04, Bairro Distrito Industrial, CEP 69920-900 – Rio
Branco, AC – Brasil

thiago.silval6@estudante.ufla.br, jmfaria@ufla.br,
patricia.ribeiro@ufac.br

Palavras-chave: Madeira da Amazônia, Cor da madeira, Sistema CIELAB, Espectroscopia de cor, Colorimetria.

Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial da colorimetria como ferramenta auxiliar na identificação de madeiras, caracterizando sete espécies florestais da Amazônia Ocidental e verificar possíveis correlações entre parâmetros colorimétricos e massa específica aparente. As amostras das espécies Amarelão (*Apuleia leiocarpa*), Cedro (*Cedrela odorata*), Garapa (*Apuleia molaris*), Ipê (*Handroanthus* spp.), Jatobá (*Hymenaea courbaril*), Peroba (*Aspidosperma* spp.) e Tauari (*Couratari* spp.) foram provenientes de um lote de madeiras apreendidas pelo Instituto de Meio Ambiente do Acre. Para cada espécie, foram selecionadas 12 amostras, nas quais foram determinados os parâmetros colorimétricos de luminosidade (L^*), pigmentos vermelho (a^*) e amarelo (b^*), saturação (C^*) e ângulo de tinta (h^*), obtidos por meio de espectrofotômetro de reflectância. As madeiras de Garapa, Ipê, Peroba, Jatobá e Tauari apresentaram tonalidades variando entre marrom e amarelo, com predominância da cor oliva. A madeira de Amarelão foi classificada como amarelo-claro e a de Cedro, como rosada. A análise de agrupamento de cluster permitiu a formação de grupos heterogêneos com base na diversidade colorimétrica e na massa específica, distinguindo madeiras de coloração escura e alta densidade daquelas mais claras e de densidade leve a média. Observou-se baixa correlação entre os parâmetros colorimétricos e a massa específica, indicando a necessidade de estudos adicionais com maior número de amostras. Conclui-se que a colorimetria apresenta potencial promissor para a identificação e classificação de madeiras tropicais, contribuindo para o controle e rastreabilidade de produtos florestais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Estaquia de progênies de *Corymbia torelliana* (F.Muell.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson

**Gabriel de Resende Baroni¹, Adriene de Oliveria Bastos¹, Carolina Rafaela Barroco Soares¹, Emelly Kamile de Barros¹, Adelson Lemes da Silva Júnior¹,
Lucas Amaral de Melo¹**

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{gabrielbaroni92@gmail.com}

Palavras-chave: eucalipto, propagação vegetativa, enraizamento.

C. torelliana é valorizada na formação de híbridos com *C. citriodora*, *C. henryi* e *C. maculata*, devido às suas características de facilidade na propagação vegetativa e resistência a estresses bióticos e abióticos. O conhecimento sobre a produção de mudas da espécie é essencial para programas de melhoramento genético, embora ainda pouco explorado. Desta forma, objetivou-se avaliar progênies mais aptas para o processo de estaquia, por meio da avaliação de características relacionadas ao processo rizogênico. As árvores matrizes foram oriundas de teste de progênies, no qual se realizou desbaste, mantendo cepas de 20 cm. Após três meses, coletaram-se as brotações de quatro indivíduos por progênie, transportadas ao viveiro e seccionadas em estacas de 10 cm, com folhas reduzidas a um terço de seu tamanho original. As estacas foram desinfetadas em solução de hipoclorito e imersas em solução hidroalcoólica com AIB (ácido indol-3-butírico) a 8000 mg L⁻¹. Em seguida, foram estaqueadas em tubetes de 55 cm³ com substrato Maxfertil® acrescido de fertilizante de liberação controlada. O experimento foi conduzido em casa de vegetação (≈27°C e 82% UR), em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (progênies 20, 30, 39, 47 e 49), quatro repetições e 26 estacas por parcela. Após 45 dias, avaliaram-se os percentuais de mortalidade (PM), de enraizamento (PE), e de formação de calos sem enraizamento (CSE) das estacas. Os dados foram submetidos à ANOVA e, quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, usando R Studio com o pacote ExpDes.pt. Não houve diferença para PM, cuja média geral foi de 24%. Houve diferenças significativas para PE e CSE. Para PE, as progênies 47, 39 e 49 obtiveram médias de 59%, 55% e 48%, não diferindo entre si, mas superiores às progênies 29 e 30, que apresentaram 28% e 18%. Para CSE, as progênies 30 e 29 diferiram entre si, com 65% e 43%, enquanto 49, 39 e 47 foram inferiores às primeiras e apresentaram 23%, 23% e 21%, sem diferença entre si. As progênies 47, 39 e 49 destacaram-se como mais promissoras para a estaquia caulinar. Entretanto, ainda são necessários estudos complementares, como de tipos de substratos e doses de AIB, para aumentar ainda mais seus percentuais de enraizamento.

Agradecimentos

Ao CNPq (processo:141098/2023-6) e a Fapemig (processos: BDP-00603-22 e APD-00423-25) a disponibilização de recurso para o projeto e a bolsa dos graduandos e pós-graduandos.

ANÁLISE TEMPORAL DAS QUEIMADAS EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO FEDERAIS DO BIOMA MATA ATLÂNTICA

Kaio Ramon de Sousa Magalhães¹, Sérgio Abílio Azevedo¹, Lucas Guimarães Pereira¹, Ruan Rubens de Souza Santos¹; Thiago Martins Santos¹; Mayara de Lima Ferreira¹; Wigor Devid de Melo Santos¹; Ana Carolina Maioli Campos Barbosa¹.

¹Departamento de Ciência Florestais (DCF) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-900 – Lavras, MG – Brasil

kaio.magalhaes1@estudante.ufla.br, sergio.azevedo@ufla.br,
lucas.pereira13@estudante.ufla.br, ruann.santos@estudante.ufla.br,
thiago.santos12@estudante.ufla.br, mayara.ferreira@estudante.ufla.br,
wigormello@gmail.com, anabarbosa@ufla.br.

Palavras-chave: Fogo; MapBiomas; Cobertura florestal; Conservação ambiental; Variabilidade temporal;

As queimadas florestais representam uma das principais ameaças aos biomas brasileiros, especialmente dentro das Unidades de Conservação (UCs). A Mata Atlântica, um dos biomas mais fragmentados do país em razão das intensas pressões antrópicas, mostra-se vulnerável a esse tipo de ocorrência, principalmente devido à expansão urbana, industrial e agropecuária. Como consequência disso, observa-se a perda de cobertura vegetal, o comprometimento da regeneração natural, a afetação da fauna, o aumento do risco de degradação do solo e a redução dos serviços ecossistêmicos. Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo avaliar o percentual de queimadas em Unidades de Conservação federais do bioma Mata Atlântica, em uma escala temporal de nove anos (2012 a 2021), a fim de verificar se a proteção conferida a essas áreas está sendo efetiva. Foram utilizados dados abertos referentes às queimadas registradas em 74 UCs, disponibilizados pelo ICMBio (2024). O banco de dados resulta de mapeamento por sensoriamento remoto, que identifica cicatrizes de queimadas a partir de imagens dos satélites MODIS Rapid Response, Landsat 8, Sentinel-2 e CBERS-4, por meio de interpretação visual. As informações sobre as áreas florestais do bioma foram obtidas do MapBiomas (2024). A série histórica (2012–2021) evidencia variações expressivas na área total queimada dentro das UCs federais da Mata Atlântica. O ano de 2012 apresentou um pico de 17.689,68 hectares (0,016% da área total do bioma), seguido por forte redução em 2013 (707,53 ha; 0,0006%). Em 2014 e 2015, observou-se nova elevação, com valores próximos de 0,012% da área afetada em ambos os anos. Em 2016, houve nova queda (8.734,91 ha; 0,0079%), seguida por um expressivo aumento em 2017, que apresentou 48.445,03 hectares queimados, o maior valor até então, equivalente a 0,0438% da área total do bioma. Em 2018, as queimadas voltaram a diminuir para 1.036,03 hectares (0,0009%), mas o cenário voltou a se intensificar em 2019, com 14.275,51 hectares (0,0129%). Por fim, os anos de 2020 e 2021 destacaram-se como os mais críticos de toda a série, registrando 46.186,48 hectares (0,0418%) e 54.253,61 hectares (0,0490%), respectivamente. Dessa forma, mesmo nos anos de maior incidência, as áreas afetadas corresponderam a uma fração reduzida da extensão total do bioma, sugerindo que as Unidades de Conservação federais desempenham papel relevante na limitação da propagação do fogo e na manutenção da integridade ecológica desses territórios.

Fitossociologia em área de restauração de Mata Atlântica com 20 anos de idade

Raul Reis Assunção¹, Filipe Gonçalves de Souza, Carlos Vinicius Gonçalves Ribeiro¹, Otávio Camargo Campoe¹

¹Departamento de Ciências Florestais Florestal/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

raul.assuncao1@estudante.ufla.br, filipe.sousa@estudante.ufla.br, carlos.ribeiro8@estudante.ufla.br, otavio.campoe@ufla.br

Palavras-chave: Floresta tropical, silvicultura de nativas, sucessão florestal.

A restauração florestal é uma das soluções baseadas na natureza mais eficazes para a reconstrução de ecossistemas degradados, a conservação da biodiversidade e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Este estudo teve como objetivo avaliar a estrutura fitossociológica de um experimento de restauração de Mata Atlântica com 20 anos de idade. O experimento foi implantado em março de 2004, no município de Anhembi-SP, com 20 espécies nativas, sendo 10 pioneiras e 10 não-pioneiras, em uma área de aproximadamente 5 ha, com densidade de 2500 árvores/ha. Em um total de 40 parcelas de 693 m², foram avaliados o diâmetro à altura do peito (DAP) e altura total de todas as árvores com DAP $\geq$ 5 cm. Todas as árvores foram identificadas e, posteriormente, foram calculados os parâmetros fitossociológicos da comunidade: Índice de Valor de Importância (IVI) e Índice de Diversidade de Shannon. As espécies foram classificadas entre plantadas ou colonizadoras; pioneiras ou não-pioneiras; zoocóricas ou não; ameaçadas de extinção ou não. O Índice de Diversidade de Shannon para a comunidade foi de 3,26, podendo ser comparado à diversidade em fragmentos remanescentes do mesmo domínio. Ao todo, foram identificadas 69 espécies, pertencentes a 32 famílias. As três espécies com maior IVI foram *Erythrina mulungu*, *Senegalia polyphylla* e *Hymenaea courbaril*, sendo a terceira uma espécie não-pioneira e com síndrome de dispersão zoocórica. Dentre as 20 espécies plantadas, 8 também foram identificadas no grupo das recrutas, indicando bom estabelecimento das espécies plantadas no local. No total, foram 31 espécies não-pioneiras (45%) e 42 espécies classificadas como zoocóricas (61%), o que indica um avanço satisfatório nos estágios sucessionais da comunidade e o cumprimento da função de abrigo e circulação da fauna dispersora no local. Por fim, foram identificadas 3 espécies presentes na lista de ameaçadas de extinção, sendo: *Cedrela fissilis*, *Apuleia leiocarpa* e *Euterpe edulis*, indicando a importância da restauração na conservação de espécies ameaçadas e na preservação da biodiversidade. Este estudo visa ampliar os conhecimentos sobre sucessão ecológica em projetos de restauração de florestas tropicais, contribuindo para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e conservação da biodiversidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e IPEF.

Resíduos de cigarro podem ser utilizados na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake

Gabriel de Resende Baroni¹, João Marcos Nogueira¹, Adriene de Oliveria Bastos¹, Paulo Victor Evangelista de Castilho¹, Ana Clara Oliveira Freitas¹, Lucas Amaral de Melo¹

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{gabrielbaroni92@gmail.com}

Palavras-chave: eucalipto, substrato alternativo, crescimento de mudas.

O uso de substratos alternativos na produção de mudas florestais contribui para a sustentabilidade do setor, gerando renda, reduzindo custos e aproveitando materiais que seriam descartados em aterros sanitários ou incinerados. Entre eles, o resíduo de cigarros apreendidos por causa da comercialização ilegal, pode ser doado legalmente, descaracterizado e reaproveitado, após processo de compostagem, como componente de substrato para mudas de *E. urophylla*, espécie de grande relevância no setor de florestas plantadas no Brasil. Entretanto, informações científicas sobre seu uso ainda são limitadas. Assim, este estudo objetivou analisar o resíduo de cigarro como componente alternativo de substrato no crescimento de mudas dessa espécie. O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos constituídos por diferentes proporções volumétricas de resíduo de cigarro compostado (0%, 15%, 30%, 45% e 60%), combinados com fibra de coco não compostada, com cinco repetições de 12 mudas por parcela. Para a produção das mudas, as sementes foram doadas pelo Laboratório de Estudos em Silvicultura e Restauração Florestal (LASERF) da UFLA e semeadas diretamente em tubetes de 55 cm³. Durante o cultivo, as mudas receberam adubação com fosfato monoamônico. Aos 90 dias após a semeadura, foram mensuradas a altura da parte aérea (H) e o diâmetro do coleto (DAC) e foram calculadas médias aritméticas e desvios-padrão (DP). Para verificar os pressupostos da análise de variância, como a normalidade dos erros e a homogeneidade das variâncias dos tratamentos, foram realizados os testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente, considerando o nível de significância de 5%. Posteriormente, foi aplicada a Anova a 5% de significância. Os resíduos experimentais apresentaram distribuição normal e variâncias homogêneas. O DAC médio $\pm$ DP foi 4,4 cm $\pm$ 0,5 cm e a altura média $\pm$ DP foi 34,0 cm $\pm$ 5,0 cm. Não houve diferença estatística entre os tratamentos, e o padrão morfológico mínimo para produção de mudas de *E. urophylla* foi alcançado. Portanto, o resíduo de cigarro pode ser incorporado aos substratos na concentração de até 60% sem afetar o crescimento das mudas, contribuindo para a destinação ambiental correta de resíduos e promovendo práticas sustentáveis na produção florestal.

Agradecimentos

Ao CNPq (processo:141098/2023-6), à UFLA e ao SILMEF (Grupo de Pesquisa em Silvicultura e Melhoramento Florestal), ao apoio intelectual e a disponibilização de recursos para o trabalho e a bolsa dos graduandos e pós-graduandos.

Caracterização estrutural de um povoamento de eucalipto com LiDAR aerotransportado: modelagem para estimativa de altura

Lucas Bueno Segreti¹, Eduarda Thais Goulart¹, Fausto Weimar Acerbi Junior¹, Ana Paula Cardoso Tavares¹, Rafael Dudeque Zenni², Inacio Thomaz Bueno³.

¹Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ecologia e Conservação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³School of Forest, Fisheries, and Geomatics Sciences – University of Florida (UF) Caixa Postal 110410 ZIP Code 32611-0410 – Gainesville, FL – EUA

{lucas.segreti1, eduarda.lobes2, ana.tavares5}@estudante.ufla.br,
{fausto, rafael.zenni}@ufla.br, ithomazbueno@ufl.edu

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, CHM, Manejo Florestal de Precisão.

A mensuração das alturas das árvores é fundamental para estimar o volume de madeira, a biomassa e o estoque de carbono, sendo um dos parâmetros mais importantes em inventários e modelagem florestais. Este estudo teve como objetivo avaliar a aplicabilidade da tecnologia LiDAR (do inglês, *Light Detection and Ranging*, Detecção e Alcance de Luz) embarcada em drone para a estimativa da altura de árvores em um povoamento experimental de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em Lavras (MG). A aquisição dos dados foi realizada com o sensor DJI Zenmuse L1 acoplado a um drone DJI Matrice 300 RTK, gerando uma nuvem de pontos que foi processada nos *softwares* DJI Terra, CloudCompare e no RStudio. O Modelo Digital de Terreno (*Digital Terrain Model*, DTM) e o Modelo Digital de Superfície (*Digital Surface Model*, DSM,) foram utilizados para construir o Modelo Digital de Altura do Dossel (*Canopy Height Model*, CHM), que representa a altura da vegetação em relação ao solo. Para validação, foram coletadas medições em campo com um hipsômetro TruPulse 200, que foram comparadas às estimativas do CHM. Os resultados indicaram alturas variando entre 27,98 e 53,15 m, com desempenho estatístico satisfatório ($R^2 = 0,74$; RMSE = 1,65 m; MAE = 1,34 m; MAPE = 2,69%; BIAS = -0,54 m). Conclui-se que a tecnologia LiDAR apresenta grande potencial para a mensuração de atributos dendrométricos, podendo contribuir para o Manejo Florestal de Precisão e reduzir a necessidade de medições intensivas em campo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG (processo nº APQ-03741-23) e CNPq.

Estimativa de biomassa acima do solo em um remanescente de Mata Atlântica utilizando dados GEDI e Sentinel

Lucas Bueno Segreti¹, Fausto Weimar Acerbi Junior¹, Inacio Thomaz Bueno².

¹Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²School of Forest, Fisheries, and Geomatics Sciences – University of Florida (UF)
Caixa Postal 110410 ZIP Code 32611-0410 – Gainesville, FL – USA

lucas.segreti1@estudante.ufla.br, fausto@ufla.br, ithomazbueno@ufl.edu

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Aprendizado de Máquina, LiDAR.

A quantificação da densidade da biomassa acima do solo (do inglês, *Aboveground Biomass Density*, AGBD) é fundamental para estimar o estoque de carbono e compreender processos ecológicos associados ao ciclo de nutrientes e à estrutura dos ecossistemas. Essas informações são cruciais para o monitoramento das mudanças climáticas, como o sequestro de CO₂, o manejo florestal sustentável, a formulação de políticas ambientais e, de forma indireta, a avaliação do risco de incêndios. Este estudo teve como objetivo estimar a AGBD em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual secundária inserido na Mata Atlântica, combinando dados do sensor LiDAR *Global Ecosystem Dynamics Investigation* (GEDI) com imagens Sentinel. O método consistiu em estimar a AGBD a partir do produto GEDI L4A, imagens ópticas Sentinel-2A e imagens de radar Sentinel-1C. Índices espectrais e de radar foram calculados, e as amostras do GEDI foram sobrepostas ao conjunto de imagens. Esses dados serviram como entrada para um modelo *Random Forest*, que foi treinado e aplicado para o restante da área. As previsões foram validadas com estimativas de biomassa de campo, calculadas a partir de dados de inventário florestal utilizando equações alométricas. Os resultados obtidos foram satisfatórios, indicando boa capacidade preditiva do modelo. A combinação entre os dados GEDI e Sentinel evidenciou a importância desta abordagem no aprimoramento das estimativas de AGBD e na compreensão dos estoques de carbono em ecossistemas tropicais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG e ao LEMAF pela disponibilização dos dados de inventário florestal utilizados na validação.



ENGENHARIA QUÍMICA E DE MATERIAIS



Cálculo preditivo de densidade de ésteres de biodiesel

A.C.S. Melo¹, V.R.S Souza¹, M.R.L. Silva², N. S. Evangelista¹, F.R. Carmo³

¹Departamento de Engenharia Química e de Materiais – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
(UFRN) – 59078-970 – Natal, RN – Brazil

³Departamento de Engenharia e Tecnologia – Universidade Federal Rural do Semi-
Árido (UFERSA) – 59625-900 – Mossoró, RN – Brazil

ana.melo9@estudante.ufla.br, nathan.evangelista@ufla.br

Palavras-chave: Biodiesel, densidade, predição, contribuição de grupos.

O biodiesel é uma fonte promissora para substituição ao diesel fóssil, visando principalmente diminuir impactos ambientais. Uma das principais propriedades que se deve conhecer deste biocombustível é a densidade, pois ela tem um papel crucial no desempenho de motores automotivos. Os valores de densidade do biodiesel variam conforme, principalmente, a condição de temperatura e a sua composição. Uma vez que cada biomassa utilizada como matéria-prima produz um biodiesel com ésteres diferentes, é inviável a determinação experimental da densidade para todos os biodieseis e seus componentes. Para resolver este problema, é comum a aplicação de modelos termodinâmicos capazes de prover os valores de densidade dentro de um nível de exatidão aceitável em cálculos de Engenharia. Neste trabalho, quatro modelos de contribuição de grupos e dois modelos baseados no princípio dos estados correspondentes foram avaliados para prever a densidade de ésteres de biodiesel. Para tal, foi desenvolvido um banco de dados contendo 2158 valores experimentais de densidades de ésteres dentro da faixa de temperatura de 273,15 K-573,15 K. Os dados foram extraídos de 91 artigos publicados literatura entre os anos de 1931-2025 e abrangem 40 ésteres metílicos e 39 etílicos que podem aparecer em diferentes tipos de biodiesel. As densidades calculadas por cada modelo foram comparadas estatisticamente com os valores armazenados no banco de dados. Os resultados mostraram que, dentre os quatro modelos de contribuição de grupos, o modelo GCVOL60 gerou os melhores resultados, dado que o desvio médio relativo absoluto global (DMRA%) foi de 0,53%. Para os ésteres metílicos o modelo GCVOL60Pratas apresentou melhor desempenho, com DMRA% de 0,49%. Entre os modelos pelo princípio dos estados correspondentes, foram testados o de Rackett/Soave e Bhirud. O modelo de Bhirud mostrou melhores resultados em todos os desvios, com desvio relativo global, família de metílicos e etílicos com valores de 4,82%, 5,29% e 4,22%, respectivamente.

Agradecimentos

Apoio financeiro da agência CAPES.

Efeito do sulfato de cobre no cultivo de *Bacillus velezensis*: determinação da mínima concentração de inibição

Lucas Renato de Oliveira Mourão ¹, Gustavo Silva Gomide ², Gilson Campani ³, Luciano Jacob Corrêa ⁴

¹Departamento de Engenharia Química e de Materiais/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{lucas.mouraol,gustavo.gomidel}@estudante.ufla.br
{gilson.campani,luciano.correa}@ufla.br

Palavras-chave: Bioinsumos, *on-farm*, evolução adaptativa.

O controle tradicional de fitopatógenos se baseia no uso intensivo de agrotóxicos, com graves impactos à natureza e à saúde pública. Como alternativa sustentável, surgem os bioinsumos, compostos atóxicos, robustos e biodegradáveis. A bactéria *Bacillus velezensis* é um exemplo, com efeito antimicrobiano e promotor de crescimento vegetal. Para reduzir o risco de contaminação do cultivo e facilitar seu processo de produção nas propriedades rurais, pode-se utilizar substâncias de seleção no meio de cultura, como o sulfato de cobre (CuSO₄). Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a mínima concentração de inibição (MCI) de CuSO₄ no cultivo de *B. velezensis*. Para tal, preparou-se soluções de CuSO₄ (0,1 mM e 1,0 M), meio líquido Luria-Bertani (LB) com 20% glicose e meio sólido LB-ágar. A partir de estoque congelado em glicerol (10% v/v), realizou-se a semeadura em placa Petri, com incubação a 30 °C por 18 h. Uma colônia isolada foi inoculada em um tubo do tipo falcon de 50 mL com 40 mL de meio, até atingir a fase exponencial de crescimento. Parte do inóculo foi transferido para outro frasco contendo meio fresco, iniciando o cultivo com uma densidade óptica (OD, 600 nm) de 0,1. Diferentes concentrações de CuSO₄ (0,1; 1,0; 5,0; 10,0 e 100,0 mM) foram avaliadas, além da condição controle (sem o sal). O crescimento foi monitorado a cada hora por 10 h. A MCI foi determinada como a menor concentração em que há estabilização da OD, com a taxa específica de crescimento médio (μ) próxima de zero desde o início do cultivo. O crescimento apresentou inibição gradual: concentrações subinibitórias ($\leq 0,1$ mM) não afetaram a cinética. A concentração de 1,0 mM prolongou a fase de adaptação metabólica, mas sem alterar o crescimento exponencial. A MCI encontrada foi de 5,0 mM, dada a baixa variação na OD e μ próximo a zero, valor consistente com a sensibilidade moderada ao cobre em bactérias gram-positivas. Já as concentrações de 10,0 e 100,0 mM foram igualmente inibitórias ao crescimento celular, como esperado. O valor de MCI será utilizado como referência para a evolução adaptativa da bactéria *B. velezensis* ao CuSO₄. Este estudo evidencia alternativas biotecnológicas sustentáveis capazes de reduzir a dependência de agrotóxicos, preservar a biodiversidade do solo e mitigar a contaminação ambiental, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)s 2, 3 e 15 da ONU.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, FAPEMIG e FINEP.

Avaliação das condições de secagem da batata-doce na hidrólise enzimática

Bárbara Saar Martins Oliveira¹, Irineu Petri Júnior¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química e de Materiais, Departamento de Engenharia Química e de Materiais, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

barbara.oliveiral3@estudante.ufla.br, irineu.junior@ufla.br

Palavras-chave: Bioetanol. Batata-doce. Secagem.

A busca por combustíveis renováveis é uma pauta mundialmente debatida, visando a diminuição de impactos ambientais negativos. O bioetanol representa uma opção mais sustentável, podendo ser obtido de biomassas como a cana-de-açúcar, no caso do Brasil. Existem outras matérias-primas potenciais para a produção de bioetanol, como a batata-doce, uma cultura de fácil plantio e que resulta em um bom rendimento de etanol. No entanto, por ser uma fonte amilácea, a batata-doce necessita da etapa de hidrólise, que consiste na quebra do amido em monossacarídeos. Ao realizar a hidrólise, a secagem como pré-tratamento pode interferir na quantidade de açúcar obtida ao final. Com isso, o presente trabalho consiste em um estudo acerca das condições de secagem da batata-doce, variando parâmetros e observando sua influência na concentração final de açúcares da hidrólise enzimática, sendo estes: temperatura, tipo de secador e espessura. Foram testados dois tipos de secadores, sendo: a estufa com circulação forçada de ar, na qual as secagens foram feitas nas temperaturas de 100°C, 75°C e 50°C e nas espessuras de 1,5 mm e 3,0 mm; e o secador de micro-ondas com sistema *on/off* e controle de temperatura, nas temperaturas de 75°C e 50°C e 3,0 mm de espessura. Para melhor avaliação, foram construídas as curvas cinéticas das secagens e foi feito o ajuste dos dados experimentais com modelos semi empíricos. Constatou-se que o aumento da temperatura causa a diminuição do tempo de secagem, bem como o aumento das taxas de secagem, além de que o aumento da espessura resulta em maiores tempos de secagem e menores valores de taxas. O secador micro-ondas apresentou taxas de secagem consideravelmente mais elevadas do que a estufa ao início do processo e menores ao final. Os modelos mais adequados para o ajuste dos dados experimentais foi o de Page e Page Modificado. Em relação ao rendimento de açúcares redutores, todas as hidrólises realizadas com a farinha resultaram em maiores concentrações do que a com a batata-doce *in natura*. A espessura de 3,0 mm se mostrou mais eficiente e, no caso da estufa, a melhor temperatura foi a de 50°C. Para o micro-ondas, a melhor temperatura foi a de 75°C, mostrando uma tendência diferente da estufa. No panorama geral, a condição que demonstrou o melhor rendimento foi a secagem em estufa à 50°C e 3,0 mm de espessura. Na análise energética, concluiu-se que o gasto é maior do que o ganho, não sendo vantajosa a secagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.

Sistema supervisório de baixo custo para biorreator *airlift* para produção de bioinsumos

Gustavo Silva Gomide¹, Lucas Renato de Oliveira Mourão¹, Luciano Jacob Corrêa¹, Gilson Campani¹

¹Departamento de Engenharia Química e de Materiais/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{gustavo.gomide1, lucas.mouraol}@estudante.ufla.br,
{luciano.correa, gilson.campani}@ufla.br

Palavras-chave: *Arduino*, biorreator, monitoramento.

Os bioinsumos são tecnologias, produtos ou processos de origem natural ou biotecnológica destinados ao uso agrícola, em substituição aos agrotóxicos convencionais. Com a criação do Programa Nacional de Bioinsumos (PNB) e a promulgação da Lei 15.070/2024 pelo Governo Federal, os bioinsumos representam o futuro da agricultura brasileira, promovendo iniciativas de desenvolvimento sustentável à medida que fomenta modelos de produção baseados na bioeconomia. A produção de bioinsumos pode ser otimizada através do cultivo em biorreatores, em que são controladas condições operacionais como disponibilidade de nutrientes, temperatura, pressão, oxigênio dissolvido e pH. Comparativamente aos biorreatores tradicionais com agitação mecânica, os biorreatores pneumáticos do tipo *airlift* se destacam por promover um bom equilíbrio entre transferência de oxigênio e baixos custos de construção, operação e *scale-up*. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo construir um sistema supervisório intuitivo e de baixo custo para monitoramento das variáveis temperatura e pressão. Sistemas comerciais, por outro lado, apresentam elevado custo e se baseiam em plataformas de código fechado. Os materiais utilizados incluíram: computador, microcontrolador *Arduino Uno*, *protoboard*, resistores, condutores tipo *jumper*, *softwares Arduino IDE 2.3.6* e *Python 3.13*, sensor de temperatura à prova d'água DS18B20, sensores de pressão SMC ISE30A-01-F e XGZP101DB1R, a um custo final de R\$ 350,00. Os ensaios de monitoramento de temperatura e pressão foram realizados no Laboratório de Bioprocessos (LaBio) (DQM/UFLA). O painel do sistema supervisório apresenta *setpoints* ajustáveis pelo usuário e registro das variáveis em tempo real. A temperatura foi monitorada durante 4 h, aplicando rampa de temperatura de 25 para 30 e 35, depois reduzindo até 30 °C, com desvio médio absoluto de 3,3% em relação a um sensor de referência. A pressão foi monitorada durante 20 min, de 0 a 1 bar, com desvio médio absoluto de 3,6%. Desta forma, o sistema atendeu satisfatoriamente à necessidade de monitoramento das condições operacionais, estando apto a ser implementado no biorreator *airlift* para a produção de bioinsumo à base da bactéria *Bacillus velezensis*. No âmbito dos bioinsumos, o trabalho propõe o atingimento dos ODS 1, 2, 3, 8, 10, 12, 13 e 15.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, FAPEMIG e FINEP.

Efeito da dessilicalização e da inserção de Lantânio na zeólita H-ZSM-5

Cindy A. Z. Oliveira^{1,2}, Vinícius de Macedo^{2,3}, Cristiane A. Pereira^{1,2}, Zuy M. Magriotis^{1,2}

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química e de Materiais¹, Laboratório de Catálise e Biocombustíveis², Programa de Pós-Graduação em Agroquímica³, Departamento de Engenharia, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, Brasil.

cindy.oliveira@estudante.ufla.br, vini_quimica@hotmail.com
{cristiane.alpereira, zuy}@ufla.br

Palavras-chave: Zeólita HZSM-5, Dessilicalização, Lantânio

Zeólitas, como a H-ZSM-5 são materiais microporosos com elevada estabilidade térmica e sítios ácidos de Brønsted, amplamente aplicados em catálise. Entretanto, existe uma limitação difusional que compromete reações com moléculas de alto diâmetro cinético, motivando o desenvolvimento de estruturas hierárquicas, ou seja, que contenham micro e mesoporos. Neste trabalho, a H-ZSM-5 foi modificada por dessilicalização alcalina, seguida de impregnação com 1% (m/m) de lantânio, visando ampliar a acessibilidade e manter a acidez do material. A caracterização por DRX confirmou que, tanto a dessilicalização, quanto a impregnação não interferiram na estrutura cristalina do tipo MFI da H-ZSM-5. As análises de FTIR indicaram alterações nos grupos funcionais da H-ZSM-5, como a diminuição na intensidade das bandas atribuídas às vibrações de flexão dos grupos SiO₄ e AlO₄ após o processo de dessilicalização, evidenciando modificações estruturais na matriz zeolítica. Medidas de fisissorção de N₂ indicaram a geração de mesoporos e o aumento da área externa, resultando em uma estrutura hierárquica com poros de diferentes diâmetros. A introdução de La³⁺ reduziu levemente o volume e a área de mesoporos, porém sem comprometer a distribuição dos poros obtida, confirmando a boa estabilidade estrutural da H-ZSM-5. De maneira geral, os materiais apresentaram propriedades texturais promissoras, associadas à presença de mesoporos que favorecem a difusão e acessibilidade de reagentes. Assim, destacam-se como candidatos relevantes para aplicações em reações catalíticas que envolvem restrições difusionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPEMIG, CNPq e CAPES pelo suporte financeiro; ao Laboratório Multiusuário de Análises Instrumentais/UFLA pelas análises de FTIR, ao Centro de Inovações em Materiais Sustentáveis/UFLA pelas análises de DRX, a FINEP pelo fornecimento dos equipamentos e ao Laboratório de Catálise/INT pela realização das análises de adsorção de N₂.

Efeito do tratamento por plasma frio na deposição de nanopartículas de prata em superfícies de titânio para uso biomédico

Lucas Vichiato Silva¹, Livia Elisabeth Vasconcellos de Siqueira Brandão Vaz¹

¹Departamento de Engenharia Química e de Materiais/DQM – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Lucas.silva61@estudante.ufla.br, livia.brandao@ufla.br

Palavras-chave: Nanopartículas metálicas, Modificação Superficial, Plasma frio.

A busca por superfícies metálicas com maior resistência a infecções e melhor desempenho biológico tem impulsionado pesquisas em modificação de titânio para aplicações biomédicas. A incorporação de nanopartículas de prata (AgNps) em superfícies de titânio é uma estratégia promissora para conferir propriedades antimicrobianas a implantes, combatendo a formação de biofilmes. A eficácia dessa abordagem depende da morfologia, tamanho e distribuição das nanopartículas na superfície do material. Este trabalho investiga como a preparação do substrato de titânio, via tratamento com plasma frio, afeta sua deposição e morfologia final. Foram estudados diferentes tempos (15, 30 e 60s) e distâncias da tocha (5, 7 e 10cm) para avaliar como esses parâmetros influenciam a dispersão e a morfologia das partículas. As amostras foram caracterizadas por espectroscopia UV-Vis, microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia de energia dispersiva (MEV/EDS) e microscopia de força atômica (AFM). O espectro UV-Vis apresentou banda de ressonância plasmônica em torno de 391nm, associada à presença de AgNPs esféricas com tamanho em torno de 10–30 nm. As análises de MEV/EDS evidenciaram que distâncias menores (5cm) favoreceram a obtenção de partículas homogêneas e bem distribuídas na superfície do titânio, onde o aumento do tempo promove o aumento médio do tamanho de partícula. Por outro lado, uma maior distância de tratamento (10cm) gerou partículas menores, neste caso o aumento do tempo promove o início de aglomeração das partículas. Condições intermediárias de 7cm mostrou boa distribuição e morfologia esférica para o tempo de 30s e aglomeração e morfologias distintas para 60s em certas áreas da amostra. As análises por AFM confirmam a morfologia predominantemente esférica e variações na rugosidade superficial conforme os parâmetros de plasma, destacando maior homogeneidade em condições moderadas. Os resultados demonstram que a escolha adequada de tempo e distância no tratamento é determinante para controlar a morfologia e a distribuição de AgNPs em superfícies de titânio, favorecendo a aplicação biomédica destes materiais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG e o Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNANO) do CNPEM. A equipe da instalação Microscopia de Força Atômica é reconhecida pela assistência durante os experimentos (20240177 e 20240208).

Avaliação reológica de composições triaxiais cerâmicas biocompatíveis para impressão 3D

Raíssa Marçal Della Torre¹, Leonardo Sant'Ana Gallo²

¹Discente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química e de Materiais.

Departamento de Engenharia Química e de Materiais/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química e de Materiais.

Departamento de Engenharia Química e de Materiais/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{raissa.torre2,leonardo.gallo}@ufla.br

Palavras-chave: Processamento Cerâmico; Cerâmicas Biocompatíveis; Impressão 3D.

A manufatura aditiva aplicada a composições cerâmicas representa um avanço significativo na Engenharia de Materiais, possibilitando a produção de geometrias complexas com alta precisão e reprodutibilidade. Contudo, sua consolidação enfrenta desafios técnicos, sendo o comportamento reológico da pasta cerâmica um dos fatores mais críticos, limitando a obtenção do comportamento pseudoplástico necessário à extrusão. Essa limitação pode gerar falhas como entupimento, variações dimensionais, trincas durante a secagem, elevada porosidade e redução das propriedades mecânicas. Este trabalho teve como objetivo investigar formulações cerâmicas com propriedades reológicas adequadas para impressão 3D. Testes exploratórios com seringas foram realizados para avaliar o escoamento das pastas, definindo três composições com diferentes teores de água: 230, 240 e 250 ml. A metodologia incluiu preparo das pastas, caracterização reológica por reometria capilar, impressão 3D, secagem, sinterização, ensaio mecânico, análise microestrutural por microscopia eletrônica de varredura com EDS e determinação de propriedades físicas como densidade aparente, porosidade, absorção de água e retração linear. Os resultados indicaram comportamento pseudoplástico das pastas, sendo a formulação com 250 ml de água a mais adequada para extrusão, com melhor fluidez, adesão entre camadas e conformação dos corpos de prova. A densidade aparente média foi de 1,931 g/cm³, com porosidade de 23,1% e absorção de água de 12,2%. O módulo de ruptura variou, influenciado pela homogeneidade do filamento e pela qualidade da impressão. A análise por EDS indicou a formação de fase cristalina, possivelmente leucita, relevantes para aplicações odontológicas. Conclui-se que a composição estudada é promissora para impressão 3D de cerâmicas biocompatíveis, embora ainda exija ajustes para melhorar seu desempenho mecânico e dimensional.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG, no processo APQ-01478-21.



ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



A obra *Ars Magna* de Girolamo Cardano e suas contribuições para o Ensino da Matemática

Marden Lucas Alvarenga¹, Kleyton Vinicyus Godoy²

¹Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

² Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{marden.alvarenga1@estudante.ufla.br, kleyton.godoy@ufla.br}

Palavras-chave: *Ars Magna*, Equações Cúbicas, História da Matemática.

O trabalho é fruto de uma pesquisa em andamento do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Parte-se do reconhecimento de que a Matemática, enquanto construção humana, é permeada por contextos históricos, culturais e sociais, e que seu ensino muitas vezes se apresenta de forma descontextualizada, mecânica e alheio às experiências dos estudantes. A partir disso, propõe-se responder à seguinte questão de pesquisa: "Como a História da Matemática e a obra *Ars Magna*, de Girolamo Cardano, podem contribuir para o ensino das equações cúbicas?". Nessa perspectiva, para que possamos responder nossa premissa, temos como objetivo geral investigar de que maneira a obra *Ars Magna* (A Grande Arte), de Girolamo Cardano (1501–1576), pode contribuir para o ensino das equações cúbicas no Ensino Médio, articulando uma perspectiva histórica à prática pedagógica por meio da Teoria da Objetivação, de Luis Radford. Deste, partem quatro objetivos específicos: (1) analisar o panorama histórico dos métodos de resolução das equações cúbicas, da Matemática Babilônica à obra de Cardano; (2) investigar os conteúdos matemáticos presentes na publicação *Ars Magna*, para além da fórmula tradicional; (3) compreender como esses diferentes métodos podem ser trabalhados em sala de aula por meio de uma sequência didática; e (4) desenvolver essa sequência didática, com base na Teoria da Objetivação, em um minicurso voltado a formação continuada de professores da educação básica e formação inicial de professores que ensinam matemática. Como metodologia, adotaremos a perspectiva da pesquisa qualitativa, com utilização da pesquisa bibliográfica, com ênfase em fontes indiretas (secundárias), como a *Ars Magna*, artigos e trabalhos na área; e uma pesquisa de campo, por meio da aplicação de uma sequência didática construída com base nas fontes históricas e na Teoria da Objetivação. Os dados serão coletados a partir de questionários abertos e registros orais dos encontros, analisados com base na Análise de Conteúdo de Bardin (1997). Reforça-se que a pesquisa se encontra na fase da análise bibliográfica e na construção da sequência didática.

Vivências Cotidianas no Ensino de Matemática: Um Olhar Inclusivo para Jovens e Adultos com Deficiência na EJA

Maycon Douglas Vitor Machado¹, Mário Henrique Andrade Cláudio²

¹Departamento de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras,
MG – Brasil

²Departamento de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática –
Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

`maycon.machado@estudante.ufla.br, marioclaudio@ufla.br.`

Palavras-chave: Educação de Jovens e Adultos, Educação Especial, Ensino de Matemática

Este estudo investiga o uso das vivências cotidianas como recurso didático no ensino de Matemática para jovens e adultos com deficiência na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Parte-se da premissa de que a contextualização dos conteúdos escolares, a partir das experiências concretas dos estudantes, favorece a aprendizagem significativa, a inclusão e o fortalecimento da autonomia. O objetivo é investigar de que maneira essas vivências contribuem para a construção de práticas pedagógicas mais acessíveis e inclusivas sensíveis à diversidade e ao direito à educação. A pesquisa adota abordagem qualitativa e exploratória, com coleta de dados por meio de entrevistas e questionários aplicados a professores de Matemática da EJA que atuam com estudantes público-alvo da Educação Especial. A metodologia está estruturada em três etapas: diagnóstico das práticas docentes, elaboração de um produto educacional com sequências didáticas baseadas nas vivências cotidianas e aplicação piloto do material, seguida de avaliação pelos professores. Espera-se que os resultados revelem estratégias pedagógicas capazes de promover o engajamento, a autoestima acadêmica e o sentimento de pertencimento dos estudantes com deficiência, além de identificar práticas que favoreçam a construção de ambientes escolares mais equitativos. Também se espera que o estudo contribua para o desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis, para o fortalecimento da formação continuada de professores e para a articulação entre a Educação Especial e a EJA, oferecendo subsídios teóricos e metodológicos que dialoguem com as políticas públicas inclusivas e reforcem o compromisso com a permanência e o sucesso escolar dos sujeitos da EJA.

O “fazer” como caminho para a inclusão: a abordagem Mão na Massa como instrumento de inclusão educacional em ciências e matemática

Thayane Lopes Vilela¹, Helena Libardi¹

¹Departamento de Física e Matemática/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

{Thayane.vilela@estudante.ufla.br}{hlibardi@ufla.br}

Palavras-chave: Educação Inclusiva; Mão na Massa; Ensino de Ciências e Matemática.

O presente trabalho apresenta a proposta de um minicurso de formação profissional na abordagem “Mão na Massa” com foco na perspectiva inclusiva. A proposta se inspira no letramento científico, que, segundo Bybee (1977), parte do letramento nominal até o multidimensional, este último com foco no pensamento crítico e histórico-científico, essencial para o desenvolvimento humano.

O projeto Mão na Massa foi inspirado no projeto francês *Lá Main à la Pâte*, criado com intuito de ensinar crianças do ensino fundamental I. Em nosso país, o projeto começou a ser desenvolvido a partir de 2001, quando houve a coparticipação entre as Academias de Ciências do Brasil e da França e o *Institut National Recherche Pédagogique* (INRP). As instituições brasileiras responsáveis pela criação e implementação do projeto foram os Centros de Divulgação Científica e Cultural (CDCC-USP/São Carlos) e a Fundação Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ, RJ) (Samagaia *et. al*, 2003).

O objetivo principal do minicurso é agregar e fortalecer os conhecimentos dos futuros profissionais da educação, especificamente em relação à metodologia “Mão na Massa” em um contexto inclusivo. A finalidade é que os educadores em formação possam, por meio da experimentação, relacionar a teoria com a prática e, por fim, com o cotidiano dos estudantes, visando promover o letramento científico de forma significativa.

O desenvolvimento de um minicurso voltado ao Mão na Massa, pode gerar resultados importantes, como a qualificação de educadores para utilizarem abordagens pedagógicas mais ativas e inclusivas. A expectativa é que essa abordagem resulte no fortalecimento da aprendizagem significativa nos alunos, conforme a teoria de Ausubel (1978), que defende que o conhecimento prévio do estudante é crucial para a assimilação de novos conceitos. Ao tornar o aprendizado mais prático e lúdico, espera-se que os estudantes consigam relacionar a teoria com a prática de maneira sólida.

Em suma, o minicurso “Mão na Massa na Perspectiva Inclusiva” é uma iniciativa que busca aprimorar a formação de futuros docentes, proporcionando-lhes ferramentas para um ensino de ciências e matemática dinâmico e acessível. A abordagem, ao se basear em métodos de experimentação e interatividade, visa não apenas a transmissão do conteúdo, mas também o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia dos estudantes.

Tecnologias digitais de informação e comunicação(TDIC) e a formação docente: uma breve revisão bibliográfica exploratória

Daniela Aparecida Pamplona¹, Renata Reis Pereira²,

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Química /ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{daniela.pamplona1@ufla.br¹, renatapereira@ufla.br² }

Palavras-chave: protagonismo, estudantes, professores.

A crescente integração das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na educação exige uma reavaliação da formação de professores tendo em vista que o uso dessas ferramentas é um processo que exige apropriação e planejamento por parte do educador (Santos, Azzini,Oliveira, 2024). O objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica que buscou verificar as contribuições do uso das TDICS e os desafios enfrentados pelos docentes quanto a sua utilização.

A pesquisa utilizou uma revisão bibliográfica exploratória no Portal de Periódicos da CAPES. A busca inicial por "TDIC" e "Formação Docente" gerou 311 resultados. Após a aplicação de filtros como:acesso aberto, português, 2022-2025 e nacionalidade, o número foi reduzido para 103 publicações. A seleção final, por áreas do conhecimento (Ciências Humanas e Ciências Exatas e da Terra) e o editor Grupo de Pesquisa Metodologias em Ensino e Aprendizagem em Ciências, resultou em 6 artigos para análise.

Os trabalhos analisados demonstram que a integração das TDIC com metodologias ativas promove a autonomia e o protagonismo dos estudantes (Matos e Mazzafera, 2022). Um estudo de caso de Lima, Loureiro e Aguiar (2022) mostra que o desenvolvimento de materiais digitais transforma a docência para um modelo de "inovação". Além disso, segundo a percepção dos estudantes, destacada por Veras et al. (2023), as aulas virtuais contribuem para o protagonismo dos mesmos. No entanto, desafios como a necessidade de formação docente e a alfabetização tecnológica ainda persistem (Santos; Azzini; Oliveira, 2024; Martins; Santos; Pereira, 2022), reforçando a importância da formação continuada, que é crucial para que os docentes utilizem as TDIC como recursos pedagógicos, superando a visão de que a tecnologia é inerente ao ensino, como destacado no trabalho de Martins, *et al*, (2022). Essa revisão evidenciou que o uso planejado das TDIC e a formação docente são fundamentais para a inovação pedagógica e para o protagonismo dos estudantes.

Agradecimento

As autoras agradecem ao Programa de Pós- Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM-UFLA).

ETNOMATEMÁTICA E CULTURA AFRO-BRASILEIRA: AS TRANÇAS AFRICANAS COMO RECURSO NAS AULAS DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Jéssica Carolina Fonseca Inácio¹, Amanda Castro Oliveira²

¹Departamento de Ciências Exatas/DCE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

CEP 35540-000 – Oliveira, MG – Brasil

² Departamento de Ciências Exatas/DCE – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jessica.inacio1@ufla.br, amanda@ufla.br

Palavras-chave: Etnomatemática, cultura afro-brasileira, educação matemática.

A matemática escolar, historicamente marcada por uma perspectiva eurocêntrica, tem invisibilizado saberes produzidos por povos africanos e afrodescendentes, o que pode contribuir para a falta de representatividade de estudantes negras e negros nos conteúdos matemáticos e no ambiente escolar. Diante desse cenário, a inserção de elementos da cultura afro-brasileira nas aulas de Matemática configura-se como uma estratégia para promover a valorização dessas identidades. A Etnomatemática, proposta por D’Ambrósio, surge como uma tendência que reconhece e valoriza a matemática praticada por diferentes grupos culturais. Nesse sentido, trabalhar com as tranças africanas como elemento cultural e recurso pedagógico matemático, a partir dos olhares da etnomatemática, constitui uma possibilidade de transformar as práticas de ensino.

Este trabalho tem como objetivo principal investigar como a etnomatemática das tranças africanas, enquanto saber afrodiaspórico, pode contribuir para a decolonização do ensino e aprendizagem de Matemática na Educação Básica, por meio da elaboração e desenvolvimento de uma sequência didática que promova uma prática pedagógica antirracista, crítica ao eurocentrismo e valorizadora da cultura afro-brasileira no currículo escolar.

A metodologia adotada é de abordagem qualitativa. Os dados serão produzidos a partir da elaboração e desenvolvimento de uma sequência didática, utilizando as tranças africanas como recurso pedagógico. As aulas serão para turmas do 6º e 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Minas Gerais. A constituição de dados envolverá aulas dialogadas, roda de conversa, registros fotográficos, gravações, diário de campo da pesquisadora e aplicação de questionários iniciais e finais. A análise será realizada com base na técnica de análise de conteúdo.

Espera-se que os resultados evidenciem o potencial das tranças africanas como recurso pedagógico capaz de articular conteúdos matemáticos a saberes culturais afro-brasileiros, contribuindo para práticas pedagógicas mais inclusivas e para o cumprimento da Lei 10.639/03 no ensino de matemática.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Itinerários formativos do Novo Ensino Médio: sentidos atribuídos por docentes em suas narrativas de práticas.

Renan do Couto e Silva¹, Iraziet da Cunha Charret², Sílvia Maria Medeiros Caporale³

¹Discente do Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática (DFM/ICET) - Professora orientadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática (DFM/ICET) - Professora doutora coorientadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

renan.silva9@estudante.ufla.br¹, iraziet@ufla.br², silviacaporale@ufla.br³

Palavras-chave: Itinerários Formativos; Narrativas; Matemática; Formação docente.

Esta pesquisa é de abordagem qualitativa e (auto)biográfica para compreender os sentidos atribuídos pelos docentes às suas trajetórias formativas e práticas pedagógicas. O estudo investiga a prática pedagógica de professores de Matemática no Novo Ensino Médio (NEM), com foco nos Itinerários Formativos (IFs). A questão de investigação que orienta esta pesquisa é: quais sentidos os professores e professoras de Matemática atribuem às suas trajetórias formativas e experiências docentes, atuando em disciplinas dos IFs no contexto do NEM? A produção de dados utiliza o método de entrevistas narrativas. Os objetivos da pesquisa incluem: conhecer as trajetórias de vida e de formação dos docentes de Matemática; identificar os indícios dos sentidos atribuídos às suas experiências com os IFs no contexto do NEM; e compreender os desafios e dilemas enfrentados na implementação, planejamento e desenvolvimento dessas propostas. A investigação é centrada na experiência de professoras e professores atuantes em escolas públicas de Minas Gerais. A análise das narrativas permite refletir sobre os processos de construção da identidade docente, evidenciando como as mudanças curriculares, a formação pedagógica e os desafios da docência influenciam a prática e a relação com os estudantes. Os resultados preliminares apontam que os docentes vivenciam os IFs de forma ambígua: reconhecem seu potencial para práticas diferenciadas, mas também os percebem como uma imposição marcada por indefinições curriculares, sobrecarga e ausência de apoio formativo. As narrativas evidenciam estratégias coletivas de enfrentamento, como a construção colaborativa de materiais, o planejamento conjunto entre pares e a busca por integração interdisciplinar. Destacam-se experiências que aproximam a Matemática de contextos concretos — como pesquisas de campo, debates sobre questões econômicas e sociais e atividades experimentais que articulam conteúdos de diferentes áreas. Além disso, emergem sinais de insubordinação pedagógica, quando os docentes reinventam metodologias e resistem às limitações estruturais, e a ênfase na formação continuada como condição para sustentar suas práticas e fortalecer os sentidos atribuídos aos IFs. Apesar das dificuldades, os professores indicam que os itinerários possibilitam a ampliação de repertórios pedagógicos e a criação de espaços de diálogo e reflexão, ao mesmo tempo em que revelam tensões quanto à desvalorização institucional desses componentes no cotidiano escolar.

Agradecimentos

Ao Projeto Trilhas de Futuro Educadores.

Funções Orgânicas: um estudo sobre os conhecimentos prévios de estudantes do 3º ano do Ensino Médio

Imaculada Iole Myrrha Morais¹, Marianna Meirelles Junqueira², Renata Reis Pereira³

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) – UFLA Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹imaculada.morais@estudante.ufla.br, ²marianna.junqueira@ufla.br,
³renatapereira@ufla.br

Palavras-chave: Química Orgânica, Concepções Prévias, Educação Básica

O presente trabalho analisou as concepções prévias de 17 estudantes do 3º ano do Ensino Médio sobre funções orgânicas. Essa atividade foi realizada na primeira aula, de uma sequência de 12 aulas de revisão, contextualizada com o tema cosméticos. Os alunos foram convidados a escrever 3 palavras que lhes vinham à mente em relação às funções orgânicas, resultando em 44 termos distintos, dos quais 30 apareceram apenas uma vez e 5 se repetiram. Entre as palavras mais citadas destacaram-se carbono, oxigênio e produtos orgânicos, evidenciando certa associação com elementos centrais da Química Orgânica, embora de forma ainda superficial. Considerando a variedade de palavras optou-se por organizá-las em três grandes categorias, de acordo com a análise de conteúdo (Bardin, 2011): i) Natureza e Meio Ambiente, que reuniu palavras como plantação, reciclagem, produtos orgânicos e saudável; ii) Seres Vivos e Processos Biológicos, com termos como organismos, digestão, respiração, circulação e funções do corpo; e iii) Química e Matéria, onde apareceram átomos, ligações químicas, hidrocarbonetos e reações. De modo geral, os resultados evidenciam que os estudantes possuem um conhecimento pouco estruturado sobre funções orgânicas, com forte associação ao campo da biologia e à ideia de orgânico ligada ao natural ou ao saudável. Apenas um aluno citou explicitamente uma função orgânica (hidrocarbonetos), o que reforça a dificuldade em articular conceitos químicos específicos. Esses achados dialogam com pesquisas anteriores (Mitami et al., 2017; Diniz et al., 2020), que também apontam para concepções restritas ou confusas no ensino médio sobre Química Orgânica. Alguns entendimentos dos alunos sobre Química Orgânica podem estar relacionados a definições históricas da área. Tradicionalmente, a área foi associada aos produtos naturais de origem animal e vegetal, o que explica sua denominação. Há algum tempo, a definição mais comum a descreve como o ramo da Química que estuda os compostos de carbono (Ferreira et al., 2007). Os resultados evidenciam a necessidade de revisão sobre as funções orgânicas nas aulas seguintes planejadas reforçando que o estabelecimento de conexões entre as funções orgânicas e os cosméticos pode favorecer o entendimento dos alunos em um contexto mais prático.

Agradecimentos

Ao apoio financeiro da SEE-MG (convênio Trilhas) e ao PPGECM.

Práticas de numeramento para estudantes Surdas e Surdos no processo de ensino e de aprendizagem das operações básicas

Estefânia Aparecida Rosa do Nascimento¹, Rosana Maria Mendes²

¹Departamento de Educação e Ciências Físicas e Matemática – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

{estefania.nascimento2@estudante.ufla.br}{rosanamendes@ufla.br}

Palavras-chave: Educação de Surdas e Surdos; Libras; Cultura e Identidade Surda; Apropriação de práticas de numeramento.

A presente pesquisa, apresenta a educação do povo surdo, que perpassou por transformações históricas, com destaque a três filosofias educacionais: o oralismo, comunicação total e bilinguismo. A pesquisa se posiciona na concepção inclusiva, valorizando a Língua Brasileira de Sinais (Libras), que é uma língua usada na comunidade Surda, sendo um grupo amplo e inclusivo. A pesquisa está sendo realizada na perspectiva da análise social do discurso, conteúdo proposto por Bakhtin (1981), permitindo a linguagem no seu uso social e sua implicação na cultura e identidade Surda.

O referencial defende o bilinguismo, pois é o mais adequado sendo “uma educação que valoriza a pessoa na sua diferença linguística e cultural” (Martins; Lisboa p.217, 2019). No qual é apresentado às e os estudantes as duas línguas, sendo L1 a língua materna, que para Surdas e Surdos é a Língua Brasileira de Sinais e a L2 a língua portuguesa. Desse modo, entendemos a importância da Libras nas práticas de numeramento, visto que auxilia o apropriamento do conteúdo. A proposta educacional que envolve a língua de sinais permite o desenvolvimento de linguagem, possibilitando ao surdo um desenvolvimento integral (Lacerda, p.73, 2000).

Práticas que serão mediadas por intervenção pedagógica e a visibilidade de recursos visuais e a Libras, pois a prática pedagógica inclusiva, oferece um ambiente que valoriza as singularidades, cultura, diversidade, proporcionando acesso às e estudantes de se apropriar do conteúdo. Pensando em práticas voltadas para Surdas e Surdos estudantes, visto que a maioria dos materiais didáticos que é oferecido nas escolas é voltado para estudantes ouvintes.

A pesquisa tem como objetivo, analisar as estratégias desenvolvidas por Surdas e Surdos estudantes mobilizadas por práticas de numeramento. A apropriação de práticas de numeramento representa a compreensão para o desenvolvimento da aprendizagem matemática. Assim, as práticas de numeramento não se resumem a resolver cálculos de forma mecânica, mas envolve compreender, argumentar, dialogar e aplicar conceitos em diferentes contextos, promovendo o desenvolvimento cognitivo e social das e dos estudantes.

As práticas de numeramento, portanto, transcendem a realização de cálculos, como mencionado por Pinheiro (2023), posicionam Surdas e Surdos estudantes no desenvolvimento do conteúdo, de como esse apropriamento é realizado, e como a mediação pedagógica, juntamente com os recursos visuais e a Libras corrobora nesse processo, evidenciando o papel central da língua maternas dessas e desses estudantes.

Contribuições da Neurociência e da Alfabetização Científica para Práticas Pedagógicas

Verônica Rodrigues Ambrósio Pinel¹, Jefferson Adriano Neves²

¹Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

² Docente no Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37203-202 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

veronica.pinel@estudante.ufla.br¹, jefferson.neves@ufla.br²

Palavras-chave: Neurociência Educacional, Alfabetização Científica, Ensino de Biologia.

Em uma sociedade cada vez mais pautada pela ciência e pela tecnologia, a Alfabetização Científica (AC) torna-se elemento essencial para capacitar os indivíduos a interpretar informações complexas, fortalecer o pensamento crítico e propor soluções para problemas cotidianos. Nesse contexto, a Neurociência Educacional (NE) emerge como um campo promissor para a compreensão dos processos de aprendizagem e o aprimoramento das práticas pedagógicas. Esta pesquisa, de abordagem qualitativa, busca responder de que forma a incorporação de conhecimentos oriundos da NE e da AC às práticas pedagógicas podem contribuir para o desenvolvimento da habilidade de construção de explicações científicas por estudantes do ensino médio. O estudo investigará os indicadores de AC que emergem de práticas pedagógicas fundamentadas em princípios da NE, por meio da aplicação de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) voltada à compreensão de conceitos, à construção de explicações científicas, ao estímulo ao pensamento crítico, à melhoria da comunicação e à tomada de decisões baseadas em evidências. Para o planejamento e a análise da intervenção, será utilizada a metodologia da Pesquisa Baseada em Design (Design-Based Research – DBR), de natureza intervencionista, a qual busca promover o aprimoramento da prática pedagógica por meio da articulação entre teoria e prática. A pesquisa, realizada com estudantes do 3º ano do ensino médio em uma escola pública localizada no leste da Zona da Mata mineira, também descreve as mudanças observadas na prática da professora-investigadora, refletindo sobre o processo de produção do conhecimento docente. O estudo destaca o potencial da integração entre a NE e a AC para promover a autonomia dos estudantes, fomentar o pensamento crítico e transformar a sala de aula em um espaço colaborativo de construção de saberes.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio do Governo do Estado de Minas Gerais através do Projeto Trilhas de Futuro Educadores em parceria com o PPGCEM/UFLA.

Ciência e literatura: explorando suas intersecções no ensino de biologia

Fabiana da Silva Barcelos Botinha¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

Jefferson Adriano Neves²

² Professor Doutor Orientador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

fabiana.botinha@estudante.ufla.br¹ jefferson.neves@ufla.br²

Palavras-chave: Ensino de Biologia, alfabetização científica, narrativas literárias, obras literárias, romance.

Diante das tensões entre o avanço do conhecimento científico e o recrudescimento de discursos anticientíficos, esta dissertação investiga as potencialidades da literatura como recurso didático no ensino de Biologia, com ênfase na promoção da Alfabetização Científica (AC). A pesquisa parte do reconhecimento das limitações das práticas escolares centradas na memorização e da linguagem científica excludente. Propõe-se, assim, a inserção planejada da literatura no ensino, tendo o romance como gênero mediador, cuja narrativa atua como elo entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana, tornando o discurso da ciência mais acessível e capaz de articular conhecimento e reflexão. De abordagem qualitativa, o estudo foi desenvolvido com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual de Minas Gerais. A intervenção pedagógica compreendeu quatro etapas: sondagem das concepções prévias, leitura orientada de um romance, discussões coletivas e sistematização das aprendizagens. Os dados foram produzidos por meio de observações registradas em diário reflexivo, produções textuais, fichas de leitura e discussões, além de gravações em áudio e vídeo. A análise, fundamentada no método de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), buscou identificar padrões argumentativos que evidenciassem a apropriação — ou não — de conceitos relacionados ao tema Ecologia. Procurou-se compreender como o trabalho com a obra literária pode contribuir para a ampliação da compreensão de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais necessários à construção do conhecimento. O referencial teórico fundamenta-se na concepção de Alfabetização Científica Fundamental proposta por Osborne (2023), entendida como uma prática discursiva e cultural que envolve a capacidade de argumentar, interpretar e atribuir sentido ao conhecimento científico. Sasseron e Carvalho, Valladares, Piassi, Gomes e outros dialogam com esse referencial ao defenderem a necessidade de saber ler e escrever a ciência, reconhecendo o papel da leitura, das narrativas no ensino é essencial para compreender a ciência como forma de linguagem e de construção de significados. Como produto educacional, elaborou-se um guia didático destinado a professores de Ciências, apresentando estratégias que articulam obras literárias ao ensino de Biologia.

O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO TEÓRICO ACERCA DO CONCEITO DE FUNÇÃO EM SITUAÇÕES DESENCADEADORAS DE APRENDIZAGEM.

Natália dos Santos Raslan¹, José Antônio Araújo Andrade²

¹ Ingresso do curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do DFM/ICET Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

² Professor Doutor Orientador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

natalia.raslan@ufla.estudante.br; joseaaa@ufla.estudante.br

Palavras-chave: Conceito de Função, Ensino de Matemática, Movimento Lógico Histórico, Pensamento Teórico.

Fundamentada no Materialismo Histórico Dialético como referencial teórico-metodológico esta pesquisa investiga a organização do ensino para o desenvolvimento do pensamento teórico. Ampara-se, também, nos constructos da Teoria Histórico-Cultural, da Teoria da Atividade e da Teoria do Ensino Desenvolvimental. A organização do ensino é concretizada por meio de Situações Desencadeadoras de Aprendizagem (SDA) que são implementadas a partir de uma história virtual. Esta se inspira na compreensão do desenvolvimento lógico histórico do conceito de função, com o intuito de simular contextos nos quais esse conceito possa estabelecer necessidades. O objetivo geral da pesquisa é analisar o desenvolvimento do pensamento teórico por meio das significações produzidas pelos estudantes nessas SDA sobre o conceito de função. Os objetivos específicos são: analisar o papel dos elementos de mediação no processo de significação e identificar as significações que levam a elaborações conceituais que contribuem para o desenvolvimento do pensamento teórico. Tais objetivos visam responder à seguinte questão de pesquisa: quais elaborações conceituais contribuem para o desenvolvimento do pensamento teórico sobre o conceito de função em situações desencadeadoras de aprendizagem? A pesquisa adota uma abordagem qualitativa explicativa, desenvolvida no ambiente de trabalho da professora-pesquisadora, tendo como sujeitos 24 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual de Minas Gerais. Os instrumentos de coleta foram registros dos estudantes, registro audiovisual e diário de campo. A análise dos dados envolveu a transcrição e organização dos registros, seguida pelo agrupamento de indicadores e pré-indicadores em núcleos de significação. Esse processo explorou as interações (intranúcleos) e as relações (internúcleos), considerando as elaborações conceituais sobre o conceito de função. Os resultados indicam que a apreensão da essência do conceito (Movimento Lógico Histórico) favorece a superação do ensino formalista de funções, contribuindo para a prática e a formação docente ao evidenciar os processos de significação que promovem a ascensão do pensamento empírico ao pensamento teórico.

Agradecimentos: Ao Programa Trilhas do Futuro – SEE-MG em parceria com o PPGECEM/UFLA.

Caracterização dos tempos e espaços destinados à formação continuada em uma escola estadual do Sul de Minas Gerais

Marcos Antônio Reis Farias¹; Paulo Ricardo da Silva¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática –
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras,
MG – Brasil

marcos.farias@estudante.ufla.br; pauloricardo.silva@ufla.br

Palavras-chave: Novo Ensino Médio, Formação Docente, Atividades extracurriculares.

A formação continuada dos professores, no contexto das mudanças para o Novo Ensino Médio (NEM), enfrentou desafios significativos, exigindo que os docentes adequassem sua prática pedagógica para atender às demandas dos diferentes Itinerários Formativos (IFs). Para que os professores desempenhem um papel ativo na produção e implementação das políticas curriculares, é fundamental que sejam oferecidos tempos e espaços adequados ao diálogo, planejamento e formação continuada dentro das escolas (Lima; Garces Silva; Funari Dias, 2022). Diante disso, a presente investigação parte da seguinte questão norteadora: Como são organizados os tempos e espaços destinados à formação continuada em uma escola pública estadual do Sul de Minas Gerais, e de que maneira essas formações atendem às demandas dos IFs do NEM? Trata-se de uma pesquisa qualitativa, em desenvolvimento no âmbito de uma dissertação de mestrado. Os dados apresentados neste resumo foram obtidos por meio da pergunta: "Como são organizados os tempos e espaços escolares para as formações em sua escola, e como você avalia esses momentos e espaços de formação oferecidos?", contida em um questionário respondido por 8 docentes. As respostas foram submetidas à Análise de Conteúdo, seguindo os procedimentos metodológicos estabelecidos por Bardin (2011). Os resultados mostram que quatro professores relataram que a escola não oferece tempos e espaços para formação continuada, enquanto dois consideraram a oferta desses espaços limitada. Apenas um professor avaliou esses espaços como adequados. Considerando o contexto atual da reforma do Ensino Médio, três professores destacaram a ausência de formações específicas para a atuação nos IFs. Além disso, em nenhum momento foram identificadas ações formativas na escola que atendessem às necessidades específicas dos professores, especialmente no que se refere às demandas impostas pelo NEM. A análise das respostas evidencia a falta de tempos e espaços específicos para a formação docente na escola. Para que a formação continuada tenha um impacto positivo na prática pedagógica desses docentes, é fundamental que os tempos e espaços sejam melhor organizados, e que as formações oferecidas sejam mais alinhadas às necessidades dos professores com base no contexto real em que atuam.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais.

AValiação da Manifestação de Habilidades Cognitivas por Alunos do Sétimo Ano a Partir do Uso da Metodologia de Ensino Estudo de Caso no Ensino e Aprendizagem da Matemática

Rejane de Cássia Gomes Diniz¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) -Caixa Postal 3037-37200-000-Lavras, MG-Brasil

Josefina Aparecida de Souza²

²Professora Dr^a Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM) – Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)- Caixa Postal 3037-37200-000-Lavras, MG-Brasil

rejane.diniz@estudante.ufla.br¹; josefina@ufla.br²

Palavras-Chave: Estudo de Caso, ensino de matemática, habilidades cognitivas.

O desinteresse dos alunos pela Matemática, muitas vezes decorrente da falta de contextualização dos conceitos, é um desafio recorrente. Este estudo teve como objetivo investigar como a metodologia de ensino Estudo de Caso (EC) pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem na aprendizagem de números inteiros, em um contexto de Educação Financeira. A pesquisa, de abordagem qualitativa e descritiva, foi realizada com uma turma de 36 estudantes do 7º ano de uma escola estadual do leste mineiro. A intervenção pedagógica baseou-se no EC “A Viagem dos Sonhos”, aplicado em uma Sequência de Aulas constituída por sete encontros com duração de 100 minutos cada. A proposta integrou questões com características investigativas, uso de material manipulável, produção de relatos e debates, relacionando conteúdos matemáticos às situações financeiras do cotidiano dos alunos. Os dados foram obtidos por meio de caderno de campo, relatos escritos, questionários e transcrições de áudios e vídeos. A análise foi fundamentada na Análise de Conteúdo (Bardin, 2016) e nas categorias de habilidades cognitivas de Zoller (1993), adaptadas por Suart (2008). Os resultados indicam indícios de manifestações de raciocínio lógico, tomada de decisão, argumentação e autonomia durante a resolução e apresentação do Caso, sugerindo que a metodologia pode ter favorecido a apropriação de conceitos matemáticos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais elaboradas.

Agradecimentos

Ao Programa Trilhas do Futuro – SEE-MG em parceria com o PPGECM/UFLA.

Os pontos que conectam a Matemática ao Crochê: entrelaçando uma relação pedagógica na perspectiva da Etnomatemática

Priscila Aparecida Coutinho¹, Rosana Maria Mendes²

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática–

Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática – DFM / Instituto de

Ciências Exatas e Tecnológicas - ICET– Universidade Federal de Lavras (UFLA) –

Lavras, MG – Brasil

`priscila.coutinho@estudante.ufla.br, rosanamendes@ufla.br`

Palavras-chave: Artesanato, educação Matemática, ensino de Matemática.

O crochê é um tipo de artesanato confeccionado utilizando apenas linha e uma agulha com um gancho na ponta. As peças produzidas por esta técnica, com os pontos sobrepostos e agrupados, o modo da contagem dos pontos, leitura de gráfico e informações, o formato e a diversidade de peças que se pode produzir com este modo artesanal, permite uma relação intrínseca com a Matemática. Neste contexto, a presente pesquisa, com enfoque qualitativo, tem como questão de investigação: “Que contribuição a confecção de peças em crochê pode oferecer para o processo de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos com estudantes da Educação Básica?”. Para tanto, temos por objetivo “investigar os conhecimentos matemáticos envolvidos na confecção de peças de crochê em um contexto escolar”. Para a constituição dos dados foi desenvolvida uma sequência didática em que as e os estudantes de uma escola pública situada no interior do estado de São Paulo aprenderam a confeccionar peças em Crochê e investigar conceitos matemáticos relacionados a essa prática cultural. Os dados foram obtidos por meio de registros fotográficos, vídeos, registros escritos, registros orais e o diário de campo da pesquisadora. A análise dos dados está sendo realizada por meio de Unidades de Análise, em que cada unidade é composta por duas aulas de cinquenta minutos cada. O embasamento teórico do estudo está fundamentado na proposta pedagógica da Etnomatemática. Esta abordagem busca compreender a Matemática a partir de diferentes culturas, que vai além da perspectiva acadêmica tradicional, destacando os conhecimentos matemáticos empíricos das crocheteiras e crocheteiros aliados aos conhecimentos acadêmicos que ficam evidenciados nas peças de crochê. Os primeiros resultados apontam que as e os discentes conseguiram identificar os conceitos matemáticos presentes na prática do Crochê e a importância de aprender e valorizar conhecimentos advindos de diferentes contextos culturais.

A COMPREENSÃO DOS RESULTADOS DO SIMAVE-MATEMÁTICA- POR PROFESSORES DE ESCOLAS MINEIRAS E SUA APROPRIAÇÃO PARA A PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM

Fabiana Aparecida Borges de Andrade¹, Leonardo Gonçalves Lago²

¹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) - Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática/DFM- Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

fabiana.andrade@estudante.ufla.br¹, leonardo.lago@ufla.br²

Palavras-chave: Avaliação externa, Formação de professores, Prática docente, SIMAVE, Gestão do Ensino.

As políticas educacionais apresentam complexidades que desafiam os profissionais da educação e exigem superação para promover o desenvolvimento dos estudantes da educação básica. Nos últimos anos, as avaliações externas passaram a ocupar papel central na realidade escolar, gerando pressões sobre escolas, professores e alunos. Nesse contexto, o presente projeto insere-se no âmbito do Sistema Mineiro de Avaliação e Equidade da Educação Pública (SIMAVE), com foco em investigar como gestores e professores interpretam e utilizam os resultados das avaliações seriadas no planejamento e na prática docente. A pesquisa, de natureza qualitativa, emprega questionários e entrevistas com professores e supervisores da rede pública para compreender seus conhecimentos prévios sobre as avaliações externas. A partir dessa análise, será desenvolvida uma formação em formato de ciclo de oficinas, fundamentada na pesquisa-ação, com duração total de seis horas, distribuídas em três encontros de duas horas cada. Os participantes serão docentes e especialistas de três escolas públicas de Minas Gerais. Assim, tomando como referência os resultados da avaliação diagnóstica do SIMAVE 2025, as oficinas terão como objetivo compreender o estágio em que cada escola se encontra, identificar avanços e desafios e elaborar um plano de ação voltado à superação das defasagens de aprendizagem detectadas. Como resultado final, a pesquisa gerará um produto educacional composto por um guia docente sobre avaliação externa e uma sequência formativa em formato de oficinas, construída a partir da prática e da realidade escolar investigada.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Governo do Estado de Minas Gerais através do Programa Trilhas de Futuro.

A produção de significações na sala de aula de matemática

Ana Flávia Silva 1¹, Silvia Maria Medeiros Caporale 2²

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática/PPGECM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática/PPGECM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ana.silva130@estudante.ufla.br, silviameimeil@gmail.com

Palavras-chave: Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Análise Microgenética. Produção de Significações. Educação Matemática.

A presente pesquisa é de abordagem qualitativa, em âmbito de mestrado, cujo foco foi investigar indícios da produção de significações sobre o Sistema Monetário Brasileiro de uma turma de 20 estudantes do 4º ano do ensino fundamental, quando inseridos em práticas e contextos de resolução de problema. A pesquisadora (licenciada em Pedagogia) assumiu uma parceria com uma professora regente de turma do 4º ano, visto que ainda não atuava em sala de aula. A produção dos dados ocorreu de 02 a 06 de outubro de 2023, quando foram desenvolvidas 10 aulas com duração de 50 minutos cada uma, sendo duas aulas por dia. Para a produção de dados foram utilizados: áudio e vídeo gravações, produções escritas dos estudantes e o diário de campo da pesquisadora. Foram propostos os seguintes objetivos específicos: compreender o movimento e os processos de produção de significações sobre o Sistema Monetário Brasileiro; identificar os argumentos e as estratégias utilizadas pelos estudantes na Resolução de Problemas, refletir sobre o processo de me constituir professora-pesquisadora e propor um produto educacional sobre o Sistema Monetário Brasileiro por meio do enfoque metodológico de Resolução de Problemas. Para a análise dos dados foram utilizadas a análise microgenética e a perspectiva histórico-cultural, tomando os trabalhos de Lev S. Vigotski e outros pesquisadores que seguem sua linha. Definiu-se duas unidades de análise, que são: a produção de significações sobre o Sistema Monetário Brasileiro e constituir-me professora e o constituir-me pesquisadora são processos. Por meio da análise foi possível perceber indícios do movimento de significações dos estudantes quando inseridos numa prática problematizada sobre o Sistema Monetário Brasileiro, a partir das estratégias e das argumentações produzidas durante os momentos de interação e da produção escrita e também, os indícios da produção de significações sobre a docência da professora-pesquisadora.

Ensino de horas com Surdas e Surdos estudantes: aprendizagens e reflexões de uma professora ouvinte

Tamara Tavares de Souza¹, Rosana Maria Mendes²

¹Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática/DFM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Educação em Ciências Físicas e Matemática/DFM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

tamara.souza3@estudante.ufla.br, rosanamendes@ufla.br

Palavras-chave: Desenvolvimento Profissional, Educação Inclusiva, Surdez.

A partir de nossa pesquisa qualitativa, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECM), buscamos responder à seguinte questão: “*Que aprendizagens emergem da prática de uma professora ouvinte ao construir e desenvolver uma sequência didática inspirada nos materiais de uma Surda professora?*”. O objetivo de nossa investigação foi “*analisar o desenvolvimento profissional docente de uma professora ouvinte durante o planejamento, construção e implementação de uma sequência didática sobre medidas de tempo, fundamentada em materiais produzidos por uma Surda professora, identificando as aprendizagens e reflexões que emergem dessa experiência*”. Baseamo-nos nas discussões sobre Experiência Visual, Língua de Sinais, Cultura Surda e *Deafhood* para compreender o ensino de Matemática com Surdas pessoas. Além disso, apoiamo-nos nas discussões sobre Desenvolvimento Profissional Docente para analisar as reflexões e aprendizagens da professora ouvinte. Para alcançar nosso objetivo, exploramos os materiais didáticos produzidos por uma Surda professora para o ensino de Matemática com Surdas e Surdos estudantes, elencando as características vinculadas à Cultura Surda. A partir dessa exploração, elaboramos uma sequência de aulas sobre medidas de tempo — leitura e registro das horas, no formato de Produto Educacional, fundamentada nos aspectos identificados. As aulas foram desenvolvidas pela professora ouvinte em um Centro de Atendimento Educacional Especializado (CAEE), com a participação de quatro estudantes, o acompanhamento de uma professora intérprete e o apoio de uma Surda professora. As aulas foram filmadas e os dados foram organizados utilizando a Análise de Conteúdo como metodologia. Atualmente, estamos analisando as práticas da professora ouvinte sob a ótica do desenvolvimento profissional docente, discutindo as aprendizagens que emergem ao ensinar Matemática com Surdas e Surdos estudantes, orientadas pelas práticas de uma Surda professora. Supomos que a reflexão sobre as ações da professora ouvinte possa contribuir para a atuação de docentes ouvintes que ensinam Matemática com Surdas pessoas, além de valorizar as práticas pedagógicas de Surdas e Surdos docentes.

INVESTIGAÇÃO DAS PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES EM RELAÇÃO À APRENDIZAGEM APÓS APLICAÇÃO DO JOGO TRILHAS DA PROBABILIDADE

Danielle Araújo Neves¹, Renata Reis Pereira²

¹Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Docente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

danielle.neves@estudante.ufla.br; renatapereira@ufla.br

Palavras-chave: Jogos, Ensino de matemática, Atividades lúdicas

O ensino da matemática ainda representa um desafio nas escolas, frequentemente abordado de forma tradicional e distante da realidade dos estudantes. Partindo dessa compreensão, esta pesquisa, de abordagem qualitativa, tem como objetivo investigar as percepções de estudantes a cerca do uso de jogos na aprendizagem de matemática. O estudo foi realizado em uma escola pública estadual de Minas Gerais onde foi utilizado um jogo de tabuleiro com conteúdo de probabilidade. A coleta de dados foi obtida por meio de um questionário composto por 17 questões, sendo 2 abertas e 15 fechadas, aplicado a trinta e quatro participantes, cujas respostas foram analisadas à luz da Análise de Conteúdo (Bardin, 2011). Neste resumo, apresentamos os dados obtidos com a aplicação da questão aberta: “*Deixe um comentário sobre sua experiência com o uso do jogo para aprender comparando com outros tipos de aulas de matemática*”. Os dados revelaram que o jogo é percebido pelos estudantes como uma ferramenta didática eficiente para a compreensão da matemática, além de contribuir para a motivação e o engajamento durante as aulas. As respostas indicam que os estudantes não apenas demonstraram maior interesse, mas também afirmaram aprender melhor quando o conteúdo é apresentado de forma lúdica e diferenciada, tornando a experiência, segundo eles, mais “leve”, animada e participativa. Essas indicações se deram a partir dos dados das repostas em que: 88% dos participantes responderam que o jogo “*ajudou bastante a tornar o aprendizado mais dinâmico e interessante*”, enquanto 82% afirmaram que os jogos “*tornam o aprendizado mais divertido e menos cansativo*”. Segundo 91% dos estudantes o jogo melhora a compreensão do conteúdo e favorece o processo de construção coletiva do conhecimento, em contraste com a tradicional aula expositiva, evidenciando o potencial do jogo como recurso eficiente no processo de ensino-aprendizagem. Os resultados indicam, portanto, que os participantes da pesquisa reconhecem a relevância do uso de jogos na aprendizagem da matemática. Considerando tanto a análise dos dados quanto à experiência vivenciada durante a aplicação do jogo, sugerimos uma maior utilização do uso de jogos no ensino e aprendizagem da matemática.

Agradecimentos: Ao Programa Trilhas do Futuro – SEE-MG e ao PPGECEM/UFLA.

O Desenvolvimento do Pensamento Teórico sobre Números Racionais em Situações Desencadeadoras de Aprendizagem

Samara Rafael Lage Neves ¹, José Antônio Araújo Andrade²

¹Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

samara.neves@estudante.ufla.br, joseaaa@ufla.br

Palavras-chave: Teoria Histórico-Cultural, Situação Desencadeadora de Aprendizagem, Números Racionais.

A pesquisa em curso tem como objetivo geral analisar o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes do 9º ano a respeito dos números racionais por meio das significações produzidas em situações desencadeadoras de aprendizagem. Os objetivos específicos consistem em: analisar se as situações desencadeadoras de aprendizagem suscitam a atividade dos estudantes; e, analisar as elaborações conceituais que corroboram para desenvolvimento do pensamento teórico. Apoiando-se nos pressupostos do materialismo histórico dialético e da teoria histórico-cultural, foi realizada uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa em uma escola pública do interior de Minas Gerais, Brasil, para responder à seguinte questão: Que elaborações conceituais produzidas em situações desencadeadoras de aprendizagem sobre números racionais contribuem para o desenvolvimento do pensamento teórico? O estudo foca nas significações construídas pelos estudantes durante a aplicação do produto educacional, composto por um conjunto de situações desencadeadoras de aprendizagem sobre o conceito de número racional. Os dados coletados serão analisados por meio da metodologia de núcleos de significação, o que possibilitará identificar as conexões conceituais estabelecidas pelos estudantes, bem como as evidências do desenvolvimento do pensamento teórico. Espera-se que a pesquisa contribua para a compreensão dos processos de construção do conhecimento matemático em sala de aula, promovendo a integração entre teoria e prática e oferecendo subsídios para a elaboração de ações que estimulem o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Programa Trilhas do Futuro por apoiar financeiramente esta pesquisa, reconhecendo a relevância do estudo e o investimento crucial na formação continuada de professores.

ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA NA RECONSTRUÇÃO/RECONFIGURAÇÃO DE AMBIENTES EM UMA ESCOLA

Arlete Aparecida Ferreira Rodrigues¹, José Antônio Araújo Andrade²

¹ Ingresso do curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do DFM/ICET Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

² Professor Doutor Orientador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

arlete.rodrigues@ufla.estudante.br; joseaaa@ufla.estudante.br

Palavras-chave: Modelagem Matemática, Atividade, Pensamento Teórico

Este estudo, fundamentado na Teoria Histórico-Cultural (THC), investiga a Atividade de Modelagem Matemática para o desenvolvimento do pensamento teórico de conceitos geométricos. A pesquisa apoia-se nos princípios da Teoria da Atividade (TA), um desdobramento da THC, que entende a Atividade humana como a unidade fundamental da vida. Nesse contexto, a Modelagem Matemática é concebida como Atividade, mediada por instrumentos, linguagem e signos, se converte na apropriação de conceitos historicamente construídos. Essa metodologia é abordada na perspectiva da Educação Matemática, seguindo as concepções de Dionísio Burak. O objetivo geral é analisar como as significações geradas por estudantes do ensino médio em Atividade de Modelagem Matemática, com o tema “Reconstrução de ambientes escolares”, contribuem para o desenvolvimento do pensamento teórico na aprendizagem de conceitos geométricos. Os objetivos específicos são: analisar se as situações de aprendizagens propostas suscitaram a Atividade de modelagem dos sujeitos. Compreender o papel e as contribuições dos elementos de mediação na produção de significações acerca dos conceitos geométricos. Analisar os sentidos pessoais e os significados produzidos. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, tendo como sujeitos 18 estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola Estadual de Minas Gerais. Os instrumentos de coleta foram registros dos estudantes, videogravação e diário de campo da pesquisadora. A análise dos dados envolveu a transcrição e organização dos registros, seguida pelo agrupamento de indicadores e pré-indicadores em núcleos de significação, explorando as relações internas (intranúcleos) e interações (internúcleos), para revelar a essência dinâmica do fenômeno investigado.

Agradecimentos: Ao Programa Trilhas do Futuro – SEE-MG em parceria com o PPGCEM/UFLA.

Contribuições de uma sequência didática para a Educação Financeira com estudantes do Ensino Médio

Luciene de Souza Santos¹ · Rosana Maria Mendes²

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação
Matemática - Universidade Federal de Lavras (UFLA)²

Departamento de Educação em ciências Físicas e Matemática /DEX – Universidade
Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil
luciene.santos1@estudante.ufla.br , rosanamendes@ufla.br

Palavras-chave: Educação Financeira; Planejamento; Orçamento; Práticas Pedagógicas.

Este trabalho tem como objetivo “investigar as estratégias de um grupo de estudantes em um processo de construção/mobilização de conceitos matemáticos relacionados ao Orçamento e Planejamento Financeiro”. Fundamentada em referenciais da Educação Matemática Crítica, Skovsmose (2001) e Silva e Powell (2013). A investigação se desenvolve por meio de uma abordagem qualitativa, utilizando como instrumentos de produção de dados observações, diário de campo, gravações e transcrições das interações em sala de aula. O estudo foi estruturado a partir da elaboração e desenvolvimento de uma sequência didática composta por seis aulas, que aborda desde noções introdutórias de orçamento e diferenciação de receitas e despesas até a organização de planilhas digitais e a reflexão coletiva sobre o processo de planejamento financeiro. Os resultados esperados apontam para a importância de práticas pedagógicas contextualizadas, que dialoguem com as experiências culturais e sociais das e dos estudantes, favoreçam o desenvolvimento da autonomia e promovam a articulação entre conteúdos matemáticos e situações do cotidiano. A pesquisa também destaca a relevância da mediação docente e do uso de recursos visuais e digitais como estratégias constitutivas do processo de ensino-aprendizagem.

Agradecimentos

A autora agradece o apoio financeiro da SEE-MG.



ENTOMOLOGIA



Treinar para matar: O papel da experiência com presas na performance de *Doru luteipes* (Dermaptera: Forficulidae)

Ana Luisa R. Silva¹, Patrick L. Gualberto¹, Ana Vitória N. G. da Silva¹,
Rosangela Cristina Marucci¹

¹Departamento de Entomologia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{ana.silva159,patrick.gualberto2,ana.silva113}@estudante.ufla.br,
rosangelac.marucci@ufla.br

Palavras-chave: Tesourinha, aprendizado alimentar, controle biológico.

A tesourinha *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae) pode ser criada exclusivamente com dieta artificial. Entretanto, a experiência prévia no manuseio e consumo de presas pode ser importante para a melhoria da performance como inimigo natural. Portanto, objetivou-se avaliar o efeito que o contato com presas ao longo do desenvolvimento imaturo de *D. luteipes* pode ter sobre a capacidade predatória dos adultos. Ninfas de 2º instar de *D. luteipes* foram divididas em três grupos de acordo com a alimentação: i) alimentação exclusiva com dieta artificial (tratamento controle); ii) dieta artificial + ovos de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae); iii) dieta artificial + pulgões *Melanaphis* spp. (Hemiptera: Aphididae). As ninfas foram alocadas em recipientes (9,5 × 7,5 cm) contendo dieta artificial fornecida *ad libitum*, papelão sanfonado e algodão umedecido. Semanalmente, nos tratamentos correspondentes, foram fornecidas duas posturas de *S. frugiperda* e duas folhas de milho infestadas por *Melanaphis* spp. Adultos recém-emergidos, após jejum de 24 h, foram individualizados em placas de Petri (9,0 × 1,5 cm), contendo 40 ovos de *S. frugiperda* ou 20 pulgões, correspondendo à experiência adquirida. A placa foi observada durante 15 min, anotando-se o tempo até o primeiro ataque e o consumo total. O bioensaio foi realizado em escotofase e durante a noite (19:00 - 21:00), e a performance predatória avaliada separadamente para ovos e pulgões, com 20 repetições. As análises foram realizadas no software R, através do ajuste de modelos lineares generalizados mistos (GLMM). As tesourinhas com experiência prévia no consumo de ovos de *S. frugiperda* apresentaram maior consumo ($p < 0.05$), entretanto, não houve diferença no tempo de busca até o início da alimentação ($p = 0.06$). Por outro lado, tesourinhas com experiência encontraram pulgões mais rapidamente ($p < 0.001$), mas não houve diferença no número de afídeos consumidos ($p = 0.30$). Os resultados indicam que a experiência com presas é importante para aprimorar o desempenho de *D. luteipes* na predação de ovos de lepidópteros e pulgões. No entanto, este aprimoramento dependerá da mobilidade da presa considerada.

Agradecimentos

CAPES, CNPq, FAPEMIG, PPGEN/UFLA.

Densidade populacional de coespecíficos e emissão de volátil fúngico modulam a colonização por *Planococcus citri* em plantas de café

Bianca P. Valério¹, Maria Eduarda V. B. Ferreira¹, Maria Fernanda G. V. Peñaflor¹

¹Departamento de Entomologia – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG – Brasil

bianca.valerio2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: cochonilha branca, agregação, 1-octen-3-ol.

Pistas de coespecíficos podem favorecer a agregação e aumentar a densidade populacional, facilitando a exploração de recursos, mas altas densidades podem gerar competição e dispersão. *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) é uma praga com comportamento gregário que afeta mais de 175 culturas, com preferência pelo cafeeiro. Neste contexto, o estudo avaliou como o nível de infestação do cafeeiro (*Coffea arabica*) por *P. citri* influencia a colonização subsequente por coespecíficos e investigar o papel do volátil fungal 1-octen-3-ol, comumente liberado por plantas infestadas por insetos sugadores devido ao crescimento de fumagina no *honeydew*, como modulador desse comportamento. Foi realizado ensaio de escolha hospedeira de *P. citri* com plantas infestadas com 5, 10, 15, 20 e 40 fêmeas adultas de *P. citri* contendo ovissaco, comparadas a plantas não infestadas. Após 20 dias da infestação, realizaram-se testes de dupla escolha, liberando 20 ninfas de terceiro ínstar de *P. citri*. Para o experimento sobre a atratividade do composto sintético, testes de dupla escolha foram conduzidos com ninfas de primeiro ínstar expostas a diferentes concentrações de 1-octen-3-ol (0,02; 0,2; 2; 20; 200 ng.µL⁻¹ de óleo de parafina), comparadas ao controle (óleo de parafina). Os resultados mostraram que as cochonilhas preferiram plantas previamente infestadas por coespecíficos nos níveis de 5, 10 e 15 fêmeas em comparação às plantas não infestadas ($p < 0,001$, $p < 0,001$ e $p < 0,01$ respectivamente). Na infestação de 20 fêmeas não foram observadas diferenças significativas na escolha da cochonilha, e na infestação de 40 fêmeas por planta, as cochonilhas preferiram plantas não infestadas ($p < 0,001$). No teste com o composto sintético, apenas a concentração de 2 ng.µL⁻¹ apresentou efeito significativo ($p = 0,03$), com as cochonilhas demonstrando preferência pelo composto. Concluímos que a infestação prévia de *P. citri* em *C. arabica* pode facilitar a colonização por coespecíficos, mas esse efeito é dependente da densidade populacional na planta, sendo mais evidente em níveis baixos a moderados de infestação. Infestações mais altas parecem gerar competição ou condições menos favoráveis, invertendo a preferência das cochonilhas. Além disso, o 1-octen-3-ol mostrou potencial como mediador químico da agregação, embora apenas em uma concentração específica. Esses resultados ajudam a compreender a dinâmica do comportamento de agregação de *P. citri* e podem orientar estratégias de manejo da praga.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

A nanoemulsão do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* L. aumenta sua bioatividade contra *Chrysodeixis includens* (Lepidoptera: Noctuidae)?

Alejandro S. Díaz¹, Thalita Z. Luz², Júlia A. C. Oliveira¹, DeJane S. Alves³,
Geraldo A. Carvalho¹

¹Departamento de Entomologia/DEN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37203-202– Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37203-202– Lavras, MG – Brasil

³Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Caixa Postal 81280-340 – Curitiba-PR - Brasil

{alejandrodiaz, thalitaluz1}@estudante.ufla.br,
julia.assuncaooliveira@hotmail.com, gacarval@ufla.br,
dejanealves@utfpr.edu.br

Palavras-chave: produtos botânicos, falsa-medideira, MIP.

Chrysodeixis includens é uma praga polífaga que ataca diversas culturas de importância econômica, como soja, algodão e feijão, e tem-se mostrado resistente a inseticidas sintéticos. O uso de produtos de origem botânica pode ser uma estratégia viável para seu manejo. Os óleos essenciais (OEs), de modo geral, apresentam baixo período residual e a nanotecnologia pode colaborar para manter sua eficácia ao longo do tempo. Objetivou-se, no presente estudo, comparar a eficácia via ingestão do OE de capim-limão (*Cymbopogon citratus* L.) puro e em nanoemulsão, no controle de lagartas de *C. includens*. Os bioensaios foram conduzidos com insetos da criação do Laboratório de Ecotoxicologia e MIP - UFLA. A estimativa da CL₅₀ do OE de *C. citratus* foi realizada com concentrações espaçadas em escala logarítmica de 30 a 100 µg/µL. A nanoemulsão foi formulada na concentração de 250 mg/mL em duas fases (fase 1: Tween 80 + água; fase 2: OE de *C. citratus* + Kholliphor® + água), homogeneizadas em UltraTurrax®. O OE de *C. citratus* e sua nanoemulsão foram solubilizados na concentração equivalente à CL₅₀ do OE puro em 10 mL de solução aquosa de Tween 80 a 1% e incorporados a 100 mL de dieta artificial a uma temperatura de 28 °C. Os controles negativos foram constituídos por dieta + água destilada, dieta + solução aquosa de Tween 80® a 1% e dieta + nanoemulsão sem adição de OE. Posteriormente, pedaços da dieta foram transferidos para tubos de vidro (10 cm × 2,5 cm), contendo uma lagarta de 48 h de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 60 repetições por tratamento. A sobrevivência foi avaliada a cada 24 h durante 168 h. As curvas de sobrevivência foram estimadas pelo método de Kaplan-Meier por meio do software R®. O OE de *C. citratus* foi tóxico para lagartas de *C. includens* ($\chi^2 = 222$, gl = 6, $p < 0,0001$), com CL₅₀ de 68,44 mg/mL. A nanoemulsão resultou em 0% de sobrevivência das lagartas de *C. includens* em comparação à forma pura do OE (50%), com TL₅₀ de 48 h. Dessa forma, a nanoemulsão obtida é uma estratégia promissora para aumentar a eficácia do OE de *C. citratus* no controle de lagartas de *C. includens*.

Agradecimentos

À CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo suporte financeiro.

Explorando o medo como estratégia de controle de percevejos

Deisy Yisenia Mayo Quiceno¹, Esther Joaquina Quiceno Mayo¹, Rosangela Cristina Marucci¹

¹Departamento de Entomologia/ PPGEN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

deisy.mayol@estudante.ufla.br, esther.mayol@estudante.ufla.br,
rosangelac.marucci@ufla.br

Palavras-chave: efeito de não consumo, parasitoide, risco de parasitismo.

A interação entre *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) e o parasitoide *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae) tem sido tradicionalmente abordada sob a perspectiva do efeito de consumo, ou seja por meio do parasitismo. Porém, evidências emergentes indicam que, além do parasitismo direto, inimigos naturais podem modular o comportamento reprodutivo do hospedeiro ou presa por meio de efeitos de não consumo, induzindo a evasão das áreas de risco, redução no número de ovos e até efeitos fisiológicos. A condução de estudos sobre efeitos de não consumo exige o desenho de sistemas funcionais que permitam gerar sinais de ameaça sem que haja consumo (predação ou parasitismo) por parte do inimigo natural. Na interação entre *T. podisi* e *E. heros*, há ausência de estudos específicos que tenham abordado este tipo de efeito. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia experimental para avaliar a percepção do risco de parasitismo por *E. heros*, em testes com chance de escolha entre ambientes com e sem a presença de *T. podisi*. Para avaliar a resposta das fêmeas de percevejo, foi projetado um sistema em que um recipiente central de plástico foi conectado, por meio de dois tubos plásticos (7 cm de comprimento × 1 cm de diâmetro), a dois compartimentos laterais. No compartimento central foi liberado um casal de *E. heros*, enquanto um dos compartimentos laterais continha parasitoides adultos e o outro sem parasitoides (controle). No entanto, após 24 horas, os parasitoides atravessavam os tubos e contaminavam ambos ambientes, invalidando o experimento. Em uma segunda tentativa, os parasitoides foram confinados dentro de um tubo plástico vedado na entrada e na saída com tecido voil. Esse tubo foi colocado dentro do recipiente, mas, por estarem imobilizados, os parasitoides não emitiam sinais químicos suficientes para serem detectados pelo percevejo. A área de confinamento foi aumentada, mas mesmo assim não se observou resposta comportamental. Finalmente, a tampa do recipiente foi modificada e conseguiu-se separar os parasitoides por meio de uma malha fina, o que permitiu mantê-los em movimento dentro do mesmo ambiente, sem interferência física, mas gerando um estímulo de risco. Esse processo experimental não apenas permitiu caracterizar comportamentos de evasão em *E. heros*, como também abriu novas possibilidades para o uso de inimigos naturais como agentes moduladores de comportamento em programas de manejo integrado de pragas.

Agradecimentos

CAPES, CNPq e FAPEMIG

Poluição por chumbo altera a comunicação química entre plantas de couve e insetos herbívoros

Bruna Corrêa-Silva¹, Tiago Morales-Silva², Julia de Camargo Freitas³, Maria Fernanda G. V. Peñaflor¹

¹Departamento de Entomologia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper)
Linhares, ES – Brazil

³Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

bruna.silva37@estudante.ufla.br, julia.freitas3@estudante.ufla.br,
tiagomorales.bio@gmail.com, fernanda.penaflor@ufla.br

Palavras-chave: Metal pesado, contaminação do solo, compostos orgânicos voláteis.

A poluição dos solos por metais pesados é um problema ambiental que ameaça a segurança alimentar e o funcionamento dos ecossistemas, comprometendo metas centrais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, como agricultura sustentável, conservação do solo e biodiversidade. A couve (*Brassica oleracea* var. *acephala* L.), hortaliça da família Brassicaceae, pode acumular chumbo (Pb) do solo, afetando a comunidade de insetos associada. No entanto, pouco se sabe sobre como esse metal interfere nas interações inseto-plantas mediadas por compostos químicos. Neste estudo, investigamos como o Pb altera o perfil de voláteis da couve e a escolha de herbívoros por plantas hospedeiras, contribuindo para compreender os efeitos da poluição sobre o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade agrícola. Para avaliar a resposta comportamental dos insetos frente a plantas de couve contaminadas ou não por Pb, utilizamos o afídeo *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) e a borboleta *Ascia monuste orseis* (Godart) (Lepidoptera: Pieridae). O ensaio de escolha de hospedeiro pelos afídeos consistiu na liberação de fêmeas adultas em arenas em formato de T, interligando uma planta controle e uma planta contaminada. A escolha hospedeira das borboletas foi avaliada em gaiolas, por meio da oviposição entre plantas controle e contaminadas. Os voláteis de plantas de couve de ambos os grupos foram coletados por meio de *headspace* dinâmico e os extratos analisados em GC-FID e GC-MS. Os afídeos apresentaram preferência significativa por colonizar plantas não contaminadas por Pb ($p < 0.001$). De forma semelhante, as borboletas ovipositaram preferencialmente em plantas não contaminadas ($p < 0.001$). Em relação ao perfil químico, a contaminação por Pb promoveu aumento significativo na emissão de limoneno e redução na emissão de β -mirceno. Esses resultados indicam que a poluição por metais pesados pode comprometer a biodiversidade e a regulação natural de pragas, fatores fundamentais para práticas agrícolas sustentáveis e para a conservação dos ecossistemas terrestres. Assim, este estudo contribui para o avanço dos ODS ao fornecer evidências experimentais sobre os efeitos ecológicos da poluição do solo, destacando a necessidade de práticas de manejo que conciliem produção agrícola e preservação ambiental.

Agradecimentos: CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Virulência de juvenis infectantes de *Heterorhabditis amazonensis* NEPET 11 sobre *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae)

Vitor V. de Oliveira^{1,2}, Mariana M. Souza^{1,2}, Ícaro A. Porpino², Erika H. Arantes², Alcides Moino Jr.^{1,2}, Gabriela Pinheiro¹, Elaine A. Louzada¹, Brígida Souza¹

¹

Departamento de Entomologia, Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Lavras, 37200-900, Lavras-MG, Brasil. E-mail: vasconcellos.agro@hotmail.com

²Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos, Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, 37200-900, Lavras-MG, Brasil

Myzus persicae (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) destaca-se como uma das principais espécies de pulgões que infestam uma ampla variedade de plantas. O uso de nematoides entomopatogênicos (NEP) para o controle de pulgões pode ser uma importante ferramenta no Manejo Integrado da praga. O objetivo deste trabalho foi avaliar a virulência de *Heterorhabditis amazonensis* NEPET 11 sobre pulgões adultos. Os insetos foram obtidos da criação mantida no Laboratório de Controle Biológico com Entomófagos (LCBE) e os NEP foram oriundos do Laboratório de Patologia e Controle Microbiano de Insetos (LPCMI)/ESAL/DEN/UFLA. Os pulgões foram individualizados em placas de Petri (5 cm Ø) e aplicada suspensão aquosa com diferentes concentrações de juvenis infectantes (JI) no nematoide com 50, 100, 250, 500 e 1000 JI/mL. No tratamento testemunha foi utilizada água. Os cadáveres com sintomas da infecção foram dissecados para confirmação da presença dos JI. Os dados foram analisados utilizando Modelos Lineares Generalizados (GLM). Para o cálculo das doses efetivas, foi ajustado um modelo log-logístico, cuja qualidade de ajuste foi avaliada por meio do teste de aderência “Goodness-of-fit test”. Para a estimativa do tempo letal, os dados foram submetidos à análise de sobrevivência utilizando a distribuição de Weibull, seguida de análise de variância. Todas as análises foram realizadas no RStudio. Foi observado um aumento na mortalidade dos pulgões conforme o aumento da concentração de NEP aplicada. As concentrações de 1000 e 500JI/pulgão ocasionaram mortalidade de 95,3 e 88%, respectivamente, sendo estatisticamente iguais e diferindo das demais concentrações ($p < 0,001$). A análise da dose-resposta indicou uma DL_{50} de 163 JI/pulgão e uma DL_{90} de 735 JI/pulgão, demonstrando o alto potencial entomopatogênico do isolado frente à praga-alvo. Os tempos letais variaram entre 54,6 e 57,1 h para as diferentes concentrações não diferindo estatisticamente entre si ($p = 0,86$), indicando que o aumento na concentração de JI não influenciou significativamente na velocidade de mortalidade da praga. Os JI foram virulentos aos pulgões em todas as concentrações.

Palavras-chave: juvenil infectante; controle biológico; mortalidade.

Agradecimentos: CAPES, CNPq, Fapemig, PPGEN e UFLA.

De repelentes promissores a atrativos inesperados: desafios no desenvolvimento de um sistema push–pull para manejo de *Brevicoryne brassicae*

Liliana Cely-Pardo¹, Marcelly Moura e Silva¹, Romario Versanne², Virginia Souza¹, Maria Fernanda G. V. Peñaflor¹

¹ Departamento de Entomologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Produção vegetal – Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) 45662-900 – Ilhéus, BA – Brasil

nubia.pardo@estudante.ufla.br, marcelly.silva@estudante.ufla.br, romarioversanne7@gmail.com, virginia.sousa@estudante.ufla.br, Fernanda.penaflor@ufla.br

Palavras-chave: voláteis repelentes, interações planta-inseto, Ecologia química aplicada

Brevicoryne brassicae é uma das principais pragas das brassicáceas, ocasionando perdas econômicas significativas por danos diretos e indiretos. Estratégias baseadas em ecologia química, como o sistema push–pull, vêm sendo propostas como alternativas sustentáveis ao controle químico convencional. Compostos derivados do alho e óleos essenciais (OEs) têm sido amplamente relatados na literatura como repelentes de diversas pragas, incluindo afídeos. Entretanto, sua eficácia varia conforme a espécie-alvo, concentração, formulação e condições experimentais. Neste estudo, avaliou-se o potencial efeito repelente de um óleo de alho comercial (registrado como adjuvante agrícola natural) e do OE de alecrim (*Salvia rosmarinus*) sobre *B. brassicae*, visando explorar seu uso como possível componente “push” para um sistema push–pull em culturas de brassicas. A repelência de pulgões alados aos voláteis emitidos pelos dois óleos foi avaliada em olfatômetro de quatro vias. O óleo de alho não apresentou efeito repelente significativo ($p = 0.44$), enquanto, das quatro concentrações testadas do OE de alecrim (0,5–20 ng/ μ L), apenas a mais alta (20 ng/ μ L) foi significativamente repelente ($p = 0.03$). No entanto, em condições de casa de vegetação, a resposta dos pulgões diferiu. Em gaiolas de livre escolha, após 24 h, não se observou repelência significativa nem para o alho ($p = 0.094$), nem para o alecrim puro ($p = 0.51$) ou a 5% ($p = 0.35$). Quando pulverizados sobre as plantas, ambos os produtos testados induziram inclusive uma tendência marginal de atratividade (alho: $p = 0.051$; alecrim: $p = 0.071$) nas condições de avaliação. Esses resultados ressaltam a importância de validar compostos sob diferentes condições experimentais e níveis de complexidade mais próximos das condições reais do campo. Contrariamente ao que é amplamente relatado, nossos dados indicam que, para *B. brassicae*, o óleo de alho e o OE de alecrim não atuam como repelentes em condições de planta inteira, e podem inclusive apresentar efeitos atrativos, o que traz novas perspectivas para o entendimento de suas interações químicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG. E o apoio nos experimentos do Helian Alfonso-Cely e do pessoal LEQIIP UFLA.

Redescrição de duas espécies de *Kultianella* Perrault, 1994 (Carabidae: Scaritinae: Clivinini) da Amazônia brasileira

Daniela Hoyos Benjumea¹, Letícia Maria Vieira¹²

¹Departamento de Entomologia/DEN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Daniela.benjumea1@estudante.ufla.br, leticia.vieira@ufla.br

Palavras-chave: Amazônia, fauna Neotropical, Forcipatorina

Kultianella Perrault, 1994 é um gênero Neotropical estabelecido por Perrault (1994) a partir de uma análise sistemática de espécies anteriormente incluídas no gênero *Stratiotes* Putzeys, 1866. O gênero compreende apenas duas espécies restritas à região Amazônica. Este trabalho teve como objetivo redescrever as espécies, *Kultianella sulcicollis* (Putzeys, 1866) e *Kultianella sulculatus* (Putzeys, 1866). O estudo baseou-se na revisão de nove exemplares emprestados do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil e o Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Manaus, AM, Brasil. Todos os exemplares foram medidos em milímetros com o auxílio de um estereomicroscópio Leica M205, utilizando o software Leica Application Suite em modo de medição automática. As estruturas reprodutivas feminina e masculina foram dissecadas e ilustradas utilizando o programa Illustrator. As localidades foram obtidas a partir das etiquetas e das descrições originais das espécies. As coordenadas geográficas foram determinadas por meio do Google Earth Pro e os mapas foram construídos no QGIS 3.32.0 (QGIS Development Team 2023). Como resultado, as estruturas reprodutivas masculina e feminina foram descritas e ilustradas pela primeira vez, e novas localidades de ocorrência foram registradas para a Amazônia brasileira, abrangendo os estados do Acre, Amazonas e Pará. São apresentadas fotografias das espécies, incluindo os holótipos, bem como um mapa de distribuição. A redescrição das espécies de *Kultianella* amplia o conhecimento morfológico e taxonômico do gênero, apresentando pela primeira vez detalhes da morfologia genital e registros precisos de distribuição na Amazônia brasileira. Esses resultados fornecem subsídios importantes para estudos sistemáticos, filogenéticos e biogeográficos futuros dentro da tribo Clivinini.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG e INCT Simbiam

Fauna de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) como bioindicador de qualidade ambiental em área de Cerrado

Gabriel Sterzeck Vittori¹, Stephan M. Carvalho¹

¹Departamento de Entomologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

gabriel.vittori2@estudante.ufla.br, stephan.carvalho@ufla.br

Palavras-chave: Cerrado, Abelhas, Bioindicadores.

O Cerrado é um dos biomas mais biodiversos do planeta, mas encontra-se sob forte pressão antrópica, sobretudo pelo desmatamento e pela conversão de áreas naturais em monoculturas. As abelhas, principais agentes polinizadores, desempenham papel essencial na manutenção da biodiversidade vegetal e se destacam como bioindicadores da qualidade ambiental. Este estudo teve como objetivo avaliar a fauna de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) em fragmentos de Cerrado no município de Frutal, Minas Gerais, analisando sua resposta a diferentes usos do solo. Foram amostrados três habitats – pastagem, cultivo de cana-de-açúcar e floresta ripária – utilizando armadilhas do tipo pan-trap (cores branca, azul, amarela e vermelha) e aromáticas, com ênfase nas famílias Apidae e Euglossini. A diversidade foi estimada pelo índice de Shannon-Wiener, a similaridade pela medida de Jaccard e a equitabilidade pelo índice de Pielou (J'). Os resultados revelaram maior riqueza e diversidade na floresta ripária e na pastagem, enquanto a cana-de-açúcar apresentou valores reduzidos, associados à homogeneização do ambiente. Espécies como *Eulaema nigrata*, *Augochoropsis* sp.1 e *Apis mellifera* foram as mais abundantes, distribuídas de forma diferenciada entre os habitats. Conclui-se que a fauna de abelhas reflete a qualidade ambiental e pode ser utilizada como ferramenta de monitoramento, reforçando a importância da conservação de mosaicos de habitats no Cerrado para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Curadoria e identificação de *Anoplius* Dufour, 1834 (Pompilidae: Hymenoptera) da Coleção Entomológica da Universidade Federal de Lavras

Régis Fiorini Souza ¹, Marcel Gustavo Hermes ²

¹Programa de Pós-graduação em Entomologia/ESAL, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 37203–202, Lavras, MG – Brasil

²Centro de Biodiversidade e Patrimônio Genético/ICN, Centro de Estudos em Sistemática e Biologia de Insetos, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 37203–202, Lavras, MG – Brasil

{regis.souza03@estudante.ufla.br, marcelhermes@ufla.br}

Palavras-chave: taxonomia, vespas-caça-aranha, biodiversidade.

Anoplius Dufour, 1834 é um gênero de vespas solitárias pertencentes à família Pompilidae (Hymenoptera), marcadas pelo comportamento de serem predadoras provisionadoras de aranhas. Grupo presente na região neotropical com seis subgêneros e 73 espécies. O Brasil conta com cinco subgêneros *Anopliodes* Banks, 1939, *Anoplius* sensu stricto, *Arachnophroctonus* Howard, 1901, *Dicranoplius* Haupt, 1950 e *Notiochares* Banks, 1917, e a presença de 24 espécies. A curadoria de coleções entomológicas é de suma importância para diversos tipos de trabalhos, como pesquisas taxonômicas, estudos sobre filogenética e trabalhos visando a conservação de espécies. Todos representantes do gênero foram depositados no decorrer de vários anos na Coleção Entomológica da Universidade Federal de Lavras (CEUFLA), sem identificação e espalhados por toda seção de Hymenoptera. Esse trabalho teve como objetivo organizar e identificar todos os indivíduos do gênero presentes na CEUFLA. Para realizar a identificação foram utilizadas chaves taxonômicas, descrições das espécies e fotos dos holótipos. No total foram contabilizadas 80 vespas do gênero, divididas em quatro subgêneros e sete espécies. O subgênero *Anopliodes* apresentou 11 exemplares, todos da espécie *Anoplius* (*Anopliodes*) *varius* (Fabricius, 1804). Já o subgênero *Arachnophroctonus* foi amostrado com dez espécimes, oito *Anoplius* (*Arachnophroctonus*) *argelesia* (Banks, 1947), *Anoplius* (*Arachnophroctonus*) *deceptus* (Fox, 1897) e *Anoplius* (*Arachnophroctonus*) *holmbergi* (Banks, 1947) com um indivíduo. Já *Dicranoplius* contou com apenas dois representantes, ambos da espécie *Anoplius* (*Dicranoplius*) *brevitarsus* (Banks, 1947). E, o subgênero *Notiochares*, sendo o mais presente, com 57 indivíduos, sendo 44 *Anoplius* (*Notiochares*) *amethystinus exclusus* (Smith, 1873) e 13 *Anoplius* (*Notiochares*) *triquetus* (Fox, 1897). Este trabalho contribui para a curadoria e organização do material depositado na CEUFLA, uma vez que esse feito em coleções colabora para o estudo de insetos, desde pesquisas com enfoque taxonômico, biogeográfico, ecológico, conservacionista, educacionais e, para o registro da biodiversidade do país.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Efeito deterrente de pós-inertes naturais sobre a oviposição de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae)

Ezequiel Garcia-Souza¹, Elisabeth D. Aboumegone-Zue¹, Bianca C. M. Santos¹,
Isabela G. Oliveira¹, Khalid Haddi¹

¹Departamento de Entomologia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ezequiel.souza@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Manejo integrado de pragas, Controle alternativo, Zeólitas.

Os pós inertes naturais, como as zeólitas, destacam-se como potenciais protetores de grãos armazenados devido ao seu modo de ação físico sobre as pragas, reduzindo a infestação e o desenvolvimento dos insetos. Contudo, pouco se sabe sobre o comportamento da oviposição. Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito deterrente de diferentes concentrações de zeólita sobre *Sitophilus zeamais*. O experimento foi realizado no Laboratório de Entomologia Molecular e Ecotoxicologia (MEET) do Departamento de Entomologia da UFLA. O ensaio foi conduzido em arenas constituídas por placas de Petri (11 cm de diâmetro), divididas com fita adesiva em duas seções iguais (Zona A e Zona B). Em uma das zonas foram adicionados 20 g de grãos tratados com zeólita (250, 500, 750 e 1000 ppm), enquanto a outra zona recebeu 20 g de grãos não tratados (controle). Foram realizadas 5 repetições para cada tratamento. Vinte adultos de *S. zeamais* foram liberados no centro de cada arena e mantidos por sete dias. Após esse período, os insetos foram removidos, e os grãos de cada zona foram transferidos para potes de vidro de 200 mL e armazenados. Após 45 dias, o número de insetos emergidos foi contabilizado. As diferenças entre os tratamentos em comparação ao controle foram avaliadas usando o teste *t* de Student. As menores concentrações 250, 500, 750 ppm não reduziram significativamente a emergência de adultos em comparação ao controle ($p > 0,05$). Entretanto, na concentração de 1000 ppm (4.0 ± 1.7 %), o número de insetos emergidos foi significativamente menor em comparação ao controle (12.6 ± 3.0 %, $t = 2,466$; $df = 8$; $p = 0,039$), evidenciando efeito deterrente sobre a oviposição e o desenvolvimento da progênie. Esses resultados indicam que concentrações acima de 1000 ppm podem ser eficazes na proteção de grãos de milho armazenados, atuando como modulador comportamental, reduzindo a oviposição de *S. zeamais* em grãos armazenados.

Agradecimentos

CAPES, CNPq, FAPEMIG e UFLA.

INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DA PAISAGEM NA INCIDÊNCIA E PREDACÃO DO BICHO-MINEIRO-DO-CAFEIEIRO

Júlia Flório¹, Antônio C.M. Queiroz², Gabriel Balbino Leite¹, Chaim José Lasmar³,
Luís Cláudio Paterno Silveira¹

¹Departamento de Entomologia/UFLA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Laboratório de Ecologia de Formigas - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ecologia/UFLA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

julia.andrade8@estudante.ufla.br

A composição da paisagem agrícola influencia diretamente a dinâmica de pragas e de seus inimigos naturais. Elementos como a diversidade de usos do solo podem favorecer o controle biológico realizado por vespas predadoras, alterando a incidência de pragas como o bicho-mineiro-do-cafeieiro *Leucoptera coffeella*. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar como a composição da paisagem e a umidade local afetam a infestação de bicho-mineiro e sua predação por vespas em uma matriz agrícola. Foram avaliadas oito paisagens delimitadas por um buffer de 3 km, divididas em três tratamentos com diferentes proporções de café: 20%, 40% e 60%. Em cada paisagem, foram amostrados 25 pontos, e em cada ponto, foram avaliadas quatro folhas do 3º ou 4º par, do mesmo ramo plagiotrópico, no terço médio das plantas. A infestação foi determinada pela proporção de folhas com minas intactas. A predação, pelo percentual de minas predadas em relação ao total de minas, sendo ambos os índices calculados pelas médias por ponto. A predação das minas foi identificada por meio de marcas características na superfície das folhas: minas atacadas por vespas apresentam cortes lineares na epiderme, conforme descrito na literatura, diferenciando-se daquelas com emergência do inseto-praga, que exibem uma abertura circular típica de saída. Foi instalado um aparelho do tipo *datalogger* (Elitech®, modelo RC-51H) ajustado para coletar dados de umidade relativa (UR%) do ar a cada 1 minuto em cada matriz cafeeira. A composição da paisagem foi representada pela porcentagem de café e pelo índice de Equitabilidade (heterogeneidade). Observou-se uma correlação positiva significativa entre infestação e predação. A infestação também se correlacionou positivamente com a cobertura de café e com a heterogeneidade da paisagem, mas não apresentou correlação com a umidade. A predação mostrou uma correlação positiva com a cobertura de café até aproximadamente 40%, após a qual essa relação tornou-se negativa. Além disso, a predação se correlacionou positivamente com a heterogeneidade da paisagem, mas negativamente com a umidade. Em conjunto, esses resultados sustentam a hipótese de que uma paisagem mais heterogênea, com cobertura intermediária de café (~40%), favorece o serviço ecossistêmico de predação natural sobre o bicho-mineiro, contribuindo para o manejo sustentável da praga.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos, sustentabilidade agrícola, manejo integrado de pragas

Apoio: CAPES, CNPq e FAPEMIG.



ESTATÍSTICA E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA



Análise da volatilidade das ações PETR4 e VALE3 em períodos de crise: uma aplicação do modelo APARCH

Lucas Barbosa¹, Luiz Otávio de Oliveira², Thelma Sáfadi²

¹Departamento de Estatística e Experimentação Agropecuária /ICET – Universidade Federal de Lavras

Lucas.barbosa7@estudante.ufla.br, luizpala@ufla.br, safadi@ufla.br

Palavras-chave: séries temporais; risco; choques assimétricos; persistência; agrupamento; eventos extremos.

O presente estudo analisa a volatilidade das ações da Petrobras (PETR4) e da Vale (VALE3), duas empresas de grande relevância para a economia brasileira, por meio do modelo Asymmetric Power ARCH (APARCH). Foram considerados dados de preços de fechamento diários, no período de janeiro de 2007 a junho de 2025, totalizando 4564 observações para cada série. A etapa inicial incluiu a modelagem da média via processos autorregressivos, cujos resíduos foram utilizados na especificação da volatilidade condicional. Em seguida, aplicou-se o modelo APARCH, possibilitando a identificação de características como agrupamento, persistência e assimetria nos retornos, além de análises de intervenção para eventos específicos de crise. Sem antecipar resultados detalhados, destaca-se que a abordagem adotada contribui para a compreensão do comportamento dos ativos em contextos de instabilidade. A principal contribuição do trabalho está em fornecer subsídios para a tomada de decisão de investidores, gestores e formuladores de políticas públicas no setor econômico.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e FAPEMIG.

Interpretação do parâmetro de inclinação nos modelos não lineares Logístico, Gompertz e von Bertalanffy

Sarah Martins Rezende¹, Tales Jesus Fernandes²

¹Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estatística/DES – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

sarah.rezende5@estudante.ufla.br, tales.jfernandes@ufla.br

Palavras-chave: Inclinação da curva, ponto de inflexão, parâmetro k .

Modelos de regressão não linear são ferramentas fundamentais na descrição de processos biológicos, como o crescimento de organismos e o acúmulo de biomassa, por permitirem representar diferentes fases do desenvolvimento em uma curva sigmoide. Entre os modelos mais utilizados destacam-se o Logístico, Gompertz e von Bertalanffy, todos contendo o parâmetro k , que é comumente chamado de constante de crescimento, taxa de crescimento ou índice de maturidade da curva. O objetivo deste trabalho foi demonstrar analiticamente a interpretação do parâmetro k como medida da inclinação máxima no ponto de inflexão desses modelos ajustado ao acúmulo de biomassa ao longo do tempo. Desse modo, adotou-se uma abordagem teórica baseada nas parametrizações: $Y_i = \frac{a}{1+e^{k(b-t_i)}} + \varepsilon_i$ para o modelo Logístico, $Y_i = a \cdot e^{-e^{-k(t_i-b)}} + \varepsilon_i$ para o modelo Gompertz e $Y_i = a \cdot (1 - be^{-kt_i})^3 + \varepsilon_i$ para o modelo von Bertalanffy. A derivada da função em relação ao tempo foi utilizada para calcular a inclinação máxima da curva no ponto de inflexão $t = b$, obtendo-se as seguintes expressões: $\frac{a \cdot k}{4}$ para o Logístico, $\frac{a \cdot k}{e}$ para o Gompertz e $\frac{4a \cdot k}{9}$ para o von Bertalanffy, evidenciando a relação direta entre o parâmetro k e a taxa máxima de crescimento. Quanto maior o valor de k , mais íngreme é a curva ao redor do ponto t_i , ou seja, mais rápido o crescimento ocorre na fase exponencial. Conclui-se que, apesar das diferenças estruturais entre os modelos, em todos os casos k regula a intensidade da inclinação ao redor do ponto de inflexão, constituindo-se em parâmetro-chave para análises comparativas de crescimento em diferentes contextos biológicos. Essa interpretação é especialmente útil para a comparação entre genótipos ou tratamentos em estudos que envolvem dinâmica de crescimento.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Utilização de séries temporais na classificação dos estágios fenológicos de plântulas de canola

Maria de Fatima Magalhães de S. Andrade¹, Thelma Safadi²

¹Departamento de Estatística/ICET– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

maria.andradel3@estudante.ufla.br, safadi@ufla.br

Palavras-chave: Crescimento vegetal, series temporais, Classificação.

Monitorar o crescimento de plântulas é um processo muito importante para a agricultura e para as pesquisas na área de fisiologia vegetal, pois fornece informações sobre o desenvolvimento da planta, sua resposta a condições ambientais e a eficácia de tratamentos aplicados. Tradicionalmente, esse monitoramento é realizado visual e manualmente, sendo um processo demorado e subjetivo. Dessa forma a automação desse processo de monitoramento utilizando técnicas computacionais e séries temporais podem auxiliar na identificação e previsão de estágios fenológicos de forma mais precisa permitindo avaliar o vigor da semente com base na velocidade de desenvolvimento, auxiliando na detecção precoce de desequilíbrios no crescimento das plântulas e na tomada de decisões de manejo mais consistentes, como irrigação, aplicação de fertilizantes, colheita, entre outros processos. Este estudo utiliza um banco de dados com 30460 imagens RGB (que representa cores por meio dos canais vermelho, verde e azul) e de profundidade de plântulas de canola para analisar temporalmente o seu crescimento e realizar fenotipagem vegetal. O objetivo é classificar os estágios de desenvolvimento das plântulas ao longo do tempo, superando as limitações de abordagens baseadas em Redes Neurais Convolucionais (CNNs) que ignoram a progressão temporal do desenvolvimento. Para isso, serão exploradas técnicas clássicas de series temporais, a evolução temporal dos atributos será utilizada como entrada para um classificador Random Forest. Dessa forma, foram extraídos atributos visuais como área, cor, textura, volume e profundidade a partir das imagens, e será feita a análise da evolução temporal desses atributos. Os primeiros resultados mostraram que a área das plântulas apresentou média de 608,07 pixels (DP= 1530,40), o perímetro médio foi de 305,07 pixels, enquanto a circularidade apresentou média de 0,16, indicando formatos predominantemente alongados. Construir modelos computacionais capazes de identificar estágios de desenvolvimento de plântulas a partir de imagens adquiridas ao longo do tempo pode contribuir para o avanço de pesquisas científicas com plantas. A capacidade de prever o estágio atual e futuro de uma planta pode levar a previsões sobre seu florescimento, a produtividade de lotes específicos e o momento ideal para a colheita, otimizando a produção agrícola.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Testes computacionalmente intensivos para igualdade de matrizes de correlação: uma proposição metodológica

Momate Emate Ossifo¹, Daniel Furtado Ferreira²

¹Pós-graduação em estatística e Experimentação Agropecuária – Universidade Federal de Lavras (UFLA), CEP: 37200-900, Lavras, MG – Brazil.

²Departamento de Estatística/ ICET, Universidade Federal de Lavras (UFLA), CEP: 37200-900, Lavras, MG – Brazil.

{momateemate}@gmail.com, {danielfff}@ufla.br

Palavras-chave: Matrizes de correlação, erro tipo I, simulação Monte Carlo.

A comparação de matrizes de correlação tem um papel crucial em estatística multivariada e áreas aplicadas, pois permite avaliar a estrutura de dependência entre variáveis em diferentes populações. A correlação linear, geralmente estimada pelo coeficiente de Pearson, é amplamente utilizada, mas sua aplicação direta apresenta limitações na presença de *outliers* ou quando a normalidade multivariada não é atendida. Métodos clássicos, como o teste de Jennrich, têm sido utilizados para verificar a igualdade de matrizes de correlação; entretanto, sua sensibilidade a valores aberrantes compromete a validade dos resultados, elevando a taxa de erro tipo I e reduzindo o poder dos testes. Nesse contexto, métodos robustos aliados a estratégias computacionais, como o *bootstrap*, surgem como alternativas promissoras. O *bootstrap*, em especial, destaca-se por dispensar conhecimento prévio da distribuição populacional e por oferecer maior estabilidade em cenários de alta dimensionalidade e pequenas amostras. Ciente disso, este trabalho tem como objetivo propor testes para igualdade de matrizes de correlação em populações multivariadas não necessariamente normais e capazes de lidar com *outliers* e alta dimensionalidade utilizando métodos *bootstrap* não-paramétricos. Para tal, foram estudadas as versões *bootstrap* dos testes de Jennrich e Kullback, bem como os testes MPCBT (*Maximum Pearson Correlation Bootstrap Test*) e MSCBT (*Maximum Spearman Correlation Bootstrap Test*). O desempenho dos métodos foi avaliado por meio de simulações de Monte Carlo, considerando a taxa de erro tipo I e o poder, preliminarmente, sob baixa e alta dimensionalidade, para diferentes cenários. Os resultados preliminares indicam que o teste MSCBT apresenta melhor desempenho que os demais, tanto no controle da taxa de erro tipo I, quanto no poder. Esses resultados reforçam o potencial de métodos robustos combinados a técnicas de reamostragem para aprimorar a inferência estatística em situações práticas que envolvem a comparação de matrizes de correlação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

MODELOS DE REGULARIZAÇÃO NO AJUSTE DO PESO VIVO DE ALPACAS

Eliseu Castanheiro Alberto¹, Noé Osório Macário¹, Tales Jesus Fernandes¹,
Adriele Aparecida Pereira²

¹Departamento de Estatística /ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Instituto de Ciências Sociais Aplicadas – Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)
Caixa Postal 221 – 37130-001 – Alfenas, MG – Brazil

eliseu.albertol@estudante.ufla.br, noe.macario1@estudante.ufla.br,
tales.jfernandes@ufla, bradrieleapvga@gmail.com

Palavras-chave: Ridge Regression, Lasso Regression, Elastic Net, Coeficientes,

Alpacas pertencem a família de camílideos originários dos Andes concretamente na região do Perú, Bolívia, Equador e Chile. Eles constituem um recurso socioeconômico valioso derivado das suas características especiais da sua fibra, pele e carne. O conhecimento do peso vivo dos animais permite e garante alimentação balanceada, adosão de medicamentos corretamente, avaliação do desempenho produtivo, orientação nas decisões de manejo e comercialização e mais. Este estudo pressupõe a utilização de Modelos de Regularização como Ridge Regression, Lasso Regression e Elastic Net, que são técnicas utilizadas para melhorar a generalização de modelos de regressão reduzindo overfitting e melhorando a estabilidade das estimativas. Estes Modelos foram aplicados em um banco de dados referente a medidas biométricas de alpacas de raça huacaya onde a variável resposta corresponde ao Peso Vivo (PV) do animal. Os parâmetros dos modelos foram estimados no software R. Em geral, os três modelos se ajustaram aos dados. O modelo Ridge Regression, com RMSE igual a 2,077 mantém todos preditores enquanto que Lasso Regression com RMSE igual a 2,141 e Elastic Net com RMSE igual a 2,129 descartaram ou reduziram alguns. As variáveis Languna e Perímetro Abdominal (AP) se destacam como as variáveis mais importantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise de desempenho de modelos de Regressão de Cox e de Aprendizado de Máquina: um estudo de sobrevida em dados de câncer de mama

Nayara Maria Barbosa de Sousa¹, Geraldo Magela da Cruz Pereira², Douglas Geovanini de Paiva Mosca Leite³, João Vitor Andrade Alves de Souza⁴

¹²⁴Departamento de Estatística/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Departamento de Engenharia Ambiental/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

{nayara.sousa,douglas.leite,joão.souza20}@estudante.ufla.br,
geraldo.pereira@ufla.br

Palavras-chave: Randon Survival Forest, Gradient Boosting Machine, Sobrevivência.

Este estudo teve como objetivo principal comparar o desempenho de diferentes modelos de previsão da sobrevida em pacientes com câncer de mama, utilizando dados de uma coorte de mulheres tratadas entre 2005 e 2015 no Hospital da Fundação Assistencial da Paraíba. O conjunto de dados incluiu informações clínicas, histológicas, terapêuticas e moleculares, bem como idade, tipo histológico do tumor, esquemas de tratamento e marcadores como receptores de estrogênio, progesterona, proteínas Ki67, P53 e HER2. As datas de diagnóstico e de falha (óbito ou última anotação) foram utilizadas para a análise de sobrevida, caracterizando a natureza censurada dos dados. Foram avaliados o modelo de Regressão de Riscos Proporcionais de Cox e os algoritmos de aprendizado de máquina Random Survival Forest (RSF), Gradient Boosting Machine (GBM) e Support Vector Machine para sobrevida (SVMc). Para a seleção de variáveis foi realizado um ajuste univariado ($p < 0.25$). O desempenho dos modelos foi medido através do C-index e do Brier Score. Na fase de treino, o GBM apresentou melhor desempenho em relação aos demais modelos, contudo, na fase de teste, o RSF demonstrou desempenho superior, com C-index: 0.9144 e Brier Score = 0.0845, e o modelo de Cox demonstrou desempenho mais fraco entre todos os modelos com C-index = 0.5136 e Brier Score = 0.1905. Os resultados indicam que, para a predição do prognóstico em câncer de mama, os modelos de aprendizado de máquina, especialmente o RSF, superaram o desempenho do modelo tradicional de Cox.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e FAPEMIG.

Modelos de fração de cura aplicados à sobrevivência de pacientes com câncer de pulmão

Noé Osório Macário ¹, Eliseu C. Alberto ², Geraldo M. Da Cruz Pereira ³, Rodrigo R. Pescim ⁴

^{1,2,3,4}Departamento de Estatística/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{noe.macario1, eliseu.alberto1}@estudante.ufla.br,
gerald.pereira@ufla.br, rrpescim@uel.br

Palavras-chave: Modelos paramétricos, log-normal, kaplan-meier, regressão de cox, stepwise, estadiamento.

Este estudo avaliou a sobrevivência de pacientes com câncer de pulmão no período de 2020 a 2024, abrangendo 8837 indivíduos, dos quais 53,6% foram censurados. O pré-processamento envolveu o cálculo do tempo de sobrevida em anos, a definição do status de censura, a categorização de variáveis sociodemográficas e clínicas, bem como o agrupamento dos tratamentos oncológicos. Inicialmente, a análise descritiva e as estimativas de *Kaplan-Meier* (KM) permitiram uma avaliação preliminar da sobrevida. Em seguida, foram ajustados modelos paramétricos clássicos (Exponencial, Weibull, Log-Normal, Gamma e Generalized Gamma), sendo o modelo *Log-normal* selecionado por apresentar menor AIC e pela não significância pelo TRV aplicado em relação à gama generalizada. O teste *log-rank*, considerando um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), indicou diferenças estatisticamente significativas entre as categorias de sexo, escolaridade, estágio clínico, tipo de atendimento e grupo de tratamento. Dessa forma, essas variáveis foram consideradas como preditores importantes na análise univariada. A regressão de Cox com seleção *stepwise* AIC confirmou essas variáveis como preditores relevantes. Posteriormente, foi ajustado um modelo de fração de cura *Log-Normal*, o qual estimou que aproximadamente 8% da população pode ser considerada curada. Os resultados indicaram que estágios avançados estiveram associados a maior risco de óbito, enquanto sexo feminino, maior escolaridade, atendimento particular e tratamentos múltiplos representaram fatores protetores. A comparação visual entre curvas observadas (KM) e ajustadas evidenciou bom desempenho do modelo de fração de cura. Por fim, os resultados demonstram a aplicabilidade dessa abordagem para capturar a heterogeneidade na sobrevivência de pacientes com câncer de pulmão, complementando análises tradicionais de Kaplan-Meier e modelos de Cox.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise do Crescimento Alométrico em Cordeiros Bergamácia por Modelagem Não Linear

Matheus da Costa Lima¹, Joel Augusto Muniz¹

¹Departamento de Estatística – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{matheus.lima8, joamuniz}@ufla.br

Palavras-chave: Alometria, Bergamácia, modelos, carcaça ovina.

O conhecimento sobre o crescimento dos cortes de carcaça é um avanço da ovinocultura de corte, permitindo otimizar a produção e agregar valor ao produto final. Este trabalho reavalia o desenvolvimento diferencial dos cortes comerciais em cordeiros da raça Bergamácia, aplicando um modelo de regressão não linear de Huxley. O objetivo principal é obter uma análise alométrica com maior sensibilidade estatística em comparação com a abordagem tradicional baseada em transformação logarítmica, visando gerar conclusões mais robustas e de maior aplicabilidade prática para a cadeia produtiva. A metodologia empregada baseia-se no ajuste do modelo alométrico não linear $Y = aX^b\epsilon$. Nesta função, 'Y' representa o peso de um corte específico, 'X' é o peso corporal vazio (PCVZ) do animal, o expoente 'b', ou coeficiente alométrico, classifica o padrão de crescimento, 'a' é uma constante de proporcionalidade, também conhecida como intercepto e ' ϵ ' representa o erro experimental multiplicativo. O crescimento é dito isogônico se a parte e o todo crescem na mesma proporção ($b=1$), ou heterogônico se as taxas são distintas ($b \neq 1$), podendo este ser de desenvolvimento precoce (heterogonia negativa, $b < 1$) ou tardio (heterogonia positiva, $b > 1$). A análise foi conduzida no software R e ajustando o modelo não linear com a função `nls()` e testando a hipótese nula $H_0: b=1$ para cada corte pelo teste de t. aplicada a dados de 12 cordeiros da raça Bergamácia, e a hipótese de isogonia ($H_0: b=1$) foi formalmente testada para cada um dos cinco cortes comerciais. Os resultados da modelagem não linear direta demonstraram que, com a maior precisão do método, todos os cortes analisados apresentaram crescimento significativamente heterogônico ($p < 0,05$). Especificamente, os cortes perna ($b=0,89$) e lombo ($b=0,95$) exibiram um padrão de heterogonia negativa, o que caracteriza um desenvolvimento precoce em relação ao corpo inteiro. Em contrapartida, os cortes costeletas ($b=1,21$), paleta ($b=1,11$) e costela/fralda ($b=1,17$) apresentaram heterogonia positiva, confirmando um padrão de desenvolvimento mais tardio. O modelo de Huxley se ajustou aos dados, com todos os parâmetros significativos, permitindo extrair informações práticas sobre o crescimento dos cortes. A identificação clara de dois grupos distintos de cortes — os de desenvolvimento precoce (perna e lombo) e os de desenvolvimento tardio (costeletas, paleta e costela/fralda) — permite que os produtores otimizem o ponto de abate para maximizar o rendimento dos cortes de maior interesse comercial.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Utilização de modelos não-lineares na descrição do peso médio de frutos de umbuzeiro

Gabriel Edson Sousa da Silva¹, Louiziane Ribeiro Carvalho¹, Vitória Cristina Mendes da Silva¹, Joel Augusto Muniz¹, Edilson Marcelino Silva²

¹Departamento de Estatística/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Matemática/ICE – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) CEP 23.897-000 – Seropédica, RJ – Brasil

{gabriel.silva66, louiziane.carvalho2, vitoria.silva22}@estudante.ufla.br, joamuniz@ufla.br, edilsonest@ufrrj.br

Palavras-chave: Umbu, Caatinga, Crescimento, Modelos não-lineares, Sigmoidal.

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Cam.) é uma árvore frutífera e xerófila, nativa da região semiárida do Nordeste. Uma de suas características mais marcantes é a presença dos xilopódios, estruturas de armazenamento de água e nutrientes que permitem à planta enfrentar as rigorosas condições climáticas do semiárido. As cascas do umbu são ricas em compostos bioativos, como vitamina C, carotenoides e flavonoides. Para o manejo adequado e a exploração comercial do umbuzeiro, é fundamental descrever com precisão o desenvolvimento e o acúmulo de matéria em função dos estádios de maturação. O monitoramento de variáveis é crucial para determinar o ponto ideal de colheita, otimizar o processamento e garantir a qualidade do produto. Em geral, o acúmulo de peso em frutos segue um padrão sigmoidal, lento no início, uma fase de máxima aceleração intermediária e, por fim, uma desaceleração. Devido a isso, o fenômeno pode ser por modelos de regressão não linear. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização dos modelos Logístico, Gompertz e Von Bertalanffy na descrição do peso médio de frutos de umbuzeiro. Os dados foram obtidos de um estudo de Campos (2007). Os dados de peso médio do fruto foram coletados a partir de vinte frutos por árvore, em cinco unidades geoambientais, em cinco estádios de desenvolvimento previamente classificados com base na coloração da casca e características internas. A análise dos dados feita com o software R. De acordo com os avaliadores de qualidade (AIC, DPR, R^2) os três modelos se ajustaram bem aos dados, no entanto o modelo Logístico se mostrou melhor, apresentando menores valores de AIC e DPR, e maior valor de R^2 . Para todos os efeitos, o modelo atendeu às pressuposições da análise dos resíduos. Os resultados mostraram que o peso máximo dos frutos de umbuzeiro é aproximadamente 18.34 g. O ponto de inflexão ocorre entre os estádios 2 e 3 de maturação. O modelo Logístico foi adequado para explicar o crescimento do umbu. A identificação do ponto de máxima aceleração de crescimento fornece um índice de desenvolvimento crucial. Este ponto otimiza o momento para intervenções agrônômicas e orienta a colheita para garantir o peso e a qualidade ideais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Predição de acidentes de trânsito graves no Brasil

**Daví Barbosa Pereira de Sousa¹, Viviane Costa Silva¹, Marcela Silva de Araujo¹,
João Domingos Scalón¹**

¹Departamento de Estatística/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{davi.sousa,viviane.silva6,marcela.araujo1}@estudante.ufla.br,
scalon@ufla.br

Palavras-chave: Aprendizado de máquina, Segurança viária, Prevenção de acidentes.

Devido ao alto tráfego e acessibilidade a meios de transportes, acidentes de trânsito são uma das maiores causas de óbitos no Brasil. Visando evitar fatalidades, este estudo propõe-se a prever acidentes ocorridos em rodovias de todo o país. Para tanto, foram utilizados dados da Polícia Rodoviária Federal com acidentes a nível individual no ano de 2024. A variável resposta de acidentes graves foi criada a partir da quantidade mortos e feridos graves no acidente, considerando o acidente grave aquele que tiver valor superior a 0 em, pelo menos, uma das duas variáveis supracitadas. Ademais, utilizaram-se como variáveis explicativas informações acerca do dia da semana, fase do dia, sentido da via, condição meteorológica, tipo de pista, tipo de acidente, tipo de veículo, sexo e idade dos envolvidos. As análises foram realizadas utilizando linguagem Python e ambiente Jupyter Notebook. Para realizar as predições, usou-se de técnicas de aprendizado de máquina supervisionado para classificação, dos quais, seguem: regressão logística sem e com balanceamento, árvore de decisão sem e com balanceamento e k-vizinhos mais próximos. Dos cinco algoritmos gerados, o que obteve melhor ajuste foi o árvore de decisão com balanceamento, apresentando grande capacidade de identificar acidentes graves (recall = 0,785), bom equilíbrio entre acertos e erros ao prever essa classe crítica (F1-score = 0,679) e excelente desempenho global na separação entre acidentes graves e não graves (AUC = 0,849). Portanto, o estudo aponta que a aplicação de técnicas de inteligência artificial pode se tornar um recurso estratégico para gestores públicos e órgãos de segurança viária no desenvolvimento de ações preventivas voltadas à redução de fatalidades, principalmente em casos onde há necessidade de maior atenção devido a natureza da situação grave.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq e CAPES.

Aplicação de técnicas multivariadas na segmentação do mercado de cafés especiais no Brasil

Marcela Silva de Araujo¹, Davi Barbosa Pereira de Sousa¹, Viviane Costa Silva¹, João Domingos Scalón¹

¹Departamento de Estatística/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{marcela.araujo1, davi.sousa, viviane.silva6@estudante.ufla.br, scalon@ufla.br}

Palavras-chave: Café, Segmentação, Consumidor.

Os cafés especiais têm se destacado no mercado brasileiro por sua qualidade superior e atributos diferenciados, como aroma, sabor e origem controlada, representando uma alternativa de maior valor agregado. Este estudo teve como objetivo segmentar os consumidores de cafés especiais, identificando perfis latentes de comportamento de compra e relacionando-os às motivações e à valorização de atributos técnicos e sensoriais do produto. Os dados foram coletados por meio de um questionário aplicado a 900 consumidores em diferentes regiões do Brasil, desenvolvido pela Universidade Federal de Lavras (UFLA) e pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), contemplando variáveis como preço, marca, origem, variedade, métodos de processamento, certificações socioambientais e intensidade da torra. A confiabilidade dos blocos do questionário foi confirmada pelo coeficiente alfa de Cronbach, com valores acima de 0,80. Para identificar padrões nos dados, foram aplicadas técnicas multivariadas. A análise de classes latentes (LCA) permitiu identificar quatro perfis distintos quanto às motivações de compra e cinco em relação à valorização dos atributos técnicos e sensoriais. Como complemento, a análise de *clusters* hierárquicos foi utilizada para avaliar a robustez da segmentação, apresentando resultados coerentes com a LCA, embora menos sensível à heterogeneidade latente. A seleção dos modelos da LCA baseou-se no Critério de Informação Bayesiano (BIC), entropia e estatísticas de verossimilhança. Os resultados revelaram grupos de consumidores entusiastas, fortemente orientados à qualidade e aos atributos técnicos, e perfis mais pragmáticos, com maior peso no preço e na marca. Esses achados evidenciam que a demanda por cafés especiais no Brasil é heterogênea, influenciada por fatores econômicos, sensoriais e de sustentabilidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq.

Inferência bayesiana no ajuste do modelo logístico para avaliação da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate

Edilene Cristina Pedroso Azarias¹, Rafaela de Carvalho Salvador¹,
Natiele de Almeida Gonzaga², Edilson Marcelino Silva³, Joel Augusto Muniz¹

¹Departamento de Estatística – Universidade Federal de Lavras (UFLA). Caixa Postal 3037 CEP 37209-000 – Lavras, MG – Brasil

²Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia/FACET - Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Caixa Postal: 364, CEP: 79.804-970 - Dourados, MS – Brasil

³Departamento de Matemática – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) CEP 23890-000 – Seropédica, RJ – Brasil

{edilene.azarias1,rafaela.salvador3, joamuniz}@ufla.br,
natielegonzaga@ufgd.edu.br, edilsonest@ufrrj.br

Palavras-chave: Modelos não lineares, controle, MCMC.

O manejo de plantas daninhas é um desafio na agricultura, especialmente em grandes áreas, onde o uso de herbicidas é comum devido ao baixo custo. A eficácia do controle, no entanto, depende da interação entre a dose aplicada e a resposta das espécies, que geralmente segue um padrão sigmoidal. Modelos não lineares descrevem bem esse comportamento, e a estimação de seus parâmetros fornece informações importantes para decisões de manejo. Este estudo teve como objetivo ajustar um modelo logístico não linear a dados de dose-resposta utilizando a abordagem bayesiana, comparando verossimilhanças com distribuições Normal, *Skew Student-t* e *Student-t*. Foram analisados dados referentes à aplicação do herbicida glyphosate em plantas daninhas *Amaranthus hybridus*, incluindo dois biótipos resistentes e um suscetível. As doses testadas foram: 64D, 32D, 16D, 8D, 4D, 2D, D, 1/2D, 1/4D, 1/8D, 1/16D, além de um controle sem aplicação. Toda a análise foi realizada no software R, utilizando-se os critérios de informação da deviance (DIC) e da densidade preditiva ordenada (CPO). Não foram observadas evidências de não convergência das cadeias. As estimativas dos parâmetros do modelo foram próximas para todas as distribuições avaliadas. A distribuição Normal apresentou o melhor desempenho preditivo em termos de CPO e menor DIC. As distribuições *Student-t* e *Skew Student-t*, apresentam-se como alternativas mais flexíveis para o ajuste de dados de dose resposta de herbicidas. Em relação às plantas daninhas, os biótipos resistentes necessitaram de maiores doses de herbicida para atingir dose a C_{50} , variando de 4946 a 4974 g ha⁻¹, enquanto o biótipo suscetível necessitou, em média, de 233 g ha⁻¹.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Modelagem de Distribuições de Sobrevida no Câncer de Pâncreas: Uma Análise de Fatores Prognósticos e Desempenho de Ajuste Paramétrico.

**Rafael Genaro¹, Melissa Wendy Ribeiro Vicente¹, Geraldo Magela da Cruz¹
Pereira, Daniel Furtado Ferreira¹**

¹Departamento de Estatística/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{rafael.genaro,melissa.vicente3}@estudante.ufla.br,
{geraldopereira,danielff}@ufla.br

Palavras-chave: Saúde, Log-Normal, Censura, Risco de Falha, Regressão.

O presente trabalho teve como objetivo aprofundar a investigação da sobrevida em pacientes com câncer de pâncreas, utilizando dados do Registro Hospitalar de Câncer (RHC) de São Paulo (2020-2024). A amostra, composta por 3.736 pacientes (39,21% de censura), foi submetida a uma análise estatística de múltiplas etapas para identificar os principais fatores prognósticos e determinar o modelo de distribuição de tempo de falha mais adequado. A variável de tempo de falha foi calculada como a diferença em dias entre a Data da última informação do paciente e a Data do diagnóstico. A seleção de covariáveis foi conduzida utilizando o teste de Log-Rank e o método stepAIC sobre um modelo de Cox, resultando na escolha dos seguintes preditores significativos: Código para escolaridade do paciente, Sexo, Categoria de atendimento ao diagnóstico (Convenio, SUS ou Particular), Código de combinação dos tratamentos realizados, Tratamento recebido no hospital = hormonioterapia, e Faixa etária do paciente. A modelagem foi então focada em modelos de cura paramétricos. A comparação entre as distribuições (Exponencial, Weibull, Log-Normal e Gamma) através do Teste da Razão de Verossimilhança e critério AIC indicou a distribuição Log-Normal como a de melhor ajuste aos dados (AIC $\approx$ 31323.76). Conclui-se que o modelo de cura Log-Normal fornece a descrição mais precisa da distribuição de tempo de sobrevida para a coorte estudada, confirmando a urgência e o impacto prognóstico do tratamento adequado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio ao programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária.

Análise de Sobrevivência de Pacientes com Câncer de Útero Metastático: Fatores Prognósticos e Modelagem Paramétrica

MELISSA WENDY RIBEIRO VICENTE¹; RAFAEL GENARO²; GERALDO MAGELA DA CRUZ PEREIRA³; MARCELO ÂNGELO CIRILLO⁴

O câncer de corpo de útero representa um desafio clínico significativo com prognóstico reservado. Este estudo teve como objetivo analisar o tempo de sobrevida e identificar os principais fatores prognósticos em uma coorte de pacientes diagnosticadas com a doença já em estágio metastático.

Foi conduzida uma análise de sobrevida utilizando um banco de dados aberto da Fundação Oncocentro de São Paulo (FOSP), vinculada à Secretaria de Estado da Saúde. Foram consideradas 476 pacientes diagnosticadas com câncer de útero e presença de metástase entre 2020 e 2024. O tempo de sobrevida foi estimado pelo método não paramétrico de Kaplan-Meier. O teste log-rank foi aplicado para avaliar a associação univariada entre variáveis clínicas/demográficas e a sobrevida. Foram ajustados modelos paramétricos (Exponencial, Weibull, Log-normal, Log-logístico e Gama), e o Critério de Informação de Akaike (AIC) foi utilizado para selecionar o modelo com melhor ajuste.

A sobrevida mediana global para a coorte foi de 408 dias. A taxa de censura observada foi de 37%. A análise univariada (log-rank) demonstrou que a idade ($p < 0.001$), o tipo histológico ($p < 0.001$), o tipo de tratamento realizado ($p < 0.001$) e o tempo entre o diagnóstico e o início do tratamento ($p < 0.001$) foram identificados como fatores estatisticamente significativos à sobrevida. Na modelagem paramétrica, a distribuição exponencial apresentou bom ajuste aos dados, o que foi evidenciado pelo TRV e confirmado por métodos gráficos de verificação de ajuste global.

O estudo evidencia o prognóstico desafiador de pacientes com câncer de corpo de útero metastático. Os resultados reforçam que, além de fatores não modificáveis como idade e histologia, o tipo de tratamento adotado é um fator determinante para a sobrevida neste grupo. A identificação da distribuição Exponencial como o modelo adequado fornece uma base metodológica sólida para futuras análises preditivas e para a construção de modelos prognósticos mais acurados para esta população.

Palavras-chave: Neoplasia uterina, Sobrevida, Distribuição Exponencial.

Modelo Logístico para descrever a curva de crescimento de cordeiros Ile de France de parto simples e duplo

Louiziane Ribeiro Carvalho¹, Gabriel Edson Sousa da Silva¹, Maria Vitória Neves¹, Valdeline de Paula Mequelino Ferreira¹, Natiele de Almeida Gonzaga², Joel Augusto Muniz¹

¹Departamento de Estatística/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP: 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia – Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) Caixa Postal 364, CEP: 79804-970 – Dourados, MS - Brasil
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{louiziane.carvalho2, gabriel.silva66, maria.neves5, valdeline.ferreiral}@estudante.ufla.br, natielegonzaga@ufgd.edu.br, joamuniz@ufla.br

Palavras-chave: Modelos não lineares, curva de crescimento, estatística experimental.

O crescimento da ovinocultura de corte acompanha o aumento do consumo da carne influenciada pelo abate de animais jovens que proporcionam carne mais macia e com menor teor de gordura. A raça ovina Ile de France, de origem francesa, destaca-se pelo elevado peso de carcaça e pelo bom desenvolvimento das regiões consideradas nobres, como pernil, lombo e paleta. Modelos não lineares podem ser utilizados para descrever o crescimento animal ao longo do tempo. Existem poucos estudos envolvendo ovinos da raça Ile de France. Nesse sentido, pesquisas que avaliem o desempenho de animais adaptados às condições locais tornam-se fundamentais. O objetivo do estudo foi avaliar a curva de crescimento de cordeiros da raça Ile de France, oriundos de parto simples e gemelar, por meio do ajuste do modelo Logístico. Os dados foram extraídos do estudo de Costa, *et al.* (2022), conduzido no estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 37 cordeiros da raça Ile de France oriundos de parto simples e gemelar. Para descrever a curva de crescimento dos animais foram consideradas as seguintes pesagens: ao nascimento, e aos 30, 120, 160, 190, 220, 250, 280 e, 310 dias. A estimação dos parâmetros dos modelos foi realizada pelo método dos mínimos quadrados, usando o algoritmo de convergência de Gauss-Newton, no software R. A análise de resíduos incluiu testes de normalidade (Shapiro-Wilk), homocedasticidade (Breusch-Pagan) e independência (Durbin-Watson). A qualidade de ajuste dos modelos foi avaliada por meio do Coeficiente de Determinação (R^2). Todas as pressuposições da análise da resíduos foram atendidas e houve um bom ajuste dos modelos, sendo o R^2 de 98,76% para parto simples e 97,81% para parto duplo. Com base nas estimativas dos parâmetros do modelo Logístico observou-se que os cordeiros Ile de France, de parto simples, apresentaram peso máximo de 69 kg e o ponto de inflexão ocorreu aos 89 dias, quando atingiram o peso de 34,5 kg. Para os cordeiros de parto duplo, o peso máximo foi de 56 kg e o ponto de inflexão se deu aos 103 dias, quando atingiram o peso de 28 kg. Cordeiros provenientes de parto duplo tendem a apresentar menor ganho de peso, quando comparado os de parto simples.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Modelos não lineares para descrever o crescimento de frangos da raça Mia no Vietnã

Rafaela de Carvalho Salvador¹, Edilene Cristina Pedroso Azarias¹, Patrick Gustavo Machado de Souza², Momate Emate Ossifo¹, Natiele de Almeida Gonzaga³, Tales Jesus Fernandes¹

¹Departamento de Estatística /ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Recursos Hídricos /ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³ Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia/FACET - Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Caixa Postal: 364, CEP: 79.804-970 - Dourados, MS - Brasil

{rafaela.salvador3, edilene.azarias1, patrick.souza3, momate.ossifo}@
estudante.ufla.br, {natielegonzaga}@ufgd.edu.br
{tales.jfernandes}@ufla.br

Palavras-chave: Curva de crescimento, Gompertz, von Bertalanffy.

O uso de modelos não lineares é uma abordagem eficaz para descrever a curva de crescimento em aves, pois permite interpretar parâmetros biologicamente relevantes e comparar desempenhos entre sexos. O objetivo deste estudo foi identificar o modelo mais adequado para representar a curva de crescimento de galinhas Mia, machos e fêmeas, avaliando os modelos Gompertz, Logístico e von Bertalanffy e, posteriormente, utilizar intervalos de confiança para comparar os parâmetros e investigar a presença de dimorfismo sexual. Foram analisados dados de 224 aves do Centro de Criação da Universidade Nacional de Agricultura do Vietnã, criadas no período de 0 a 20 semanas. A análise de resíduos foi realizada por meio dos testes de Shapiro-Wilk, Durbin-Watson e Breusch-Pagan, considerando nível de significância de 1%. Os resultados revelaram autocorrelação, confirmada pela inspeção visual dos gráficos ACF e PACF, o que justificou o uso de mínimos quadrados generalizados com estrutura AR(1). A comparação dos ajustes, baseada no coeficiente de determinação ajustado, no desvio padrão residual e no critério de informação de Akaike (AIC), mostrou que o modelo de Gompertz foi o mais adequado para os machos, e o de von Bertalanffy para as fêmeas. As estimativas assintóticas indicaram pesos finais de 2.644 g para machos e 2.162 g para fêmeas, com idades médias de inflexão próximas de 9 semanas para os machos e 8 semanas para as fêmeas. O parâmetro relacionado a velocidade de crescimento foi estimado em 0,1533 para os machos e 0,0971 para as fêmeas. A análise por intervalos de confiança mostrou que o dimorfismo sexual está presente apenas no peso assintótico. Esses resultados podem contribuir para estratégias de seleção genética e posicionamento de mercado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Uma aplicação dos modelos lineares generalizados mistos (MLGM) na análise do crescimento do palato e dos ossos dentários das crianças ao longo do tempo

Moisés Lima¹, Marcelo Angelo Cirillo¹

¹Departamento de Estatística/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037, CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil
moises.lima@estudante.ufla.br, macufla@ufla.br

Palavras-chave: Indivíduos, Intercepto aleatório, MLGM, Ao longo do tempo.

O crescimento e desenvolvimento de estruturas anatômicas são processos complexos que ocorrem ao longo do tempo em seres humanos. Compreender essas mudanças e os fatores que influenciam o desenvolvimento é de grande importância em áreas como ortodontia, odontologia e estudos craniofaciais. Este trabalho tem como objetivo analisar o crescimento do palato e dos ossos dentários das crianças ao longo do tempo, avaliando a relação entre a idade, sexo e a distância entre os pontos A e B. Um dos métodos estatísticos amplamente utilizados para analisar dados longitudinais e de medidas repetidas é o modelo linear generalizado misto (MLGM). Esse modelo estatístico é uma extensão dos modelos lineares generalizados (MLGs) e permite lidar com a estrutura hierárquica dos dados, onde as observações estão agrupadas ou repetidas dentro de unidades amostrais, como indivíduos ou grupos (Verbeke, 2000).

Foram ajustados e comparados três modelos: modelo com intercepto aleatório, modelo com intercepto fixo e modelo com efeito do sexo como aleatório e intercepto aleatório. Os resultados indicaram que o modelo com intercepto aleatório, designado por modelo 1, é suficiente, pois teve menor AIC em relação aos outros modelos e foi mais parcimonioso (menos parâmetros). A suposição de que apenas o intercepto varia entre indivíduos é adequada para estes dados. As análises e comparações foram realizadas com o auxílio do software R, ambiente amplamente utilizado em estatística.

Os resultados obtidos evidenciam que a aplicação de métodos estatísticos avançados pode contribuir de forma significativa para investigar os fatores que influenciam no crescimento do palato e dos ossos dentários das crianças ao longo do tempo, contribuindo para um melhor tratamento e acompanhamento dessas crianças.

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária (PPGEE).

Avaliação do Desempenho e Robustez de um Teste Qm para Comparações Múltiplas de Coeficientes de Correlação Independentes

Gabriel Messias Santana Peixoto¹, Rafael Genaro¹, Daniel Furtado Ferreira¹,

¹Departamento de Estatística e Experimentação Agropecuária – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

`gabriel.peixoto@estudante.ufla.br`, `rafael.genaro@estudante.ufla.br`,
`danielfff@ufla.br`

Palavras-chave: Teste de hipóteses, Estatística Multivariada, Estatística Computacional.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o poder estatístico de um teste de comparações múltiplas para coeficientes de correlação em populações independentes. Foi utilizado teste adaptado (Teste Qm) baseado na Transformação Z de Fisher e na distribuição da Amplitude Padronizada de Tukey para controlar o Erro Tipo I em todas as comparações pareadas. A metodologia foi conduzida via Simulação de Monte Carlo (N=10.000 replicações), focando em analisar cenários de variação de tamanho de amostra (n), número de grupos (g) e o tamanho do efeito ($\Delta\rho$) em diferentes regiões da escala ρ . Os resultados confirmaram que o teste Qm controla rigorosamente o Erro Tipo I. No cenário base ($g = 3, n = 50, \rho = 0.3$), a taxa média observada foi de apenas 0.0025, permanecendo baixa (máximo de 0.0031 em cenários extremos), validando a robustez do método. No entanto, a principal descoberta reside na não-linearidade do poder estatístico do teste. O poder do teste é dependente da localização dos coeficientes ρ . Na região central (para ρ moderados $[-0.45, 0.45]$), o poder com $n = 100$ e $\Delta\rho = 0.30$ foi de apenas 0,0129 para detectar uma dada diferença fixa. Já na região de correlações fortes ($\rho \rightarrow \pm 1$), o poder foi significativamente maior: para diferenças próximas $\Delta\rho \approx 0.32$, a região forte/negativa resultou em um poder de 0.3021 sob a mesma condição de cenário da região central. Essa diferença ocorre porque a Transformação Z de Fisher amplia as diferenças entre correlações fortes, tornando-as mais fáceis de serem detectadas pelo teste. Em conclusão, o poder do teste Qm obteve um bom controle da Taxa de Erro Tipo I. No entanto, o planejamento de tamanho amostral para este teste deve ser ajustado, pois a amostra necessária para detectar um efeito na região de correlações moderadas é substancialmente maior do que a amostra necessária para detectar o mesmo efeito na região de correlações fortes, pode-se observar também que, à medida que aumentamos a diferença a ser detectada, o poder do teste cresce substancialmente. Este estudo serve como base para a construção e aprimoramento de métodos eficazes para o teste de coeficientes de correlação.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e ao Programa de Pós-graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária.

Econofísica e Machine Learning: Uma Revisão da Literatura para Análise de Mercados Financeiros

João Carlos Pereira Alves^{1*}

Este estudo, em sua fase exploratória, investiga a interseção entre a Econofísica, que aplica modelos da física estatística para compreender sistemas econômicos complexos, e o Machine Learning (ML), uma robusta abordagem computacional para análise de dados e construção de modelos preditivos. A combinação destas duas áreas apresenta uma fronteira de pesquisa promissora, unindo o rigor teórico dos modelos da Econofísica com a capacidade adaptativa dos algoritmos de ML. Este trabalho inicial tem como objetivo principal conduzir um levantamento bibliográfico sistemático para mapear o estado da arte na interseção entre Econofísica e Machine Learning. Como objetivo secundário, busca-se identificar, a partir da literatura, as metodologias mais promissoras para o desenvolvimento de futuras simulações e análises. A metodologia proposta se concentrará na revisão e classificação de artigos científicos, organizando-os de acordo com a abordagem utilizada, como o uso de ML para calibrar parâmetros de modelos baseados em agentes (ABMs) ou a aplicação de algoritmos para prever séries temporais que exibem fatos estilizados. O resultado esperado é uma síntese organizada do conhecimento atual, que aponte as principais correntes de pesquisa, as lacunas existentes na literatura e os desafios técnicos e teóricos em aberto. A principal relevância deste estudo reside na construção de uma base de conhecimento que subsidie diretamente o desenvolvimento e a validação de futuras aplicações empíricas e modelos híbridos.

Palavras-chave: *Econofísica, Machine Learning, Mercados Financeiros, Revisão De Literatura.*

¹ Departamento de Estatística – Universidade Federal de Lavras

Aplicação da Metodologia Taguchi para Otimização de Processos: Um Estudo de Caso Simulado no Preparo de Café

Giullber Valentim da Silva ¹, Marcelo Angelo Cirillo¹

¹Departamento de Estatística/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

giullber.silva@estudante.ufla.br, macufla@ufla.br

Palavras-chave: Otimização, Delineamento Robusto, Matriz Ortogonal.

Para se destacar no mercado de café, a otimização dos parâmetros de produção é fundamental. A falta de um processo padronizado frequentemente leva a um produto de baixa qualidade, diminuindo sua aceitação pelo consumidor e, consequentemente, a competitividade da marca. Este trabalho demonstra a aplicação do Delineamento Robusto de Taguchi para encontrar uma combinação ótima de parâmetros que melhore a qualidade de uma bebida de café, utilizando um estudo de caso simulado. A simulação focou em quatro possíveis fatores de controle que influenciam no preparo do café, cada um com três níveis sendo Temperatura da Água (90-93-96°C), Granulometria da Moagem (Fina-Média-Grossa), Tempo de Extração (22-27-32s) e Dose de Café (18-20-22g). O experimento foi estruturado com uma Matriz Ortogonal L9(3⁴) para minimizar o número de ensaios necessários. A característica de qualidade para otimização foi o Teor de Sólidos Dissolvidos (TDS), analisada com a Razão Sinal-Ruído (S/N) do tipo Larger-is-Better (Maior é Melhor) para maximizar o desempenho e a robustez do processo, assim como minimizar a variabilidade. A análise dos resultados da simulação indicou que a configuração ótima e robusta é dada pela Temperatura em 93°C (Nível 2), Moagem Fina (Nível 1), Tempo de 27s (Nível 2) e Dose de 22g (Nível 3). A análise de S/N permitiu ranquear a influência de cada fator, com a Moagem e o Tempo apresentando os maiores impactos na consistência do resultado. Conclui-se que a metodologia Taguchi é uma ferramenta estatística eficiente para a otimização de processos, identificando configurações robustas com um número reduzido de experimentos. A implementação de um processo padronizado com parâmetros otimizados, como os encontrados neste estudo, tem o potencial de aumentar significativamente a qualidade e a consistência do produto final, resultando em maior aceitação pelo consumidor, como validado em experimentos de confirmação em estudos análogos.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária (PPGEE).

Modelagem linear da evolução do nitrato em diferentes doses de composto orgânico proveniente de resíduos da produção animal

Vitória Cristina Mendes da Silva¹, Gabriel Edson Sousa da Silva¹, Joel Augusto Muniz¹, Edilson Marcelino Silva²

¹Departamento de Estatística/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Matemática – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) 23890-000 – Seropédica, RJ – Brasil

{vitoria.silva22,gabriel.silva66}@estudante.ufla.br, joamuniz@ufla.br, edilsonest@ufrrj.br

Palavras-chave: Modelo linear múltiplo polinomial, nutrientes, nitrato.

A aplicação de compostos orgânicos provenientes de resíduos da produção animal se destaca como alternativa sustentável para promover a disponibilidade de nutrientes no solo. A dinâmica do nitrogênio (N) mineralizado pode variar conforme a dose aplicada e o tempo de incubação. Objetivou-se com este trabalho analisar, por meio de modelos lineares, a evolução do nitrato ao longo do tempo, ao considerar doses distintas de composto orgânico, destacando o modelo que melhor descreve esse processo. Os dados experimentais utilizados foram extraídos de uma fonte secundária, e se referem às doses de 0 Mg ha^{-1} ; $3,75 \text{ Mg ha}^{-1}$ e 30 Mg ha^{-1} , com medições de nitrato em diferentes períodos de incubação, consistindo em 11 coletas em tempos diferentes e, a análise das amostras feitas em 0, 7, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112 e 126 dias. Toda análise estatística foi feita no *software* R. A princípio ajustou-se um modelo linear múltiplo com interação entre dias e doses. Foram testadas as pressuposições de normalidade, homocedasticidade e independência pelos seus respectivos testes de Shapiro-Wilk, Breusch-Pagan e Durbin-Watson, onde foi constatado autocorrelação dos resíduos. Para correção, utilizou-se GLS com estrutura de correlação AR(1) dentro de cada dose, mas não eliminou a dependência. Assim, ocorreu a inclusão de um termo polinomial para a variável “Dias” resultando em melhor ajuste, reduzindo a autocorrelação, melhorando o coeficiente de determinação (R^2) e apresentando menor valor no Critério de Informação de Akaike (AIC). Dessa forma, conclui-se que o modelo linear múltiplo polinomial mostrou-se mais adequado para descrever essa evolução ao longo do tempo e entre as doses de composto orgânico, além disso, indicou que o acréscimo de dose tende a aumentar a concentração de nitrato.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise de série temporal e previsão para dados de meningite no estado de Minas Gerais entre 2007 a 2024

Maria Vitória Neves^{1,*}, Louiziane Ribeiro Carvalho¹, Daniel Furtado Ferreira², Thelma Sáfiadi²

¹Programa de Pós-Graduação em Estatística e Experimentação Agropecuária –
Universidade Federal de Lavras

²Departamento de Estatística – Universidade Federal de Lavras

*Autor correspondente: maria.neves5@estudante.ufla.br

A meningite, caracterizada pela inflamação das meninges, representa um sério problema de saúde pública devido à sua alta mortalidade e ao risco de complicações graves a longo prazo. O objetivo deste trabalho é analisar a série de casos de meningite no estado de Minas Gerais no período de janeiro de 2007 a maio de 2024 e realizar previsões para os meses de junho de 2024 a dezembro de 2025. Os dados foram obtidos no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), disponível no DATASUS. No período analisado, foram notificados 18.159 casos de meningite. A análise estatística foi realizada no software Gretl. Os resultados indicam que o modelo Autorregressivo Integrado de Média Móvel Sazonal (SARIMA) é o mais adequado para a realização das previsões durante os meses considerados. Os dados evidenciam que a meningite permanece uma preocupação de saúde pública. A introdução das vacinas contribuiu significativamente para a redução dos casos, embora ainda persistam desafios relacionados à prevenção e ao tratamento da doença.

Palavras-chave: Séries temporais; saúde pública; SARIMA.

Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).



FILOSOFIA



DA CONCEPÇÃO DA IMAGINAÇÃO E DO SUBLIME: *Suas implicações na filosofia estética e subjetiva em Kant*

Dionísio Fernando Gongolo¹, Daniel Alves Gilly De Miranda¹, Alexandre Filordi De
Carvalho¹

¹Departamento de Ciências Humanas/DCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

dionisio.gongolo@estudante.ufla.br, daniel.miranda@ufla.br,
alexandrefilordi@ufla.br

Palavras-chave: Imaginação. Razão. Belo. Sublime. Sensibilidade.

O trabalho examinou a concepção kantiana da imaginação e do sublime, destacando suas implicações para a estética e para a constituição da subjetividade. O objetivo foi analisar o papel da imaginação na *Crítica da Faculdade do Juízo*, investigando como Kant diferenciou o sublime do belo e como articulou a tensão entre razão e sensibilidade. O problema norteador da investigação foi: “Qual foi a função da imaginação na experiência do sublime e de que modo está contribuiu para elucidar a relação entre razão e sensibilidade?” A experiência estética, em Kant, não se limitou à contemplação harmônica do belo, vinculada ao livre jogo entre imaginação e entendimento. O belo, segundo Kant, expressou a harmonia entre imaginação e entendimento, proporcionando prazer desinteressado e universalizável. Por outro lado, o sublime evidenciou os limites da imaginação diante das ideias da razão, constituindo uma categoria que desafiou as capacidades da imaginação ao confrontá-la com tais ideias. O sublime envolveu uma experiência paradoxal, marcada pela combinação de angústia e admiração diante do ilimitado. Nessa dinâmica, a imaginação desempenhou um papel central como faculdade mediadora, revelando tanto os limites da sensibilidade quanto a abertura para o supracensível. O artigo desenvolveu-se em três eixos principais: (i) a análise da concepção kantiana de estética, beleza e sublime; (ii) a reflexão sobre a função da imaginação e do entendimento na experiência estética; e (iii) a relação entre arte, gênio e liberdade criadora. A abordagem foi bibliográfica e hermenêutica, centrada na leitura crítica da *Crítica da Faculdade do Juízo* (2026) e em comentadores contemporâneos. Diante disso, o estudo contribuiu para a compreensão da experiência estética e de sua relevância não apenas para a filosofia, mas também para a psicologia, a literatura e as artes.

Agradecimentos: Os autores agradecem pela concessão de bolsa pela FAPEMIG e pelo apoio financeiro prestado ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia pela CAPES.

Da dúvida à verdade: A Refutação do Ceticismo em Agostinho de Hipona em *Contra os acadêmicos*

Ferdinando de Paula Martins¹

¹Faculdade de Educação, Linguagens e Ciências Humanas/ FAELCH- Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

ferdinando.martins1@estudante.ufla.br

Agostinho de Hipona (354–430 d.C.), em meio a suas incertezas, foi influenciado por diferentes correntes filosóficas. Essas experiências, entretanto, tornaram-se fundamentais para sua investigação, pois a refutação de muitos de seus conceitos serviu de base para a formulação de sua teoria do conhecimento. Nesse percurso, destaca-se a obra *Contra os Acadêmicos*, escrita em forma de diálogo, na qual Agostinho não apenas apresenta uma crítica mais madura e consistente em comparação com seus escritos anteriores, mas também utiliza o método dialógico como instrumento de investigação em sua busca pela verdade. No âmbito dessa busca pela verdade e pela sabedoria, ganha relevância sua refutação às teses dos filósofos céticos da Nova Academia, que defendiam a impossibilidade de alcançar o conhecimento verdadeiro. A análise do texto agostiniano mostra que sua crítica ao ceticismo se concentrou em dois conceitos centrais: a verossimilhança e o probabilismo, os quais revelam a necessidade de não se admitir algo como existente sem o devido assentimento racional. Contudo, observa-se que o objetivo dos céticos, ao recorrer a esses conceitos, não era propriamente negar a existência da verdade ou da sabedoria, mas resguardar os verdadeiros ensinamentos de Platão. Assim, em *Contra os Acadêmicos*, Agostinho manifesta seu ideal filosófico: a aspiração à sabedoria e a inseparabilidade da busca pela verdade, que se realiza plenamente na vida feliz do indivíduo. Além disso, a crítica ao ceticismo abre espaço para a formulação de uma concepção positiva de conhecimento, fundamentada na certeza interior e no acesso à verdade imutável, noção que, mais tarde, será aprofundada em sua filosofia cristã por meio da doutrina da iluminação divina.

Palavras chave: Ceticismo, verdade, sabedoria, Agostinho, vida feliz

CRISE DO CUIDADO DENTRO DA REPRODUÇÃO SOCIAL: UM CONCEITO EM NANCY FRASER

Heidi Mara Ribeiro Oliveira¹

¹Departamento de Ciências Humanas/DCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

heidi.oliveira@estudante.ufla.br¹

Abstract: *This article aims to understand how care, seen as a dimension of social reproduction, is theorized by philosopher Nancy Fraser, and how the author transforms the issue of care into a strategic point of criticism of contemporary capitalism. This article focuses on highlighting the concept of the “crisis of care” in the author’s work. Capitalism generates structural imbalances between economic production and social reproduction, undermining its own conditions of sustainability. The crisis of care is part of a larger, multidimensional, and structural crisis of capitalism. Overcoming it requires not only the valorization of care, but above all, a profound social transformation capable of associating the dimensions of production and reproduction in a fair and sustainable way.*

Keywords: *Nancy Fraser, Care crisis, Social reproduction, Capitalism, Critical theory.*

Resumo: *Este artigo tem o objetivo de compreender de que maneira o cuidado, visto como uma dimensão da reprodução social, é teorizado pela filósofa Nancy Fraser, e como a autora transforma a questão do cuidado em um ponto estratégico de uma crítica ao capitalismo contemporâneo. Este artigo tem como foco evidenciar o conceito de “crise do cuidado” na obra da autora. O capitalismo gera desequilíbrios estruturais entre a produção econômica e reprodução social, minando suas próprias condições de sustentabilidade. A crise do cuidado é parte de uma crise maior, multidimensional e estrutural do capitalismo. A sua superação requer não apenas a valorização do cuidado, mas, acima de tudo, uma transformação social profunda e que seja capaz de associar de forma justa e sustentável as dimensões da produção e da reprodução.*

Palavras-chave: *Nancy Fraser, Crise do cuidado, Reprodução social, Capitalismo, Teoria crítica.*

INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é estudar a evolução do conceito “crise do cuidado” proposto por Nancy Fraser. Inicialmente, partiremos da análise do artigo “*Contradictions of Capital and Care*¹”, publicado em 2016, que posteriormente foi revisado, sendo republicado em 2017, na forma de ensaio, intitulado “*Crisis of Care? On the Social-Reproductive Contradictions of Contemporary Capitalism*”.

Após isso, passaremos para o livro publicado em 2018, em coautoria com Rahel Jaeggi, cujo título é: “*Capitalismo em debate: uma conversa na teoria crítica*”, onde serão examinados os assuntos que vão de encontro com o tema da crise do cuidado. Por último, estudaremos, o livro “*Capitalismo Canibal*” (2022), onde Fraser, no capítulo “*Devorador de cuidados: por que a reprodução social é um grande campo da crise capitalista*”, traz à discussão sobre a questão da reprodução social e a crise do cuidado.

Com isso, espera-se que, ao final deste estudo, seja possível uma noção mais clara relativa ao que se entende por “crise do cuidado” dentro da reprodução social. Contudo, é importante ressaltar que este artigo não propõe uma análise exaustiva do tema, limitando o estudo apenas ao exame das três obras citadas no parágrafo acima.

Assim, este artigo será dividido em três seções: a primeira seção estudará os artigos publicados entre 2016 e 2017. A segunda seção será dedicada ao estudo do tema no livro “*Capitalismo em Debate: Uma Conversa na Teoria Crítica*” de 2018, e na terceira seção, estudaremos o conceito presente no livro “*Capitalismo Canibal*” de 2022. Considerando a proposta deste estudo, este itinerário mostra-se necessário para que possamos compreender com mais clareza, o conceito de crise do cuidado.

SEÇÃO 1 - ENTRE AS CONTRADIÇÕES SOCIORREPRODUTIVAS E A CRISE DO CUIDADO

Nesta seção estudaremos o artigo “*Contradictions of Capital and Care*²”, publicado em 2016 na *New Left Review*, que foi republicado em 2017, em forma de ensaio intitulado “*Crisis of Care? On the Social-Reproductive Contradictions of Contemporary Capitalis*³”.

Para a autora, a “crise do cuidado” representa uma questão importante, demandando discussões públicas, como a que foi iniciada pela historiadora Ruth Rosen

¹ Será utilizada a tradução do artigo feita por José Ivan Rodrigues Sousa Filho, publicada na revista *Princípios: Revista de Filosofia*, Natal, v. 27, n. 53, mai./ago. 2020.

² Será utilizada a tradução do artigo feita por José Ivan Rodrigues Sousa Filho, publicada na revista *Princípios: Revista de Filosofia*, Natal, v. 27, n. 53, mai./ago. 2020.

³ Será utilizada a tradução de Juliana Penna, no livro “*Teoria da Reprodução Social: Remapear a Classe, Recentralizar a Opressão*”, publicado em 2023 pela editora Boitempo.

em 2007⁴, por expor a intensa pressão que o capitalismo exerce sobre a capacidade social, especialmente sobre as mulheres, no que diz respeito às atividades de gerar e educar os filhos, cuidados domésticos, ou seja, manter as conexões “familiares” fora do ambiente de trabalho.

Fraser entende que a crise do cuidado está longe de ser compreendida apenas como somente uma questão focada no “cuidado” em si. Essa discussão abrange muito mais do que apenas uma dimensão do cuidado, vez que a reprodução social⁵ está fortemente entrelaçada a esta crise, conforme sugere a seguinte passagem:

Historicamente, esses processos de “reprodução social” foram e continuam a ser representados como trabalho das mulheres, embora também os homens sempre tenham desempenhado uma parte dele. Tal trabalho, constituído tanto de labor afetivo como de labor material e frequentemente realizado sem paga, é indispensável para a sociedade. Sem ele, não poderia haver qualquer cultura, qualquer economia, qualquer organização política (Fraser 2016, p. 262).

Dessa forma, sem o trabalho realizado por mulheres dentro da esfera da reprodução social, o sistema capitalista não consegue se sustentar, mesmo sendo esses cuidados negligenciados pelo capitalismo financeirizado, o que acarreta na “crise do cuidado”. Contudo, essa crise do cuidado não se trata de uma questão isolada, pois, ao contrário, possui um aspecto dinâmico, englobando também vertentes ecológicas, econômicas e políticas, não ficando dessa forma, restrita apenas a uma crise localizada, pois: “toda forma de sociedade capitalista abarca uma tendência profundamente arraigada à crise ou à contradição sociorreprodutiva” (Fraser 2017, p. 47)

Logo, diante desse cenário, Fraser argumenta que a “crise dos cuidados” constitui uma expressão das contradições sociorreprodutivas do capitalismo financeirizado, ou seja, a sociedade capitalista dissocia a reprodução social da produção econômica, gerando tensões entre as duas esferas que juntas formam a sociedade em si. Assim, a reprodução social é compreendida como sendo a parte que abrange o trabalho não remunerado realizado por mulheres e a produção econômica corresponde à seção que é paga, tendo como representante o trabalho realizado por homens.

Por outro lado, para a autora, nenhuma sociedade capitalista pode subsistir sem o trabalho da reprodução social, pois a reprodução está associada aos processos que asseguram a persistência da vida social, englobando tanto a renovação da força de trabalho quanto as relações que a sustentam. Conforme explicitado por Fraser

⁴ No artigo intitulado “*The Care Crisis*”, a historiadora Rosen (2007) faz uma conceitualização do que ela entendia por “crise do cuidado” dentro da sociedade americana.

⁵ Para Fraser, o conceito de reprodução social ocupa uma posição fundamental em sua análise das estruturas sociais atuais e em sua interlocução com o feminismo, o marxismo e a teoria crítica. Fraser enfatiza que a reprodução social é comumente executada por mulheres, frequentemente de maneira não remunerada ou mal remunerada, e tende a ser desvalorizada nas sociedades capitalistas.

(2016/2017), existe uma contradição entre esses dois elementos constitutivos da sociedade capitalista, a saber, a produção econômica e a reprodução social.

Isso acontece porque a produção econômica não possui autossuficiência, dependendo da reprodução social para se sustentar, o que impõe que a acumulação de capital a longo prazo esteja condicionada à reprodução social. Entretanto, caso a produção econômica se amplie devido à acumulação de capital, poderá haver um desequilíbrio na reprodução social da qual depende e ao mesmo tempo renega, configurando uma contradição de onde se fundamenta a crise do cuidado. Esta contradição é fundamental para entender a crise do cuidado, uma vez que:

[...] não está localizada dentro da economia capitalista, mas na fronteira que simultaneamente separa e conecta produção da reprodução. Nem intraeconômica nem intradoméstica, trata-se de uma contradição *entre* esses dois elementos constitutivos da sociedade capitalista. (Fraser, 2017, p. 49)

Assim, a contradição existente entre os dois elementos, ou seja, produção e reprodução, que conjuntamente formam a sociedade capitalista, gera a acumulação desenfreada de capital, resultando num desequilíbrio da balança, vez que compromete as condições necessárias para sua própria existência, levando à percepção de que “a acumulação de capital realmente come seu próprio rabo” (Fraser, 2019, p. 266).

Nesse sentido, o sistema capitalista passou por transformações ao longo da sua história, que ocorreram em períodos de crises. Nesses períodos, as “lutas de fronteira”⁶ revelaram-se tão essenciais para o modelo capitalista quanto as lutas de classes, possuindo a capacidade de provocar alterações no contexto capitalista estabelecido. Esse fenômeno pode ser observado na transição do capitalismo competitivo do século XIX para o capitalismo regulado pelo Estado do século XX, que posteriormente deu lugar ao capitalismo financeirizado. A propósito:

[...] historicamente, a contradição social do capitalismo constituiu uma vertente importante da crise precipitadora de cada virada, tendo em conta que a fronteira que separa a reprodução social da produção econômica emergiu cada vez, como um campo e um marco fundamental de luta. Em cada caso, a ordem dos gêneros da sociedade capitalista foi contestada, e o resultado dessa contestação dependia de alianças forjadas entre os principais polos de um movimento triplo: mercadorização, proteção social, emancipação. Essas dinâmicas propeliu a virada, primeiro, das esferas separadas para o salário com o que se consegue manter uma família, e depois, para a família de dois ganhadores de dinheiro. (Fraser, 2016, p. 283)

Assim, considerando a fase contemporânea do capitalismo, caracterizada pelo capitalismo financeirizado, observa-se que sua reprodução social inclui uma família

⁶ Termo mencionado no artigo “Behind Marx’s Hidden Abode, for an Expanded Conception of Capitalism”, publicado em 2014, que foi traduzido por Mayra Cotta e Miguel Patriota e publicado pela Revista Direito & Práxis: Rio de Janeiro, v. 6, n. 10, p. 704-728, 2015.

composta por dois provedores, o que significa que homens e mulheres desempenham papéis no mercado de trabalho. Este modelo se revela problemático no âmbito do cuidado, mas, vai além, porque diz respeito à crise na qual a sociedade capitalista contemporânea vive, ou seja, uma crise geral, não focalizada apenas em determinados âmbitos da sociedade. Consequentemente, essa tendência à crise que o capitalismo sempre teve, na atualidade, está mais acentuada devido a questões climáticas.

Os trabalhos da autora entre 2016 e 2017, longe de apresentar uma solução para a crise do cuidado, ao contrário, trouxeram outras questões, tão pertinentes quanto à aqui estudada, como a destruição da natureza e as consequências negativas do uso indiscriminado dos recursos naturais pelos detentores de capital. Fraser entende que, para uma possível solução dessa crise geral, seria necessária uma profunda transformação social.

Porém, isso não deixa de ser problemático, já que haveria a necessidade de se reinventar uma nova ordem de distribuição entre produção e reprodução social. Dessa forma, a crise do cuidado, transformada numa crise de maior amplitude, será discutida na seção seguinte, onde Fraser e Rahel Jaeggi abordam este tópico dentro da reprodução social no capitalismo.

SEÇÃO 2 - PARA ALÉM DE UMA CRISE DO CUIDADO: O CAMINHO PARA UMA CRISE GERAL

No livro *‘Capitalismo em debate: uma conversa na teoria crítica’* de 2018, Fraser e Jaeggi, debatem o capitalismo na ótica da teoria crítica. Conforme apresentado na seção anterior, a questão associada à “crise do cuidado”, segundo Fraser, ultrapassa e transcende a dimensão do cuidado, conferindo-lhe a característica de “uma crise geral”⁷.

Assim, em sua concepção do capitalismo⁸, esse sistema transcende meramente a perspectiva econômica, por incidir nas dimensões sociais, políticas e ambientais. Por isso, o entendimento de que o capitalismo diz é uma: “ordem social institucionalizada que abriga múltiplas tendências de crise” (Fraser, 2018, p. 12). Considerando que o capitalismo se apoia em desigualdades sociais, exploração do trabalho e na deterioração ambiental, essa perspectiva ampliada possibilita a análise do capitalismo sob diferentes formas de dominação, incluindo gênero, raça e sexualidade.

Essa compreensão do capitalismo possibilita a formulação conceitual e crítica do vasto espectro das tendências de crise, onde a reprodução social é o foco central. Por

⁷ Engloba “vertentes econômica, ecológica e política, vertentes todas que tanto se entrecruzam como se exacerbam mutuamente” (Fraser, 2016, p. 262).

⁸ Para uma maior compreensão do tema acerca da abordagem ampliada do capitalismo, ver o artigo “Behind Marx’s hidden abode: for an expanded conception of capitalism” de Fraser (2014) *New Left Review*, v. 86, p. 141-159, que oferece uma compreensão mais profunda do tema da abordagem ampliada do capitalismo.

isso, o cuidado é uma função fundamental na reprodução social, sendo crucial para a preservação da vida humana e para o funcionamento do capitalismo.

Contudo, o capitalismo financeirizado, entende a reprodução social como algo invisível, desvalorizado e desmerecido, constituindo uma contradição, pois o capitalismo não se mantém unicamente pela produção econômica visível, mas também pelas esferas invisíveis. Assim, as autoras expandem o conceito de capitalismo e ampliam suas perspectivas sobre a reprodução social, conforme demonstrado na seguinte passagem:

[...] entendo a reprodução social de modo bastante amplo. Ainda assim, o ponto que quero salientar aqui diz respeito à maneira bastante específica com que a reprodução social é institucionalizada na sociedade capitalista. Diferentemente do que ocorria em sociedades anteriores, o capitalismo institui uma divisão entre reprodução social e produção de mercadorias. A separação entre elas é fundamental ao capitalismo – é, de fato, um artefato dele. Como muitas feministas enfatizaram, essa divisão é inteiramente marcada por gênero, com a reprodução associada às mulheres e a produção, aos homens. (Fraser, 2018, p. 62)

Ao afirmar que a separação entre produção e reprodução é um artefato histórico, as autoras consideram que tal divisão não representa uma condição natural da realidade, pois essa divisão evoluiu, manifestando-se de diversas maneiras ao longo da trajetória do desenvolvimento capitalista.

O capitalismo que se estabeleceu ao final das duas Grandes Guerras no século XX, exemplifica a transformação da reprodução social, que anteriormente era de cunho privatizado, passando aos serviços e bens públicos, passando o sistema capitalista a ser gerido pelos Estados. Por isso, com a ascensão do neoliberalismo, observa-se um reinício da privatização de determinados serviços, conforme apontado nesta passagem:

Ao exigir contenção de gastos públicos ao mesmo tempo que recruta mulheres de forma massiva para trabalhos mal pagos no setor de serviço, ele remapeia as fronteiras institucionais que separavam a produção de mercadorias da reprodução social. Como resultado, o neoliberalismo está reconfigurando a ordem de gênero da sociedade capitalista. Igualmente importante, ele está transformando a reprodução social num dos principais pontos críticos de uma crise capitalista no presente período. Sustento que todas as sociedades capitalistas tendem à crise sociorreprodutiva (Fraser, 2018, p. 64).

Desta forma, a crise do cuidado é gerada, quando o Estado reduz suas políticas públicas⁹, que compreendem subsídios necessários para que haja suporte,

⁹ É possível ilustrar, no contexto das políticas públicas nacionais, o Sistema Único de Saúde (SUS), que estabelece como diretrizes a prevenção, a promoção e a reabilitação da saúde de maneira gratuita e universal, assim como as instituições de ensino públicas que disponibilizam educação básica até o nível

desenvolvimento e manutenção da vida em sociedade. Na falta de políticas públicas direcionadas ao apoio familiar, as famílias acabam se sobrecarregando, uma vez que o mercado explora a força de trabalho, dificultando o atendimento às necessidades dos cuidados domésticos, prejudicando não apenas a reprodução social, mas também a operação do sistema capitalista, que depende dessa estrutura invisível, mas fundamental de cuidados para funcionar corretamente.

Portanto, podemos considerar que produção e reprodução constituem duas dimensões da mesma realidade, sendo uma dependente da outra e que nenhuma delas adquire significado isoladamente, conforme se observa na relação entre economia e política, ou natureza e sociedade. Na medida em que o capitalismo financeirizado terceiriza os custos da reprodução social, transferindo a responsabilidade para pessoas e comunidades, resulta em carga excessiva de trabalho, considerando que as famílias frequentemente são compostas por dois provedores.

Consequentemente, uma família pertencente à classe trabalhadora ou à classe média, e que inclua em sua composição indivíduos idosos, crianças ou pessoas com alguma necessidade especial, enfrenta dificuldades que são agravadas pela redução dos serviços públicos do Estado.

Assim, todos os esforços voltados para a sustentação dessas famílias se concentram no trabalho remunerado, que, diante do aumento da carga horária laboral e das reduções dos serviços públicos estatais, o capitalismo financeiro restringe a reprodução social ao ponto de colapso, gerando uma crise multidimensional, impactando não somente a economia, mas também as estruturas sócio-política, como podemos perceber na passagem abaixo:

[...] os efeitos dessa pressão em todo um conjunto de estratégias confusas, que visam transferir o trabalho do cuidado para outros. Há, por exemplo, “redes globais de cuidado” amplamente discutidas, por meio das quais trabalhadoras dos países do centro, que estão com dificuldades, descarregam o trabalho reprodutivo em migrantes de regiões pobres (muitas vezes mulheres racializadas), que deixam as próprias famílias sob os cuidados de mulheres ainda mais pobres, que precisam, por sua vez, fazer o mesmo, e assim por diante. Longe de resolver “a crise do cuidado”, esse arranjo o desloca do Norte global para o Sul global, incluindo os países que eram comunistas, e introduz uma organização dual do trabalho de cuidado, tornado mercadoria para aqueles que podem pagá-lo e privatizado para aqueles que não podem, com alguns nessa segunda categoria realizando trabalho reprodutivo para aqueles na primeira em troca de (baixos) salários (Fraser, 2018, p. 143).

Dessa maneira, as abordagens da "rede global de cuidado" tendem a deslocar sua responsabilidade pelo cuidado, em vez de efetivamente solucionar a crise, ou seja,

superior. No contexto da assistência social, é possível mencionar o Bolsa Família e o BPC (Benefício de Prestação Continuada), que asseguram uma renda mínima e proteção social a famílias em condições de vulnerabilidade.

os trabalhadores do “Norte” enfrentam dificuldades pela sobrecarga de trabalho e, consequentemente, transferem essas responsabilidades a migrantes ou imigrantes, muitas vezes mulheres negras e pobres. Essas mulheres, por sua vez, deixam suas próprias famílias sob os cuidados de outras mulheres que se encontram em condições ainda mais precárias, o que resulta em um ciclo complicado de ser rompido.

Fraser, ao apresentar o ciclo complexo e vicioso, considera que esse sistema não expõe o problema principal, mas, em vez disso, realiza apenas uma realocação geográfica, convertendo assim o cuidado em um produto comercializado, passível de ser adquirido conforme o poder aquisitivo dos indivíduos, evidenciando de forma intensa a desigualdade e a privatização do cuidado, favorecendo aqueles que possuem recursos financeiros e podem arcar com seus custos, ao mesmo tempo que explora aqueles que não dispõem desses recursos¹⁰, podendo ser interpretado como uma canibalização do cuidado.

Consequentemente, a crise do cuidado ultrapassa a dimensão do cuidar, englobando outras crises, como a ecológica e a política, que igualmente integram a esfera reprodutiva da sociedade. No livro *Capitalismo em debate: uma conversa na teoria crítica*, a atenção recai sobre as contradições que surgem nas esferas da produção e da reprodução, abordando os temas da crise do cuidado, ecológica e política. Contudo, é na obra *Capitalismo canibal* que Fraser se aprofunda na análise das esferas que compõem a reprodução social e que são canibalizadas pelo capitalismo, tema abordado na seção seguinte.

SEÇÃO 3 - CANIBALIZANDO AS ESFERAS DAS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS

Conforme indicado anteriormente, esta parte se concentrará em analisar de que maneira o cuidado foi absorvido pelo capitalismo financeirizado, utilizando para isso a obra “*Capitalismo Canibal*”, de 2022. Neste livro, Fraser critica o capitalismo que privilegia o lucro em prejuízo do cuidado, considerado uma necessidade essencial, transformando-o em produto, passível de exploração comercial.

Assim, a concepção de canibalização do cuidado refere-se ao modo como o sistema econômico incorpora e esvazia o valor intrínseco do cuidado, levando à sua precarização e desvalorização, convertendo-o em instrumento de exploração. A obra que foi redigida antes da pandemia da covid-19, conforme mencionado no epílogo¹¹,

¹⁰ Este assunto foi trabalhado por Marcia Leite no artigo “O trabalho de cuidado e a reprodução social: entre o amor, o abuso e a precariedade”, publicado pela revista Contemporânea, v. 13, n. 1, p. 11-32, Jan.–Abr. 2023

¹¹ Logo no início do epílogo, a autora relata que “A maior parte deste livro foi escrita antes do surgimento da Covid-19. Nos anos pré-pandêmicos, quando eu estava desenvolvendo a concepção ampliada de capitalismo, concentrei-me na elaboração de diversos “terrenos ocultos” que permitem a acumulação de capital na economia oficial. [...] O surto de Covid-19 oferece uma demonstração didática desses entrelaçamentos. No momento em que escrevo, em abril de 2022, a pandemia é o ponto onde todas as contradições do capitalismo canibal convergem: onde a canibalização da natureza e do trabalho de cuidado, da capacidade política e das populações periferizadas se fundem em uma farra letal. Verdadeira orgia de disfunção capitalista, a Covid-19 estabelece, sem dúvida nenhuma, a necessidade de se abolir esse sistema social de uma vez por todas” (Fraser, 2022, p. 171)

discute os assuntos que estão em consonância com os problemas globais vivenciados durante os anos seguintes a 2022.

Fraser aduz que a sociedade estudada, apresenta significativa tendência a crises inexistentes em outras épocas do capitalismo. Esse capitalismo financeirizado ou neoliberal, descrito como canibal, possui tendências em provocar crises sociais abrangentes, que progressivamente afetam tanto a vida produtiva quanto a reprodutiva de forma ampla, como descrito nesta passagem:

O capitalismo canibal, portanto, é um sistema ao qual devemos a presente crise. Verdade seja dita: é um tipo raro de crise, em que múltiplos ataques de voracidade convergiram. O que enfrentamos, graças a décadas de financeirização, não é “apenas” uma crise de desigualdade desenfreada, precarização e baixos salários. Nem é uma “mera” crise do cuidado ou da reprodução social ou “só” uma crise de migração e violência racializada. Não é “simplesmente” uma crise ecológica em que um planeta cada vez mais quente expele pragas letais, tampouco “somente” uma crise política de sucateamento de infraestruturas, aumento do militarismo e proliferação de tiranos. Ah, não, a coisa é pior: trata-se de uma crise generalizada de toda a ordem social em que todas essas calamidades convergem, exacerbando-se entre si e ameaçando nos engolir por inteiro (Fraser, 2022, p. 17).

Ao empregar o termo canibal, a autora procura mostrar de forma contundente a transformação do capitalismo, considerando que a própria palavra evoca uma conotação relevante, apontando para diversas direções. Entretanto, sua intenção subjacente é alertar sobre a progressiva trajetória em direção a um caminho irreversível, no qual tanto a humanidade, quanto o planeta, tornam-se os principais itens deste capitalismo canibal. Em suas palavras:

“[...] a metáfora do canibalismo oferece diversos caminhos [...] para uma análise da sociedade capitalista [...] nos convida a ver essa sociedade como um grande banquete institucionalizado, onde o prato principal somos nós” (Fraser 2022, p. 16).

Essa mensagem, gera críticas e provocações, pois o núcleo da crítica de Fraser ao capitalismo financeirizado refere-se a um sistema que, além de explorar o trabalho, também consome suas próprias fundações reprodutivas, tanto humanas quanto naturais, que viabilizam a sua sobrevivência. O que devemos frisar também é que essa tendência a canibalização atravessa toda a história do capitalismo.

No terceiro capítulo, que se intitula “Devorador de cuidados: por que a reprodução social é um grande campo da crise capitalista”, Fraser trata justamente da “calamidade do cuidado”¹², uma vez que, dos artigos publicados entre 2016 e 2017, a autora tem abordado essa crise relacionada ao cuidado, contudo, não se limitou a isso,

¹² Fraser, 2022, p. 71

porque essa crise abrange outras esferas da reprodução, conforme estudado anteriormente.

Dessa forma, essa calamidade relacionada ao cuidado representa uma manifestação relativa à contradição reprodutiva intrínseca do capitalismo financeirizado. Contudo, para uma superação, é necessária, reformas específicas e uma transformação radical da sociedade, conforme explicado nesta passagem:

[...] as atuais tensões sobre o cuidado não são acidentais, mas têm raízes estruturais profundas em nossa atual ordem social [...] Não obstante, a presente crise da reprodução social indica que há algo podre não só na atual forma do sistema, como na sociedade capitalista *per se*. Não só o neoliberalismo, mas o próprio capitalismo precisa ser transformado (Fraser, 2022, p. 72).

Consequentemente, o sistema reprodutivo social enfrenta dificuldades devido à prestação insuficiente dos serviços de saúde pública, incapaz de atender à demanda, resultando no abandono de idosos e na sobrecarga dos profissionais da saúde. Ademais, há a precarização dos educadores, que não recebem os subsídios necessários do Estado, seja por falta de recursos ou má gestão.

Outro ponto observado é a sobrecarga do trabalho doméstico não pago, que recai sobre as mulheres. Essas profissionais, que exercem atividades laborais fora do lar para aumentar a renda familiar, constituindo parte da fração produtiva (remunerada) da sociedade, ainda fazem esforços na esfera reprodutiva (não remunerada). Embora essas circunstâncias decorram de uma administração política inadequada, os sinais de sobrecarga e esgotamento da reprodução social evidenciam a presença de elementos consistentes que indicam que tais fenômenos refletem uma contradição estrutural intrínseca ao capitalismo. Nesse sentido:

[...] cada forma da sociedade capitalista abriga uma profunda contradição social ou tendência à crise: por um lado, a reprodução social é uma condição de fundo necessária para a acumulação sustentada de capital; por outro, o ímpeto de acumulação ilimitada do capitalismo o leva a canibalizar as próprias atividades reprodutivas sociais de que depende. Essa contradição social do capitalismo está na raiz da nossa chamada crise do cuidado. Embora seja inerente ao capitalismo como tal, ela assume uma aparência diferente e distintiva em cada forma historicamente específica da sociedade capitalista. Os déficits do cuidado que vivenciamos hoje são a forma que essa contradição assume na atual fase financeirizada do desenvolvimento capitalista (Fraser, 2022, p. 72)

A existência social requer diversas ações que assegurem a continuidade da dignidade humana, como alimentação, educação e segurança. Essas ações que são desempenhadas por mulheres de forma invisível, formam o que se refere à reprodução social, ou seja, elas sustentam os indivíduos e viabilizam o funcionamento da economia produtiva. Sem esse trabalho, não existe força laboral; sem a reprodução, não há produção.

No capitalismo financeirizado, caracterizado pelo domínio do setor financeiro, pela desregulamentação dos mercados e retração dos Estados, essas contradições apresentam contornos cada vez mais nítidos de uma crise geral que se torna progressivamente mais aguda, como demonstrado na passagem abaixo:

O colapso de sistemas públicos já enfraquecidos convergiu com outra contradição estrutural da sociedade capitalista, centrada na reprodução social. Sempre parte da dieta básica do capital, o trabalho de cuidado foi engolido com voracidade nos últimos anos. O mesmo regime que desinvestiu na infraestrutura pública de cuidado também fez sindicatos quebrarem e forçou a queda dos salários, obrigando o aumento das jornadas de trabalho remunerado por família, inclusive o das principais cuidadoras. Descarregando o trabalho de cuidado nas famílias e comunidades ao mesmo tempo em que desviava as energias necessárias para realizá-lo, o neoliberalismo transformou a tendência inerente do capital de desestabilizar a reprodução social na calamidade aguda do cuidado. (Fraser, 2022, p. 174)

Considerando que o capitalismo financeirizado, juntamente com a redução das políticas públicas promovidas pelo Estado, favorece privatizações nos setores da saúde e da educação, transferindo a responsabilidade pelo cuidado para as mulheres, conforme mencionado. Isso gera uma precarização generalizada do trabalho, tornando a reprodução social complicada e onerosa, fato que se agravou durante a pandemia da covid-19.

Assim, a calamidade relacionada ao cuidado discutida na obra *Capitalismo Canibal* deve ser entendida como um reflexo das falhas do neoliberalismo e uma expressão da tendência inerente do próprio capitalismo; isto é, existe uma dificuldade estrutural em harmonizar a lógica do lucro com a manutenção da vida. Por isso, a crise do cuidado não pode ser considerada como um evento acidental, mas como indicativo de uma condição mais ampla e sistêmica, impactando todos os aspectos da vida reprodutiva.

Embora essa contradição entre produção e reprodução tenha persistido em todas as fases do capitalismo, ela manifesta-se de maneiras diversas em cada contexto histórico. Um exemplo pode ser observado no capitalismo fordista¹³, no qual a reprodução social foi, em partes, incorporada pelo estado de bem-estar.

Mesmo que essa configuração apresentasse assimetrias e dependesse das divisões sexuais no trabalho, na atual etapa de financeirização, a crise se revela como um déficit de atenção, resultante de colapsos nas redes de apoio social, como fica evidente na passagem abaixo:

¹³ Esta questão está presente no subtópico “Fordismo e o salário familiar”, que faz parte do livro “Capitalismo Canibal” (2022, p. 81); bem como em outros trabalhos realizados pela autora, como exemplo do artigo “Behind Marx’s Hidden Abode, for an Expanded Conception of Capitalism”, publicado em 2014, que foi traduzido por Mayra Cotta e Miguel Patriota e publicado pela Revista Direito & Práxis: Rio de Janeiro, v. 6, n. 10, p. 704-728, 2015.

O advento da Covid também intensificou esse componente da crise, despejando novas e importantes tarefas de cuidado sobre famílias e comunidades, sobretudo mulheres, que ainda realizam a maior parte do trabalho de cuidado não remunerado. No *lockdown*, o cuidado e a educação das crianças passaram para as casas das pessoas, deixando essas cargas, acumuladas sobre outras, para pais e mães em espaços domésticos confinados e inadequados para esses fins. Muitas mulheres com emprego acabaram pedindo demissão para cuidar dos filhos e de outros familiares, enquanto muitas outras foram demitidas por seus empregadores (Fraser, 2022, p. 175).

Logo, o capitalismo canibal demonstra capacidade para devorar sua própria estrutura de sustentação, ao se beneficiar e incentivar a viabilidade do trabalho invisível. Isso intensifica a desigualdade de gênero, elevando o custo da reprodução da vida, fato que se tornou evidente com a pandemia. Nesse sentido, a mudança de responsabilidades no período de *lockdown* evidenciou que a vida cotidiana está baseada em uma rede de assistência que o capitalismo pressupõe, mas não mantém. Isso ocorre porque, entre as famílias, o peso do cuidado recai sobre as mulheres, evidenciando a persistência de uma divisão sexual de trabalho que é histórica e estrutural.

As demissões ocorridas nesse período, envolvendo um número considerável de mulheres, evidenciam uma verdade invisível e perturbadora: o mercado de trabalho se fundamenta na premissa de um trabalhador do sexo masculino, que permanece desvinculado das responsabilidades relacionadas ao cuidado, como se a reprodução social fosse uma incumbência exclusivamente feminina. Longe de ser um debate superado, a crise do cuidado dentro das representações sociais ganha cada vez mais contornos de uma crise geral. Isso foi denunciado pela autora nos artigos de 2016 e 2017, estudados na seção 1, podendo ser visto como um prelúdio do que aconteceu durante a pandemia.

É indiscutível que o capitalismo necessita de uma reconfiguração capaz de assegurar condições dignas de sobrevivência da humanidade. Aliás, Fraser (2022) menciona que a reinvenção de um novo modelo produtivo, que respeite a reprodução social e ofereça garantias de produção que não induzam à exaustão do trabalhador, é uma questão distinta, necessitando de um aprofundamento significativo. Dessa forma, para que um diagnóstico possa ser efetivamente desenvolvido, serão necessários extensos estudos sobre esse tema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Numa entrevista realizada em 2024¹⁴, Fraser caracterizou a crise como “multidimensional”, indicando que ultrapassa a mera desintegração econômica. Para ela, a crise é um problema estrutural da ordem social capitalista, impactando simultaneamente diversas esferas da vida social. A crise emerge quando há uma

¹⁴ Entrevista concedida a Vivancos-Sánchez, intitulada: Crise multidimensional: reprodução social, ecologia e geopolítica. Entrevista com Nancy Fraser, que foi publicada na revista Pikara Magazine em 02-06-2024

desarmonia entre essas esferas sociais. Entretanto, o capitalismo, fundamentado na lógica da acumulação infinita de valor, costuma subordinar tais práticas a uma racionalidade econômica que as desmerece.

A reprodução social, apesar de ser essencial, é abordada como algo que não requer valorização ou proteção direta. Assim, o sistema consome suas próprias bases de sustentação, conduzindo a sociedade a uma crise reprodutiva. A crise no âmbito do cuidado, exacerbada pela pandemia de Covid-19, evidenciou o que já se encontrava enraizado nas estruturas sociais, entretanto, frequentemente é desconsiderada a intensa dependência das sociedades capitalistas em relação ao trabalho de cuidado não remunerado, principalmente realizado por mulheres.

O isolamento domiciliar, a falta de políticas públicas efetivas e a pressão adicional exigida das famílias, em especial das mulheres, evidenciaram a fragilidade da estrutura social voltada para a reprodução da vida. Esse panorama não se configura apenas como um reflexo de uma crise sanitária, mas também como uma expressão de contradição mais ampla entre as exigências capitalistas e as condições imprescindíveis para a dignidade humana. A superação dessa crise requer uma transformação profunda, não se limitando à valorização do cuidado, mas igualmente às estruturas de organização social, econômica e política. Assim, o cuidado se estabelece como o fundamento da vida comunitária, necessário para uma sociedade que almeja ser justa e sustentável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES, CNPq e FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

- Bhattacharya, T. (org.) (2023). Teoria da reprodução social: remapear a classe, recentralizar a opressão. Tradução de Juliana Penna. São Paulo: Editora Elefante, 2023.
- Bressiani, N. Nancy Fraser. (2024) Blogs de Ciência da Universidade Estadual de Campinas: Mulheres na Filosofia. [Edição eletrônica]; v. 7, n. 4, pp. 1-17; 2024. Disponível em: <https://www.blogs.unicamp.br/mulheresnafilosofia/nancy-fraser/>. Acesso em 02 de maio de 2025.
- Boff, L.(2025) O cuidado essencial: princípio de um novo *ethos*. Revista IBICT - Inclusão social, Brasília- DF; v.1, n.1, p.28-35, out./mar. 2005. Disponível em: <https://revista.ibict.br/inclusao/article/download/1503/1689?inline=1#:~:text=Cuidado%20significa%2C%20ent%C3%A3o%2C%20desvelo%2C,outro%20com%20desvelo%20e%20solicitude>. Acesso em 26 de junho de 2025.
- Fraser, N. (2023) *Crise do cuidado? Sobre as contradições sociorreprodutivas do capitalismo contemporâneo* In Teoria da reprodução social: remapear a classe, recentralizar a opressão. Org. Tithi Bhattacharya. Tradução de Juliana Penna. São Paulo: Editora Elefante, 2023.

- _____. (2024). CAPITALISMO CANIBAL: como nosso sistema está devorando a nossa democracia, o cuidado e o planeta e o que podemos fazer a respeito disso. Tradução: Aline Scatola. São Paulo: Autonomia literária, 2024.
- _____. (2015) Behind Marx's hidden, for an Expanded Conception of capitalism. *New Left Review*, v.86. Revista Direito & Práxis: Rio de Janeiro, v. 6, n. 10, p. 704-728, 2015. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/revistaceaju/article/view/15431/11726>. Acesso em 26 de julho de 2025.
- _____. (2020) Contradições entre capital e cuidado. Princípios: Revista de Filosofia (UFRN), [tradução de SOUSA FILHO, J. I. R. de], v. 27, n. 53, p. 261–288, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/principios/article/view/16876>. Acesso em: 28 de maio de 2025.
- _____; Jaeggi, R (2020). CAPITALISMO EM DEBATE: uma conversa na teoria crítica. Tradução: Nathalie Bressiani. São Paulo: Editora Boitempo, 2020.
- _____; e Spano, A (2021). Interregno estadunidense. Entrevista de Nancy Fraser a Alessandra Spano (tradução de Nicole Herscovici). Cadernos de Filosofia Alemã: Crítica e Modernidade. v. 26, n. 1, p. 165-173, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2318-9800.v26i1p165-173>. Acesso em 30 de junho de 2025.
- Guimarães, Nadya Araujo. (2024) *A “CRISE DO CUIDADO” E OS CUIDADOS NA CRISE: REFLETINDO A PARTIR DA EXPERIÊNCIA BRASILEIRA*. Revista Sociologia e Antropologia - Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 1-22, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2238-38752024V1418>. Acesso em: 26 de junho de 2025.
- Leite, M. (2023) O trabalho de cuidado e a reprodução social: entre o amor, o abuso e a precariedade. Revista contemporânea: Campinas-SP. v. 13, n. 1, p. 011-032. Jan./Abr. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/2316-1329.2023001>. Acesso em: 25 de junho de 2025.
- Rosen, Ruth. (2007) The care crisis. The Nation Magazine, Nova York; fev./ mar. 2007. Disponível em: <https://www.thenation.com/article/archive/care-crisis/>. Acesso em 15 de junho de 2025.
- SÁ DOS REIS, Edson (2024). Capitalismo, pandemia e a ética do cuidado. Perspectivas, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 106–123, 2024. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/perspectivas/article/view/15708>. Acesso em: 29 de junho de 2025.
- Vivancos-Sánchez, C. (2024). Crise multidimensional: reprodução social, ecologia e geopolítica in Pikara Magazine; 02-06-2024. Tradução CEPAT. Disponível em: <https://ihu.unisinos.br/categorias/640243-crise-multidimensional-reproducao-social-ecologia-e-geopolitica-entrevista-com-nancy-fraser>. Acesso em: 26 de junho de 2025

EDUCAÇÃO E ESTÉTICA DA EXISTÊNCIA: FOUCAULT E A PRODUÇÃO DE SUBJETIVIDADES POTENTES

Lucas Henrique de Figueiredo¹

¹Faculdade de Educação, Linguagens e Ciências Humanas/ FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal CEP 3037-37200-000 – Lavras, MG – Brasil

lucas.figueiredo2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Foucault; processos de subjetivação; educação.

O presente trabalho investiga as possibilidades de pensar a educação como um campo ético-estético de resistência e de produção de subjetividades potentes, à luz do pensamento de Michel Foucault (1926–1984). O objetivo é compreender de que modo a “caixa de ferramentas” foucaultiana, isto é, seu arcabouço teórico-metodológico, pode contribuir para repensar a educação, evidenciando suas potencialidades enquanto espaço de produção de novos modos de existência. Trata-se de uma pesquisa teórico-analítica, desenvolvida a partir da leitura sistemática e da interpretação crítica das obras e dos cursos ministrados por Foucault. Parte-se da hipótese de que a escola, ao mesmo tempo em que constitui um dos dispositivos centrais da governamentalidade moderna e produz subjetividades flexíveis e ajustadas às demandas do neoliberalismo, é também um espaço de emergência de práticas de liberdade e de reinvenção de si. Para sustentar essa hipótese, mobiliza-se o pensamento de Foucault, compreendendo que seu projeto filosófico tem como pedra angular a noção de “ontologia crítica de nós mesmos”, voltado a diagnosticar as formas históricas pelas quais somos produzidos como sujeitos. Assim, os três grandes eixos de seu pensamento, arqueologia, genealogia e ética-estética, possuem em comum a ontologia histórica do sujeito, e se diferenciam pela maneira como Foucault compreende a constituição dessa ontologia. A partir disso, o trabalho propõe acompanhar os desdobramentos destes três eixos sob a tríade poder, liberdade e sujeito, evidenciando a dimensão agonística que atravessa essa relação. Os resultados teóricos indicam que toda relação de poder pressupõe liberdade, e é nesse entrelaçamento ontológico que se produz o sujeito, simultaneamente efeito e resistência do poder. Longe de ser somente efeito das estratégias de poder, o sujeito é também um espaço de dobra, no qual se produzem novos modos de vida em oposição àqueles que o oprimem e o instrumentalizam. Nesse horizonte, a educação é pensada como um espaço privilegiado para a produção de linhas de fuga e novos modos de (re)existência. Pensar a educação à luz da estética da existência significa concebê-la como uma experiência ética e política, voltada ao cuidado de si e dos outros e à produção de modos de vida potentes. Conclui-se que o pensamento foucaultiano nos oferece não somente um diagnóstico do presente, mas também uma via de resistência e invenção, transformando a educação em um espaço de prática inventiva de si, onde se produzem novos modos de aprender, ser, pensar e (re)existir.

Agradecimentos: O autor agradece o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A ordem e a desordem: o conflito teológico-filosófico no diálogo *Sobre a ordem* de Agostinho de Hipona

André Salatiel dos Santos

¹Departamento de Ciências Humanas/FAELCH – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

andre.santos5@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Ordem, mal, Agostinho de Hipona.

Esta comunicação tem como objetivo apresentar uma breve explanação da discussão filosófica presente no diálogo *Sobre a ordem* de Agostinho de Hipona, sobretudo, no que diz respeito ao livro I,6,15; I,6,16 e I,7,17. O problema filosófico ali estabelecido tem como fundamento teórico a aparente contradição que se estabelece da afirmação de Agostinho e de seus interlocutores Trígécio, Licêncio, Alípio e Mônica em afirmarem a existência de uma ordem reguladora para todos os eventos do cosmo em um mundo onde a desordem (mal) também se manifesta. Segundo a definição de ordem estabelecida por Licêncio, pode-se compreender a ordem como sendo o modo pelo qual todas as coisas foram criadas por Deus sendo que não há nada que não tenha sido criado por Ele. No entanto, tudo que acontece nesse mundo deve ou deveria ser necessariamente bom. Diante disso, os interlocutores têm a necessidade de refletir se não há nada que seja contrário à ordem, pois, caso haja, a definição posta por Licêncio de que todas as coisas estariam ordenadas seria problemática e consequentemente refutada.

É nesse cenário que o problema do mal será colocado em discussão, pois, uma vez que o mal se encontra presente no mundo, cabe saber se ele está ou não incluído na ordem. Ora, a ordem sendo um bem por ter sido criada por Deus não poderia, ao que parece, incluir os males. Por detrás deste problema supostamente simples, esconde-se um debate que pode ser reformulado seguindo dois pressupostos paradoxais: 1) Caso assumam a ideia de que os males estão contidos na ordem, consequentemente, ela (ordem) não poderá ser considerada um bem; o que refutaria a ideia de que tudo que Deus cria é bom. Além do mais, tal pressuposto tomaria Deus com a causa não só dos bens, mas também dos males. 2) Em contrapartida, se aceitarem o pressuposto de que os males não estão contidos na ordem, logo, a definição posta por Licêncio seria problemática, pois nem todas as coisas estariam contidas na ordem como havia afirmado.

Não obstante, Agostinho e seus interlocutores se dedicam a examinar em que medida seria possível correlacionar o argumento da ordem e do mal sem incorrer em contradições, pois o processo de inteligibilidade sobre a noção de ordem coloca em questão a existência dos males. Ora, assim como é da ordem que os males não estejam contidos nela por ser um bem, é próprio dos males não estarem contidos na ordem. Ou seja, há uma ordem que trata de regular tanto aquilo que diz respeito à ordem quanto ao que diz respeito aos males. Se assim for, percebe-se que tanto a ordem quanto os males estão contidos em ordem reguladora, o que faz com que a discussão retome o problema filosófico inicial: Os males estão ou não contidos na ordem?

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG.

A CIÊNCIA E A ARTE NOS TRÓPICOS DA VIRTUDE: ROUSSEAU E A CORRUPÇÃO DOS TRAJES

Alanys Martins Orozimbo¹

¹Programa de Pós-Graduação em Filosofia –Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

alanys.martins2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Rousseau; virtude; ciência; arte; moralidade.

O presente artigo propõe uma reflexão crítica sobre a denúncia formulada por Jean-Jacques Rousseau quanto ao caráter corrompido do progresso das ciências e das artes e suas consequências morais, conforme desenvolvida no *Discurso sobre as ciências e as artes* (1750). Longe de aderir ao otimismo iluminista que via no avanço do conhecimento a via de emancipação humana, Rousseau inverte a lógica dominante ao afirmar que o desenvolvimento intelectual e artístico não conduz à virtude, mas à degeneração dos costumes e à escravidão disfarçada sob a aparência da civilização. A célebre máxima segundo a qual “nossas almas se corromperam à medida que nossas ciências e nossas artes se aperfeiçoaram” expressa a crítica rousseauiana à hipocrisia social e ao culto das aparências, denunciando o saber como um instrumento de dominação e distinção.

Tal perspectiva não representa apenas uma censura moral, mas um questionamento radical da própria ideia de progresso. Rousseau compreende que o homem moderno, ao buscar o reconhecimento público e o refinamento cultural, converte a razão em mecanismo de autodecepção: quanto mais conhece, mais se distancia de si mesmo. As ciências e as artes, que deveriam ilustrar o espírito, tornam-se dispositivos de alienação e desigualdade, pois reforçam a dependência do olhar alheio e o predomínio da vaidade sobre a autenticidade.

A metáfora dos “trajes” ilustra o mascaramento da verdade pela forma, o predomínio da aparência sobre a substância moral. Nela, Rousseau identifica o processo pelo qual o verniz da cultura recobre a corrupção interior, instaurando uma sociabilidade fundada na dissimulação e na conveniência. O traje civilizado é, portanto, o emblema da decadência moral, uma segunda pele que sufoca a transparência da alma natural.

Neste horizonte interpretativo, sustenta-se que Rousseau não recusa o saber em si, mas a subordinação do conhecimento a fins de prestígio e poder. Sua crítica antecipa uma genealogia da razão instrumental: ao diagnosticar que o progresso técnico não garante progresso moral. Conclui-se que a “corrupção dos trajes” simboliza a perda da autenticidade e da liberdade interior diante de um mundo que confunde civilização com virtude. Assim, a atualidade de Rousseau reside em seu alerta contra o fascínio pela aparência e pela técnica, cuja promessa de aprimoramento humano encobre, em verdade, a persistência da desigualdade e da alienação.

Agradecimentos

A autora agradece o apoio financeiro da agência FAPEMIG.

A existência de Deus e a superação do mal pelo livre arbítrio na filosofia de Santo Agostinho.

Iago Nunes Cipriani

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA - UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Palavras-chave: subordinação, responsabilidade moral, criação.

Área do trabalho: Filosofia Medieval

A investigação sobre o problema do mal ocupa lugar central no pensamento de Agostinho de Hipona, cuja formulação tornou-se decisiva para a tradição cristã ocidental. Entre o declínio da filosofia pagã e a consolidação do cristianismo, Agostinho dialogou com correntes como o estoicismo, o maniqueísmo e o neoplatonismo, mas, encontrou na fé católica e na razão filosófica, os fundamentos para sua síntese sobre a liberdade.

O livro II do *De libero arbitrio voluntatis*, revela-se crucial, pois, concentra os argumentos racionais sobre a prova da existência de Deus e sobre a natureza do livre-arbítrio. Agostinho sustenta que a liberdade é um bem concedido por Deus, ainda que possa ser mal utilizada, e a vincula à ordem justa do cosmos. Uma relação entre fé e razão emerge como princípio metodológico: a fé impulsiona a razão na busca pelo conhecimento, enquanto a razão confirma e aprofunda o conteúdo da fé. Nesse sentido, a célebre máxima “*Nisi credideritis, non intelligetis*” (Is 7,9) estrutura a epistemologia agostiniana, segundo a qual crer é condição para compreender e compreender é a realização do crer.

O percurso filosófico conduz Agostinho à formulação do princípio de subordinação, segundo o qual o superior age sobre o inferior, de modo que a Verdade divina ilumina a razão humana. Essa hierarquia culmina na noção de unidade e nos números como realidades imutáveis e universais, reflexo da eternidade divina. Assim, o problema do mal não se reduz a sua origem, mas integra uma reflexão abrangente sobre liberdade, justiça e Verdade. A obra de Agostinho, portanto, articula fé e razão em uma síntese que permanece fundamental para a filosofia e a teologia, ao propor uma resposta racional e espiritual à questão do mal.

Agradecimentos:

O autor agradece o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



FÍSICA



Caracterização de Nanomateriais do tipo Hidróxidos Duplos Lamelares (HDL)

Patricia Afonso Barbosa¹, Raphael Longuinhos Monteiro Lobato¹, Jairo Tronto³,
Leônidas Carrijo Azevedo Melo², Jenaina Ribeiro-Soares¹

¹Departamento de Física/DFI, ²Departamento de Ciência do Solo/DCS

Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Química/DEG – Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Viçosa, MG – Brasil

{patricia.barbosa2,jenaina.soares,raphael.lobato,leonidas.melo}@ufla.br,
jairotronto@gmail.com

Palavras-chave: Nanomateriais, materiais 2D, HDL.

Os Hidróxidos Duplos Lamelares (HDL's) são formados por dois cátions metálicos, divalente e trivalente, em camadas duplas de uma estrutura lamelar. Entre as camadas do metal são encontrados ânions, como nitratos, sulfatos ou carbonáceos. Os HDL's são provenientes da brucita, ou argila mineral, feita principalmente de $Mg(OH)_2$ [1]. A nanoestrutura do HDL, a retenção de diversos cátions metálicos em suas camadas, os grupos hidroxila -OH em sua superfície, entre outros aspectos, propõem aplicações para os HDL's em áreas como catalisadores, suporte de catalisadores, eletrodos, adsorventes e transporte de medicamentos [2]. Conhecer suas propriedades físicas e químicas são essenciais para otimizar o seu uso em diversas aplicações. Para tanto, este trabalho tem por objetivo caracterizar um grupo de sete amostras de um nanomaterial do tipo HDL, compostas por Mg, diferentes entre si no processo de síntese, utilizando a Espectroscopia Raman e a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS). Com a Espectroscopia Raman, laser de 785 nm, foram identificados os grupos funcionais presentes em cada amostra e observado que os espectros possuem picos diferentes, indicando possivelmente a mudança de um grupo funcional entre camadas superficiais das amostras, a morfologia estrutural obteve-se com o MEV, e com o EDS a composição elementar das amostras com Mg.

[1] A.A. Altalhi et al. Recent advances in layered double hydroxide (LDH) - based materials: fabrication, modification strategies, characterization, promising environmental catalytic applications, and prospective aspects. Energy Adv, (2024).

[2] Wijitwongwan, R.; Intasa-ard, S.; Ogawa, M. Preparation of Layered Double Hydroxides toward Precisely Designed Hierarchical Organization. ChemEngineering 2019, 3, 68. <https://doi.org/10.3390/chemengineering3030068>

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Cidades Fractais

Hudson Vinícios Tavares Mineiro¹, Fabiano Lemes Ribeiro¹

¹Departamento de Física (DFI) – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

hudson.mineiro@estudante.ufla.br, fribeiro@ufla.br

Palavras-chave: População, Infraestrutura, Fenômenos Urbanos.

Área do trabalho: Física (Pós-graduação em Física - PPGFIS)

Utilizando leis de escala aplicadas em sistemas urbanos é possível relacionar o tamanho populacional das cidades com variáveis socioeconômicas, comportamentais e físicas. Elas tornam possível que se realize um planejamento urbano mais otimizado com base em uma melhor compreensão do comportamento da economia urbana. Melhorar o nosso entendimento da origem dessas relações de lei de potência nos ajudará a utilizá-las de forma mais eficiente em aplicações práticas e a pesquisar mais profundamente suas propriedades. Neste trabalho foram encontrados valores de expoentes básicos para variáveis espacialmente distribuídas a partir de relações geométricas fractais fundamentais em cidades. Demonstrado, por exemplo, que a rede de ruas e a população apresentam padrões fractais, que indicam a existência de uma dinâmica não linear governando o comportamento destes padrões

Agradecimentos

Os autores agradecem pelo apoio financeiro fornecido pela CAPES.

Máquina Térmica Quântica acionada pelo efeito magnetoelástico de um dímero de Heisenberg de spin 1/2

Eduardo W. B. Souza¹, Moises Rojas², Onofre Rojas³

¹Mestrando em Física, do Programa de Pós-Graduação em Física, DFI/UFLA

²Co-orientador, Departamento de Física (DFI/UFLA)

³Orientador, Departamento de Física (DFI/UFLA)

{eduardosouza, moises.leyva, ors}@ufla.br

Palavras-chave: Dímero de Heisenberg, Magnetoelástico, Função de Partição, Spin.

O presente trabalho tem como objetivo investigar o comportamento de um dímero de Heisenberg de spin 1/2 sob acoplamento magnetoelástico, analisando os efeitos de um campo magnético externo e suas implicações na operação de máquinas térmicas quânticas. e busca compreender como as interações entre os graus de liberdade magnéticos e vibracionais influenciam as propriedades termodinâmicas do sistema.

O modelo teórico foi desenvolvido separando-se as contribuições fonônicas e magnéticas, permitindo descrever o acoplamento spin-fônon e as correções energéticas decorrentes. A parte fonônica foi tratada como um oscilador harmônico quântico, enquanto a parte magnética considerou o modelo XXZ com anisotropia e campo magnético externo. A diagonalização do Hamiltoniano magnetoelástico forneceu os autovalores e autovetores correspondentes aos estados singletos e tripletos, possibilitando caracterizar as modificações dos níveis energéticos em função das deformações da rede.

A partir da função de partição total, obtida pelo produto das contribuições fonônica e magnética, foram determinadas grandezas termodinâmicas como energia interna, entropia e capacidade térmica. Essas quantidades permitirão modelar e comparar o desempenho dos ciclos quânticos de Carnot e Otto, onde espera-se que no Ciclo de Carnot a eficiência seja limitada apenas pela razão entre as temperaturas das fontes quente e fria, enquanto no ciclo de Otto espera-se que haja maior sensibilidade ao acoplamento spin-fônon e aos parâmetros magnéticos,

Espera-se que com os resultados seja comprovada a integração entre os efeitos fonônicos e magnetoelásticos, essencial para a compreensão da operação de motores e refrigeradores quânticos baseados em dímeros magnéticos, e que a análise também forneça subsídios para o estudo de correlações quânticas, como o emaranhamento térmico.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

NANOFIBRAS DE ÁLCOOL POLIVINÍLICO COM PONTOS QUÂNTICOS DE CARBONO OBTIDAS POR FIAÇÃO A SOPRO

**Daiane Beatriz Costa¹, Julio César Ugucioni¹, Alexandre Alberto Chaves Cotta¹,
Juliano Elvis de Oliveira², Alfredo Rodrigues de Sena Neto²**

¹Departamento de Física/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

daiane.costal@estudante.ufla.br, julio.ugucioni@ufla.br

Os pontos quânticos de carbono (PQCs) são uma classe de nanomateriais fluorescentes que têm propriedades como fotoluminescência, alta solubilidade, baixa toxicidade e biocompatibilidade favorável. Essa classe têm atraído diversos estudos devido suas promissoras aplicações, em biomedicina, sensores, células solares e fotocatalise, entre outros. Enquanto, o poli (álcool vinílico) é um polímero solúvel em água e semi-cristalino obtido a partir da hidrólise controlada de poli(acetato de vinilo) (PVAc). O PVA tem uma boa estabilidade química e térmica, não é tóxico e biocompatível com um vasto espectro de aplicações.

O objetivo deste trabalho é a obtenção de PQCs encapsulados em nanofios de PVA. Para isso, os PQCs serão preparados por meio do processo hidrotérmico. Este método, sendo *bottom-up*, é amplamente empregado, que é mais comum para sintetizar PQCs derivados da biomassa, devido conter água abundante, sendo assim, as moléculas orgânicas e polímeros que constituem a biomassa apresentam excelente solubilidade em água e apresenta baixo custo.

As nanofibras serão obtidas por meio da técnica de fiação a sopro, conhecida como Solution Blow Spinning (SBS), que permite a produção de nanofios com diferentes concentrações de pontos quânticos de carbono (PQCs). A SBS é uma técnica simples e rápida para a obtenção de nanofibras, utilizando uma corrente de ar pressurizado como força motriz para a formação das fibras. Essa técnica apresenta vantagens em relação à eletrofiação, como a eliminação da necessidade de um campo elétrico. O fluxo de ar em alta velocidade utilizado na SBS facilita a evaporação do solvente, resultando na produção de fibras secas.

Os resultados preliminares são a espectroscopia UV-Vis e de emissão dos PQCs, que nos permite analisar sua absorbância da luz e o seu espectro de emissão. Como perspectiva deste trabalho, espera-se obter PQCs encapsulados nas nanofibras e explorar suas possíveis aplicações.

Palavras-chave: Solution Blow Spinning, ácido cítrico, propriedades ópticas.

Agradecimentos: UFLA, CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Química de Buracos Negros

Winicius Bueno¹

¹Departamento de Física/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

winicius.bueno2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Termodinâmica de Buracos Negros, Buracos Negros AdS, Transições de Fase.

Na década de 70, os trabalhos pioneiros de Bekenstein e Hawking estabeleceram os fundamentos para uma compreensão mais profunda da natureza dos Buracos Negros (BNs). A termodinâmica de Buracos Negros foi essencial para demonstrar que estes objetos astronômicos possuíam propriedades termodinâmicas além de sua massa, carga e momento angular. Ao considerar a conservação da energia e as leis da termodinâmica clássica, Bekenstein demonstrou que a entropia de um Buraco Negro é proporcional à área do horizonte de eventos. Posteriormente, incorporando efeitos quânticos, Hawking revelou que um buraco negro irradia partículas, exibindo uma temperatura que depende diretamente da gravidade de superfície (κ) no horizonte de eventos.

Anos mais tarde, um novo marco para o entendimento dos BNs surgiu com a observação de que, em espaços Anti-de Sitter (AdS) – que apresentam uma constante cosmológica (Λ) negativa –, a ação de Λ poderia ser interpretada como uma variável termodinâmica: a pressão. Dessa forma, em espaços AdS, buracos negros de Schwarzschild, por exemplo, exibem uma temperatura que depende tanto da massa M quanto de Λ . Essa abordagem sugere que qualquer constante dimensional, nesse contexto, pode ser interpretada como uma variável termodinâmica, dando a compreensão dos buracos negros como sistemas termodinâmicos análogos aos da termodinâmica clássica.

Com a introdução de Λ como uma variável termodinâmica, a análise da energia livre de Gibbs de um Buraco Negro revela um comportamento de fases. De acordo com as transições de Hawking-Page, sob pressão constante, um buraco negro pode exibir transições de fase de segunda ordem entre os estados de radiação livre, Buraco Negro Pequeno (SBH) e Buraco Negro Grande (LBH). Além disso, Buracos Negros carregados podem apresentar transições de primeira ordem entre essas fases, com um comportamento análogo ao de fluidos de Van der Waals.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Vidros fosfatos funcionalizados com pontos quânticos: Desafios no crescimento e aplicações em tecnologias ópticas e fotônica.

Donizete Lopes Pereira¹, Saulo de Tácito Silveira Santos¹, Emelly Souza Queiroz¹, Jefferson Esquina Tsuchida¹

¹Departamento de Física/DFI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

donizete.pereiral@estudante.ufla.br, saulo.santos@estudante.ufla.br,
emelly.queiroz@estudante.ufla.br, jefferson.tsuchida@ufla.br

Palavras-chave: Vidros fosfatos, tratamento térmico, QDs de CdSe.

Os vidros fosfatos têm recebido significativa atenção em diversos estudos científicos devido às suas propriedades ajustáveis, que os tornam potencialmente valiosos para diversas áreas tecnológicas. Entre suas características destacam-se: baixa temperatura de fusão, alta resistência à cristalização, transparência óptica elevada e possibilidade de síntese por métodos simples e de baixo custo. Graças a essas propriedades, os vidros fosfatos são utilizados em segmentos como óptica, fotônica e biomedicina. Recentemente, estudos sobre formação de QDs na matriz de vidros fosfatos tem sido objeto de pesquisa. Particularmente, a formação de QDs de CdSe nesse tipo de matriz vítrea tem se mostrado promissora para várias aplicações tecnológicas, como: óptica, fotônica, células solares, sensores de temperatura, dentre outras. Como existe poucos estudos sobre a formação desse tipo particular de QD em vidros fosfatos, isso justifica pesquisas mais aprofundadas sobre esse nanomaterial especificamente nessa matriz vítrea. Para essa pesquisa foram preparadas amostras para o sistema vítreo metafosfato $(1-z)[0,475\text{Zn}(\text{PO}_3)_2 + 0,475\text{NaPO}_3 + 0,05\text{Al}(\text{PO}_3)_3] + z[\text{CdO} + \text{ZnSe}]$ com $z=0,015; 0,02; 0,03; 0,04$ em mol %. Cada componente foi pesado em balança de precisão juntamente com os precursores para a formação dos QDs de CdSe (CdO e ZnSe), sendo fundidos conjuntamente a 1200°C por 20min. Para as amostras obtidas pretende-se fazer DSC para determinar a temperatura de transição vítrea T_g e a seguir fazer o tratamento térmico para a formação dos QDs de CdSe. Após o tratamento térmico pretende-se fazer as seguintes caracterizações para verificar a formação dos QDs na matriz vítrea: Espectroscopia Raman, UV-vis, Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e Fotoluminescência.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio da FAPEMIG por meio dos projetos (APQ-01401-22, RED-00046-23 e APQ-00197-24).

Utilização do Interferômetro de Fabry-Pérot como Melhoria de Resolução de um Sensor Óptico de Índice de Refração

Silva, L.D.C.³, Carvalho, J.G.M.³, Marques, F.A.M.², Cotta, A. A. C.², Marques, L.S.², Osório, J. H.², Tsuchida, J. E.¹

¹Departamento de Física – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037

CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Laboratório Multiusuário de Óptica e Fotônica – LaMOF

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Programa de Pós-Graduação em Física - ICN - Universidade Federal de Lavras, MG -
Brasil

{luiz.silva42, joao.carvalho17}@estudante.ufla.br, {flavio.marques,
alexandre.cotta, leomarmarques, jonas.osorio,
jefferson.tsuchida}@ufla.br}

Palavras-chave: Fabry-Perot, Sensor Óptico, Índice de refração.

O Interferômetro de Fabry-Perot (FPI) é um ressonador óptico de alta precisão, constituído essencialmente por duas superfícies refletoras paralelas que formam uma cavidade ressonante, chamada de cavidade de Fabry-Perot. O meio que preenche a cavidade, seja o ar ou outro material, influencia diretamente o comportamento da luz. O FPI opera com base na interferência de múltiplos feixes. A luz que entra na cavidade é refletida diversas vezes entre as duas superfícies. A cada reflexão, uma parte da luz é transmitida, e a luz que emerge do dispositivo é a superposição de todos esses feixes transmitidos e o resultado é um espectro característico composto por picos bem definidos. Em aplicações de sensoriamento com fibra óptica, uma configuração comum é a de cavidade extrínseca (EFPI). Neste tipo de configuração, a cavidade ressonante é formada externamente à fibra que guia a luz. Tipicamente, utiliza-se a própria face da fibra como o primeiro refletor e uma superfície paralela externa como o segundo refletor, criando um "gap". No contexto deste trabalho, a configuração de fabry-Perot é empregada para aumentar a resolução de um sensor de índice de refração baseado em uma estrutura SMS (Single-Mode - Multimode - Single-Mode). Estruturas SMS são sensíveis a variações no índice de refração externo, que modula a interferência intermodal na fibra multimodo. No entanto, o espectro resultante dessa interferência geralmente apresenta picos e vales largos, o que limita a resolução da medição. Ao integrar uma cavidade Fabry-Perot na ponta do sensor SMS, cria-se uma estrutura híbrida. O espectro resultante é uma superposição, no qual as franjas de alta resolução do Fabry-Perot ficam inscritas dentro do envelope espectral gerado pela estrutura SMS.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Fibra Óptica como plataforma para sensoriamento de deslocamento axial via estrutura impressa em 3D e padrões de speckle

**G. L. da Silva¹, E. D. da Silva¹, F. A. M. Marques¹, A. A. C. Cotta¹, J. E. Tsuchida¹,
D. C. Fuzatto¹, L. S. Marques¹, J. H. Osório¹**

¹Departamento de Física/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{gabriel.silva57, enzo.silva3}@estudante.ufla.br,
{alexandre.cotta, flavio.marques, jefferson.tsuchida, diego.fuzatto, leoma
rmarques, jonas.osorio}@ufla.br

Palavras-chave: Sensoriamento, Fibra óptica, Speckle, Impressão 3D.

As fibras ópticas se mostram excelentes plataformas para sensoriamento devido às suas características únicas de guiamento e, ao serem integradas com a tecnologia de impressão 3D, é possível desenvolver sensores para diversas aplicações. Neste trabalho, investigamos um sensor de deslocamento composto por uma estrutura impressa em 3D com uma fibra óptica embutida. A operação do sensor é fundamentada em acoplamentos ópticos entre os modos que se propagam ao longo do núcleo e que interferem entre si, formando padrões de intensidade chamados padrões de speckle. Quando aplicamos um deslocamento sobre a estrutura 3D, esta atua sobre a fibra, alterando o padrão de speckle e possibilitando o monitoramento do deslocamento aplicado. Este estudo contribui para o desenvolvimento de sensores baseados em fibras ópticas com funcionamento fundamentado na análise de speckle.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Sensor de índice de refração baseado em interferência multimodal

João Gabriel M. Carvalho¹, Flavio A. M. Marques²,
Alexandre A. C. Cotta¹, Jefferson E. Tsuchida¹,
Jonas H. Osório¹

¹Departamento de Física, Universidade Federal de Lavras

²Laboratório Multiusuário de Óptica e Fotônica, Universidade Federal de Lavras

joao.carvalho17@estudante.ufla.br, flavio.marques@ufla.br,
alexandre.cotta@ufla.br, jefferson.tsuchida@ufla.br,
jonas.osorio@ufla.br

Resumo

Este estudo descreve o desenvolvimento de um sensor óptico fundamentado na configuração single-mode-multimode-single-mode (SMS), concebido para o monitoramento preciso da qualidade da água. O dispositivo distingue-se por sua capacidade de detectar mínimas variações no índice de refração do meio, parâmetro essencial para a identificação de contaminantes e avaliação de condições ambientais. Seu princípio operativo apoia-se na interferência multimodal e na formação de autoimagens em fibras ópticas. Resultados obtidos por meio de simulações e experimentações revelam elevada sensibilidade e destacam sua notável aplicabilidade em contextos aquáticos.

Palavras-chave: sensores ópticos, configuração SMS, índice de refração, monitoramento ambiental, fibras multimodo.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo indispensável apoio. Sem o incentivo constante dessas instituições, a realização deste trabalho não seria possível. O suporte fornecido por elas foi fundamental para o avanço desta pesquisa.

Formação de contatos semicondutor–metal em seleneto de platina bidimensional via conversão de PtSe_2 em Pt_2Se_2 para aplicações em evolução de hidrogênio (HER)

Matheus Ferreira, Igor Saulo Santos de Oliveira

Em um passado recente, o foco tecnológico-energético tem se voltado, dentro de um consenso global, para fontes energéticas não emissoras de dióxido de carbono (CO_2), decorrentes da queima de hidrocarbonetos em grandes setores, como o de transporte e o industrial.

Em razão de sua renovabilidade, emissão zero e alta densidade energética, o hidrogênio verde, tipicamente produzido no processo de eletrólise da água, é amplamente apontado como substituto dos combustíveis fósseis.

Desde a descoberta do grafeno, em 2004, os cristais bidimensionais (2D) têm sido classificados como um importante e crescente ramo de pesquisa na área de Física de Materiais. O interesse por esses materiais deve-se às suas propriedades físicas, químicas e mecânicas, que podem encontrar aplicações em diversos ramos tecnológicos, como: reação de evolução de hidrogênio (HER), nanoeletrônica, desenvolvimento de sensores, nanocompósitos, baterias, supercapacitores, painéis solares, spintrônica, entre outros.

Estudos desenvolvidos nos últimos anos apontam que o uso de dicalcogenetos de metais de transição (TMDs) bidimensionais (2D) como catalisadores para a HER pode aumentar efetivamente a atividade química.

Com esse intuito, investigamos, por meio de cálculos de primeiros princípios, a formação de contatos semicondutor–metal no plano em seleneto de platina 2D, obtidos pela conversão de PtSe_2 em Pt_2Se_2 , para aplicações em HER.

Química de Buracos Negros

Winicius Bueno¹, Luiz Cleber Tavares Brito²

^{1,2}Departamento de Física/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

winicius.bueno2@estudante.ufla.br, lcbrito@ufla

Palavras-chave: Termodinâmica de Buracos Negros, Buracos Negros AdS, Transições de Fase.

Na década de 70, os trabalhos pioneiros de Bekenstein e Hawking estabeleceram os fundamentos para uma compreensão mais profunda da natureza dos Buracos Negros (BNs), demonstrando que estes objetos astronômicos possuem propriedades termodinâmicas associadas com grandezas como temperatura e entropia. Anos mais tarde, um novo marco para o entendimento dos BNs surgiu com a observação de que espaços Anti-de Sitter (AdS) contém uma variável termodinâmica não considerada até então: a pressão, associada em Ads com uma constante cosmológica negativa. Com a introdução da constante cosmológica como variável termodinâmica, a análise da energia livre de Gibbs de um Buraco Negro revela um comportamento de fases que pode incluir transições de segunda e primeira ordem, análogas às observadas usualmente nos laboratórios. Neste sentido, a observação de um comportamento análogo ao de fluidos de Van der Waals em BNs é um exemplo notável. Descobertas como esta abriram um novo campo de pesquisa na física de BNs, conhecida na literatura especializada como Química de BNs. Neste trabalho, faremos uma revisão sobre os aspectos técnicos e conceituais envolvidos nesta linha de pesquisa, que atualmente mostra-se como uma área dinâmica e com intensa atividade científica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Folhas artificiais de Celulose Bacteriana: Uma abordagem bioinspirada para Concentradores Solares Luminescentes

Deyne Dehon de Oliveira¹, Aline Bastos de Paiva², Joaquim Paulo da Silva³, Joyce Dória Rodrigues Carvalho⁴, Tatiana Cardoso e Bufalo⁵

¹Departamento de Física/FCN– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Física/FCN– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Física/FCN– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Agronomia/ESAL Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁵Departamento de Física/FCN– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

deyne.oliveiral@estudante.ufla.br, {tatiana.cardoso, alinepaiva, joaquim, joyce.doria}@ufla.br

Palavras-chave: Agrovoltáicos, Concentradores Solares Luminescentes, SCOPY.

A implantação de sistemas agrovoltáicos convencionais no Brasil depara-se com um desafio fundamental: o sombreamento gerado pelos painéis fotovoltaicos. Esta condição constitui uma situação crítica para a maioria das culturas de sol, que constituem a base da agricultura nacional, restringindo a aplicação da tecnologia a um número limitado de espécies tolerantes à sombra e criando uma barreira para a coexistência entre a produção de alimentos e de energia.

Como estratégia inovadora para este problema, propõe-se a utilização de Concentradores Solares Luminescentes (CSLs). Estes dispositivos ópticos atuam coletando e convertendo a radiação solar em fotoluminescência no interior de um guia de onda transparente, direcionando a luz concentrada para células fotovoltaicas de área reduzida, localizadas nas suas bordas. Esta configuração apresenta uma grande vantagem para o agronegócio, pois permite a instalação sobre estufas e áreas de cultivo sem provocar sombreamento excessivo. Uma vez que CSLs possuem absorção seletiva eles podem ser projetados para transmitir os comprimentos de onda essenciais à fotossíntese, convertendo outras faixas do espectro em eletricidade e criando um ambiente otimizado para o desenvolvimento das culturas.

Para viabilizar esta abordagem, este trabalho propõe o desenvolvimento de CSLs sustentáveis a partir de bionanomateriais. A estratégia metodológica central consiste na utilização de celulose bacteriana (SCOPY) de *Kombucha* como matriz do concentrador. O biopolímero, formado por consórcio simbiótico de leveduras e bactérias, servirá como

suporte para o confinamento de nanoestruturas luminescentes, os pontos quânticos. O processo de fabricação consistirá na impregnação e homogeneização dos pontos quânticos na membrana de SCOB, seguida de secagem controlada para formação de um filme sólido, flexível e transparente. Neste sistema, os pontos quânticos atuam como centros emissores de luz, enquanto a matriz de celulose bacteriana funciona como um guia de onda biocompatível. A investigação da formação deste nanocompósito orgânico a partir de fontes renováveis constitui o cerne da inovação proposta, visando um material que realize a filtragem espectral da radiação solar de forma eficiente.

A validação do biocompósito e a eficiência do CSL serão determinadas por uma série de caracterizações. As propriedades de absorção e conversão da luz serão investigadas por espectroscopia UV-Vis e de Fotoluminescência. A análise estrutural e a cristalinidade dos componentes será realizada por Difração de Raios-X (DRX) e espectroscopia Raman. A morfologia, homogeneidade de distribuição dos pontos quânticos e a integridade do filme serão analisadas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) acoplada à Espectroscopia por Energia Dispersiva de Raios-X (EDS).

Em conclusão, esta pesquisa propõe uma mudança de paradigma ao desenvolver CSLs a partir de um biocompósito inovador. Esta abordagem pioneira substitui materiais convencionais por uma plataforma sustentável, criando um componente agrícola inteligente e seletivo espectralmente. A tecnologia demonstra potencial para catalisar a geração de energia integrada sem comprometer a produtividade das culturas de sol, harmonizando bioeconomia e transição energética. Desta forma, o que é atualmente um subproduto da fermentação pode, no futuro, tornar-se o elemento central de fazendas que colhem alimento e produzem energia sob o sol tropical.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Equação de Dirac anisotrópica para materiais (2+1)D

Daniel Menali Lopes¹, Luiz Cleber Tavares de Brito¹, Cleverson Filgueiras¹

¹Departamento de Física/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

daniel.lobes2@estudante.ufla.br, lcbrito@ufla.br,
cleverson.filgueiras@ufla.br

Palavras-chave: Equação de Dirac, grafeno, materiais bidimensionais.

A análise da estrutura de bandas eletrônicas em certos materiais bidimensionais revela a existência de uma relação de dispersão na qual as bandas de condução e valência se encontram em pontos denominados pontos de Dirac. Estes pontos caracterizam-se pela formação de cones (cones de Dirac) análogos aos de teorias relativísticas do espaço-tempo. Os materiais com essa propriedade são chamados de materiais de Dirac. Na vizinhança dos pontos de Dirac, os elétrons comportam-se efetivamente como férmions de Dirac sem massa em um espaço isotrópico. Neste trabalho, propomos uma modificação anisotrópica da equação de Dirac. Os efeitos das anisotropias manifestam-se nos cones de Dirac e possuem implicações importantes nas propriedades ópticas e eletrônicas desses materiais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização Estrutural e Óptica de Vidros de Fosfato Dopados com Er^{3+} , Eu^{3+} e Nd^{3+}

Saulo de Tácito Silveira Santos¹, Jefferson Esquina Tsuchida¹, Flavio Augusto de Melo Marques¹, Pedro Barreto Mattos¹, Donizete Lopes Pereira¹, Emelly Souza Queiroz¹

¹Departamento de Física/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

saulo.santos@estudante.ufla.br, jefferson.tsuchida@ufla.br,
flavio.marques@ufla.br, pedrobarretomattos@gmail.com,
donizete.pereira1@estudante.ufla.br, emelly.queiroz@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Vidros de fosfato, Íons de Terras Raras, Propriedades ópticas.

Vidros de fosfato dopados com íons de terras-raras (TR^{3+}) surgiram como materiais promissores para dispositivos fotônicos, como amplificadores ópticos, lasers de estado sólido e sensores luminescentes, devido à sua alta transparência nas regiões do visível e do infravermelho próximo, boa estabilidade térmica e luminescência eficiente. Neste estudo, investigamos as propriedades estruturais e ópticas do sistema vítreo $0.9[0.5\text{Zn}(\text{PO}_3)_2 \cdot 0.5\text{NaPO}_3] \cdot 0.1\text{Al}(\text{PO}_3)_3$ dopado separadamente com íons Er^{3+} , Eu^{3+} e Nd^{3+} em concentrações que variam de 0,1 a 3 mol%. A escolha desses dopantes é motivada por suas distintas configurações eletrônicas e transições ópticas relevantes para aplicações em telecomunicações (Er^{3+}), fontes de luz na região do vermelho (Eu^{3+}) e fontes de laser no infravermelho próximo (Nd^{3+}). As amostras foram dopadas individualmente e seu comportamento óptico foi caracterizado através de espectroscopia Raman e absorção no UV-Vis. A incorporação dos íons TR^{3+} levou a mudanças na rede de fosfato, afetando particularmente as unidades estruturais Q^2 e o teor de oxigênio não-ligante. Os espectros de absorção óptica mostraram transições intra-4f bem definidas, com intensidade e deslocamentos dos picos dependendo do tipo e da concentração do dopante.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG (através dos projetos APQ-01401-22, RED-00046-23, e APQ-00197-24), do CNPq e da CAPES.



FISIOLOGIA VEGETAL



Plantas de feijão inoculadas com fungos endofíticos sob estresse hídrico

Paulo Henrique Frois Correa Barros¹, Daniel Vieira Amorim¹, Sarah da Silva Costa Guimarães¹, Aline Norberto Ferreira¹, Otavio Souza Silva¹, Patrícia Gomes Cardoso¹, Paulo Eduardo Ribeiro Marchiori¹

¹Departamento de Biologia /ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

paulo.barros1@estudante.ufla.br, amorim.danielvieira@gmail.com,

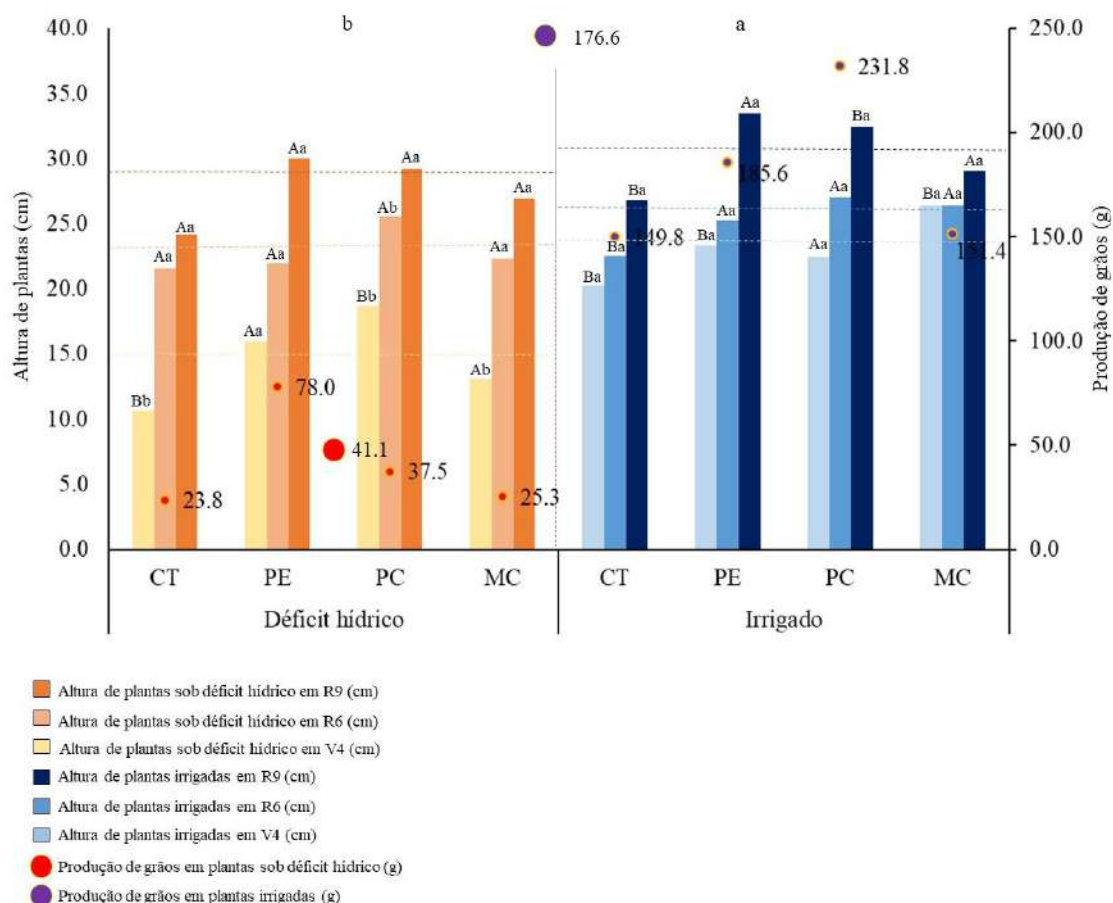
sarahscosta@gmail.com, aline.ferreira5@estudante.ufla.br,

otavio.silva10@estudante.ufla.br, patricia@ufla.br, paulo.marchiori@ufla.br

Palavras-chave: Biológicos; Tratamento de sementes; Déficit hídrico; Estratégia de manejo; *Phaseolus vulgaris*.

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é um dos pilares do agronegócio, sendo cultivado em toda a extensão territorial brasileira. No entanto, com o aumento da frequência das mudanças climáticas, com longos períodos de seca, altas temperaturas e altas radiações, pode prejudicar o cultivo, e estratégias de manejo, podem ser usadas para superar o estresse abiótico. Nesse sentido, o uso de fungos endofíticos tem sido reportados como promotores de crescimento de plantas em condições de estresse abiótico. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de fungos endofíticos em feijão comum, cultivados em diferentes condições de disponibilidade hídrica. Sementes da cultivar BRS Marte foram inoculadas com os fungos endofíticos *Paraconiothyrium estuarinum* (PE), *P. cyclothyrioides* (PC) e *Muscodor coffeanum* (MC), e o controle (CT). O cultivo das plantas foi realizado em casa de vegetação, em vasos de 5 dm³; submetido a duas condições de disponibilidade hídrica, com déficit hídrico (~60% cc) e com irrigação (~100% cc). O experimento foi delineamento em blocos casualizados, no esquema fatorial 4x2 com 4 repetições. Foram avaliados a altura de plantas (cm) em V4, R6 e R9, e produção de grãos (g) ao final do ciclo. As análises estatísticas foram realizadas no ambiente computacional R, sendo realizado análise de variância e caso significativo, prosseguiu-se com teste Scoot-Knott ($\alpha=0,05$). Plantas associadas com o fungo *P. cyclothyrioides* (PC) apresentaram maior altura que as plantas inoculadas com outros endofíticos e plantas controle (Figura 1). A disponibilidade hídrica foi significativa em todas as avaliações de altura e de produção, sendo os tratamentos irrigados, com médias superiores. Não foram observados diferenças significativas na produção de grãos entre as plantas inoculadas e não inoculadas com fungos endofíticos. Assim, pode-se concluir que os fungos endofíticos apesar de não promoveram maior produção de grãos, aumentaram a altura das plantas de feijão. Avaliações de outros parâmetros estão sendo realizados com as plantas de feijão, visando avaliar o efeito da associação com fungos endofíticos.

Figura 1. Altura de plantas (cm) nos estádios de V4, R6 e R9, e produção (g), ao final do ciclo de plantas de feijão inoculadas com fungos endofíticos, *Paraconiothyrium estuarinum*, *P. cyclothyrioides*, *Muscodor coffeanum* e o controle (sem inoculação), sob duas condições hídricas, déficit hídrico e irrigado.



Fonte: Médias seguidas pela mesma letra minúscula, para condições hídricas e maiúscula para os tratamentos com fungos endofíticos, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, $\alpha=0,05$.

Agradecimentos: Os autores agradecem a Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela estrutura e apoio, e as agências de fomento FAPEMIG, pela concessão da bolsa de doutorado n° 5.02/2022, e a CAPES e CNPq.

Referencias:

- SANTOS, R. M. Resposta produtiva do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L. TAA DAMA) sob déficit hídrico em diferentes fases fenológicas. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, p. 78, 2021.
- BORGIO, L., RABÊLO, F. H. S., MARCHIORI, P. E. R., GUILHERME, L. R. G., GUERRA-GUIMARÃES, L., RESENDE, M. L. V. D. Impact of drought, heat, excess light, and salinity on coffee production: strategies for mitigating stress through plant breeding and nutrition. **Agriculture**, v. 15, n. 1, p. 9, 2024.

³ DA SILVA COSTA GUIMARÃES, S., CASTRO, Y., FERREIRA, A. A., MOURÃO, B., FERREIRA, A. N., PEDROSO, M. P., CARDOSO, P. G. Characterization of Paraconiothyrium endophytes from Brazilian grasses. **Mycological Progress**, v. 24, n. 1, p. 56, 2025.

FONTES DE CÁLCIO NO CRESCIMENTO E METABOLISMO RADICULAR DE PLANTAS DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.)

Julia Lazari Marson¹, Vitor de Laia Nascimento²

¹Departamento de Ciências Biológicas/ICN– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Biológicas/ICN– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Universidade – Lavras, MG – Brasil

julia.marson1@estudante.ufls.br, vitor.nascimento@ufla.br

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*; Cálcio; Fertilizantes.

O cálcio (Ca^{2+}) exerce funções estruturais e regulatórias no metabolismo de plantas. No tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), a deficiência de cálcio é comum e causa distúrbios como podridão apical e outros danos. As fontes de cálcio disponíveis no mercado apresentam diferentes composições e solubilidades, afetando a eficiência de absorção e o desempenho das plantas. Ainda são escassos estudos sobre a eficácia de diferentes fertilizantes comerciais. Assim, torna-se necessário compreender como cada formulação influencia o crescimento radicular e metabolismo da cultura. Com base nisso, o presente projeto visa avaliar o impacto desses fertilizantes no crescimento radicular e a produtividade de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.).

O experimento será feito em casa de vegetação, no Setor de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Lavras, a cultivar utilizada será MicroTom em vasos do tipo rizotron. Com delineamento experimental inteiramente casualizado e nove tratamentos, sendo um controle e outras 7 marcas comerciais. As imagens coletadas no rizotron serão analisadas por softwares de imagem. Análises de crescimento e trocas gasosas serão determinadas com IRGA (LI-6400XT, LI-COR, EUA) e fluorescência da clorofila com o MINI-PAM. Serão analisadas as atividades das enzimas catalase, superóxido dismutase e ascorbato peroxidase. Também serão quantificados prolina, fenóis, MDA, H_2O_2 , açúcares solúveis e amido. Os teores nutricionais serão determinados por espectrometria de emissão óptica de plasma acoplado indutivamente (ICP-OES).

A pesquisa proposta possui grande relevância para o entendimento do metabolismo do tomateiro, espera-se que os resultados revelem diferenças significativas entre as formulações avaliadas. Esses resultados poderão embasar recomendações técnicas, orientando produtores na escolha de fertilizantes, contribuindo para melhor produtividade da lavoura e qualidade do solo. Além disso, o trabalho tem potencial de gerar produção científica de impacto com resultados relevantes tanto em nível local quanto internacional.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

A APLICAÇÃO FOLIAR DE IODO PODE MITIGAR O DÉFICIT HÍDRICO EM PLANTAS DE SOJA?

Hugo Bonézio¹, Dinorah Moraes de Souza Marçal², Deniasse Bernardo Amoda³,
Vitor de Laia Nascimento⁴

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

hugo.bonezio2@estudante.ufla.br, amodadeniasseamoda@gmail.com,
dinorah.marcal@ufla.br, vitor.nascimento@ufla.br.

Palavras-chave: Soja; déficit hídrico; iodo; fertilização foliar; elemento benéfico..

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura essencial para a agricultura mundial, mas sofre grandes perdas de produtividade devido à seca. O iodo, embora não seja um elemento essencial para as plantas, pode atuar como um composto benéfico, ajudando a reduzir os efeitos do estresse hídrico. Este trabalho avaliou o uso foliar de duas fontes de iodo — iodeto de potássio (KI) e iodato de potássio (KIO₃) — em plantas de soja sob déficit hídrico. O experimento foi conduzido com diferentes doses (5 e 10 mM) e dois níveis de irrigação (controle e 50% da capacidade de campo). Os resultados mostraram que o iodeto de potássio (KI) não trouxe benefícios à cultura, enquanto o iodato de potássio (KIO₃), especialmente na dose de 10 mM, favoreceu o crescimento, a produção e a recuperação das plantas após o período de seca. Assim, o KIO₃ se mostrou mais eficaz na mitigação dos efeitos do déficit hídrico, sendo promissor para o manejo nutricional da soja em condições de estresse.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

O efeito da aplicação do *priming* na velocidade de germinação de sementes de *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith e *Astronium fraxinifolium* Schott

Milena Teles de Oliveira¹, Javier Kaynan Trindade¹, Ana Cláudia Alves Teixeira¹, Mateus Moreira Bernardes¹, Elisa Monteze Bicalho²

¹Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)- Lavras/MG

²Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde/IBF– Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Campus Florestal, Florestal/MG.
mtelesoliveira705@gmail.com

Palavras-chave: *Hidropriming*, Polietilenoglicol 6000.

O *priming* é uma técnica de pré-semeadura capaz potencializar parâmetros germinativos e bioquímicos de sementes tolerantes a desidratação. A técnica é baseada na hidratação controlada de sementes seguida pela desidratação até o peso inicial. A aplicação do *priming* pode gerar sementes com atributos relevantes em projetos de revegetação de áreas degradadas através da semeadura direta, pois é capaz de proporcionar uma germinação mais rápida e síncrona. *Tabebuia roseoalba* e *Astronium fraxinifolium* são espécies nativas da Mata Atlântica e possuem relevância em programas de arborização urbana e revegetação de áreas perturbadas. O objetivo deste trabalho foi verificar se a aplicação de *priming* com água (*hidropriming*) e com polietilenoglicol 6000 (PEG) é capaz aumentar o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *T. roseoalba* e *A. fraxinifolium*. A hipótese é de que as sementes com *priming* irão apresentar maior velocidade de germinação quando comparado ao grupo controle. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e foram realizados testes de germinação com sementes com 3 diferentes tratamentos, sendo cada um composto por 5 repetições de 20 sementes para cada espécie. Os tratamentos foram: sem *priming*, *hidropriming* e *priming* com PEG em concentrações definidas a partir de pré-testes (14,6 g/L para *T. roseoalba* e 13 g/L para *A. fraxinifolium*). Foram realizadas curvas de embebição e de secagem para determinação do tempo do *priming*. Sementes de ambas espécies foram hidratadas por 12 horas em água ou em PEG (em suas respectivas concentrações) e em seguida as sementes de *T. roseoalba* foram desidratadas durante 5 horas e de *A. fraxinifolium* por 26 horas. Após tratadas, foram desinfestadas e inseridas em câmaras de germinação com fotoperíodo de 12 horas nas temperaturas de 30°C e 25°C para *T. roseoalba* e *A. fraxinifolium*, respectivamente. A germinação foi diariamente contabilizada e foi calculado o IVG. Os dados foram avaliados estatisticamente e submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, ao teste-F e quando significativas, as médias foram submetidas ao teste Tukey a 5% de significância. Verificou-se que o *hidropriming* levou ao aumento significativo do IVG para *T. roseoalba*, enquanto que para *A. fraxinifolium* os dois tratamentos com *priming* foram significativamente maiores em relação ao tratamento controle. Pode-se concluir que o *priming* é uma ferramenta capaz de aumentar o IVG de sementes de *T. roseoalba* e *A. fraxinifolium*.

Agradecimentos: Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES 88887.903278/2023-00), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG CRA APQ 01755-23) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 307846/2022-9).

Efeito da deficiência hídrica e da percepção de etileno na fisiologia do tomateiro (*Solanum lycopersicum* cv. Micro-tom)

Jessica Correa Albuquerque Medeiros¹, Vitor de Laia Nascimento²

¹Departamento de Biologia/ICN– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{autor1}jessica.medeiros1@estudante.ufla.br, {autor2}
vitor.nascimento@ufla.br

Palavras-chave: mutante hormonal, homeostase, interação genótipo-ambiente.

O etileno é um hormônio vegetal fundamental na regulação das respostas a estresses abióticos, como a deficiência hídrica, e variações na sensibilidade a esse hormônio podem alterar a dinâmica fisiológica das plantas. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da percepção de etileno na resposta fisiológica de plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* cv. Micro-Tom), comparando o genótipo selvagem (WT) e o mutante parcialmente insensível ao etileno (*Never ripe*, *Nr*) sob deficiência hídrica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em dois ambientes distintos — substrato comercial e solo — considerados experimentos paralelos. As plantas foram mantidas irrigadas até atingirem tamanho adequado e, então, submetidas à suspensão da irrigação. As avaliações ocorreram diariamente do 3º ao 10º dia de estresse, sendo determinados o conteúdo relativo de água (CRA), o enrolamento e o murchamento foliar. As análises foram realizadas no RStudio (v. 4.4.0), com teste t para comparação entre genótipos e visualização das interações temporais. No substrato comercial, o CRA não diferiu significativamente entre genótipos, embora o WT tenha mantido valores ligeiramente superiores; o enrolamento permaneceu estável até o 7º dia, seguido por queda acentuada em *Nr*, enquanto o murchamento aumentou rapidamente no WT e estabilizou, ao passo que *Nr* apresentou resposta inicial lenta e posterior aumento acentuado. No solo, o CRA também não diferiu estatisticamente, mas foi ligeiramente maior em *Nr*. O enrolamento diminuiu em ambos os genótipos, mais bruscamente no WT, e o murchamento apresentou crescimento acentuado em *Nr* seguido de estabilização, enquanto o WT mostrou resposta mais gradual. Esses resultados indicam que a sensibilidade ao etileno influencia a velocidade e o padrão de ajuste fisiológico ao déficit hídrico: o WT demonstra adaptação mais progressiva e manutenção inicial da homeostase, enquanto *Nr* responde de forma mais abrupta e desregulada. As diferenças entre substratos reforçam que o meio físico-químico interfere na magnitude e no tempo das respostas ao estresse hídrico.

Agradecimentos

Os autores reconhecem o apoio financeiro da CAPES, CNPq e FAPEMIG, que possibilitaram a realização deste trabalho.



FITOPATOLOGIA



MANAGEMENT OF BACTERIAL HALO BLIGHT DISEASE BY USING COPPER SILICATE AS A RESISTANCE INDUCER

Sania Ejaz¹, Mário Lucio Vilela de Resende¹, Júlia Marques Oliveira¹ Deila Magna Dos Santos Botelho².

¹Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil;

²Epamig Sul, Campus Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brazil.

Rationale: Bacterial halo blight (BHB) of coffee, caused by *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* presents a significant challenge to coffee cultivation, particularly in high-altitude regions with moderate climates. The increasing global demand for sustainable coffee production emphasizes the necessity to reduce the use of chemical fungicides and promotes the adoption of environmentally friendly disease management practices. Among these practices, plant resistance inducers emerge as a promising and cost-effective strategy [1].

Methods: This study evaluated the defense mechanisms in coffee plants activated by acibenzolar-S-methyl (ASM), a systemic acquired resistance activator, and copper silicate. A randomized complete block design with 4 replications was employed. Six treatments were assessed based on disease severity at three-day intervals: copper silicate at 5 mL/L, 7.5 mL/L, and 10 mL/L; ASM; kasugamycin; and an untreated control. The most effective copper silicate concentration and ASM were selected for further biochemical analyses. The enzymatic activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and peroxidase (POX) was measured at 0, 24, and 48 hours before and after inoculation.

Results: Enzymatic analyses indicated a significant increase in POX activity following treatment application at 0, 24, and 48 h. After pathogen inoculation, however, a significant elevation in POX activity was observed only at 0 h, with no statistically significant changes detected at 24 and 48 h. For PAL, the application of ASM significantly enhanced activity at 0 and 24 h post-inoculation, outperforming other treatments. Nonetheless, no significant differences in PAL activity were observed among treatments at any of the assessed time points post-application. All treatments significantly reduced severity compared to the control, which exhibited 100% disease incidence. Copper silicate (10 mL/L) and ASM were the most effective, reducing disease severity by 86% and 87%, respectively.

Conclusion and Perspective: The results demonstrate that copper silicate and ASM are capable of inducing defense-related enzymatic responses in coffee plants, particularly through the activation of POX and PAL. These elicitors also contributed to a reduction in disease severity, outperforming other treatment options. From a management perspective, the use of copper silicate and ASM represents a promising strategy for enhancing the innate resistance of coffee plants and mitigating the impact of BHB.

References

1. Badel, J. L., & Zambolim, L. (2019). Coffee bacterial diseases: a plethora of scientific opportunities. *Plant Path.*, 68, 1–17.

Acknowledgements: INCT-Café, CNPQ, CAPES, and FAPEMIG

Efficiency of *Chelidonium majus* oil extract for the control of powdery mildew (*Erysiphe betae*) on sugar beet and its impact on root yield and sugar content

AMIR ZOLFAGHARY¹, JORGE TEODORO DE SOUZA², AFSANEH GRAN³

^{1,2}Departamento de Fitopatologia, ³Departamento de Botânica Aplicada – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil
amir.zolfaghary@estudante.ufla.br, jorge.souza@ufla.br,
afsaneh.gran1@estudante.ufla.br

Keywords: *Chelidonium majus* oil extract, Powdery mildew, Sugar beet yield.

Powdery mildew (*Erysiphe betae*) is one of the most important fungal diseases in sugar beet fields, causing reductions in root yield and sugar content. This study investigated the effect of greater celandine (*Chelidonium majus*) oil extract as a natural agent for controlling the disease and improving root yield and sugar content under North-East Iranian conditions. The experiment was carried out on the susceptible sugar beet cultivar *Efesos* from Denmark using a randomised complete block design with three treatments-1% *Ch. majus* oil extract, distilled water as a negative control, and the fungicide Tridemorph 75% EC (Calixin) as a positive control-each replicated three times. Foliar spraying was carried out manually in two applications, initiated upon the appearance of the first disease symptoms on the leaves, with a 20-day interval between sprays. The disease severity index (DS) was assessed using the four-point visual rating scale of *Whitney* (1983) from the International Institute of Sugar Beet Research (IIRB) at four time points. The efficiency percentage of each treatment was calculated based on the area under the disease progress curve (AUDPC of DS), in comparison with the negative control, and according to *Abbott's* formula (1928). The harvest was carried out at the appropriate time. After removal from the soil, the roots were topped by eliminating the crown and neck from the upper part and the tail from the lower part, and were cleaned of soil and debris. The roots were then weighed in the field using a digital balance to determine root yield, expressed in tonnes per hectare. In addition, the harvested roots were delivered to the sugar factory located in the research area to determine the recoverable sugar percentage or sugar content of each root. The results of the ANOVA revealed a significant difference at the level ($p < 0.01$) for efficiency, root yield, and root sugar content. The maximum efficiency was 85.17% for Tridemorph and 70.23% for *Ch. majus* treatment. The highest root yield (66.38 t/ha) was obtained with Tridemorph, while the lowest (30.17 t/ha) belonged to the negative control. *Ch. majus* treatment showed a root yield of 57.45 t/ha. The highest root sugar content (15.42%) was recorded for Tridemorph, while the lowest (14.02%) belonged to the negative control. The *Ch. majus* treatment exhibited a root sugar content of 14.95%. In conclusion, *Ch. majus* oil extract demonstrated considerable potential as a natural control agent against powdery mildew in sugar beet, markedly enhancing both root yield and sugar content relative to the untreated control.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG e CAPES.

Effect of Electromagnetic Field on Plant Pathogenic Fungi *Alternaria solani*, *Fusarium solani* and *Magnaporthe oryzae* under Laboratory Conditions

AMIR ZOLFAGHARY¹, JORGE TEODORO DE SOUZA², AFSANEH GRAN³

^{1,2}Departamento de Fitopatologia, ³Departamento de Botânica Aplicada – Universidade
Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

amir.zolfaghary, afsaneh.gran1@estudante.ufla.br, jorge.souza@ufla.br

Keywords: Conidium production, Electromagnetic field, Plant pathogenic fungi.

The negative and potentially harmful effects of electromagnetic waves and fields generated by mobile phone antennas (BTS), towers, high-voltage power lines, and modern wireless technologies, alongside the convenience and comfort they provide to human life, on living organisms and the environment-particularly human health-represent a significant concern in the present century. Investigating the effects of electromagnetic fields on plant pathogenic fungi from the perspective of plant pathology and agriculture requires scientific research. This study examined the effect of an electromagnetic field generated by two MikroTik Routerboard antennas (SXT Lite 5 model) with an intensity of $E_1 = 2.6526 \times 10^{-3}$ T, $1.000007806 \mu\text{V/m}$, 67.8×10^{-6} dB $\mu\text{V/m}$, 5 dB, and a frequency of 5320 Hz, on three plant pathogenic fungi: *Alternaria solani*, *Fusarium solani*, and *Magnaporthe oryzae* under laboratory conditions. Seven-day-old pure cultures of each fungus were exposed to the electromagnetic field for 60 minutes, and subsequently, both treated and control Petri dishes were incubated for 14 days at 25 °C under alternating 12-hour light and dark cycles. Biological variables included Radial Mycelial Growth Inhibition Rate (%) and the Conidium Production Index (CPI), measured by averaging the number of conidia counted in 10 random fields of view under a light microscope (0.1 mm² area) using a 10 $\times$ objective. Conidia counts were scored according to the scale of *Flier et al.* (2001). Results demonstrated that the electromagnetic field caused a significant inhibition of mycelial growth in all three fungi compared to the controls at $p < 0.01$. The highest growth inhibition was observed in *A. solani* (57.3%), the lowest in *F. solani* (30.8%), and *M. oryzae* showed 41.25% inhibition. Regarding conidium production, the electromagnetic field reduced the CPI by 50% in *A. solani* and *M. oryzae* and by 25% in *F. solani*. This study indicates that electromagnetic fields can significantly affect the growth and reproduction of the three plant pathogenic fungi investigated (*A. solani*, *F. solani*, and *M. oryzae*) and may provide a basis for further research on other plant pathogenic fungi.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG e CAPES.



FITOTECNIA



USOS DE BIOLÓGICOS NO CONTROLE DA CERCOSPOORA EM MUDAS DE CAFEEIRO**Maria Eduarda Carvalho Assaid Simão¹, Maria de Lourdes Resende²,****Gladyston Rodrigues Carvalho³**

¹Departamento de Agricultura / DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/Unifenas– Universidade Professor Edson Antônio Velano Caixa Postal 23 CEP 37132-440 – Alfenas, MG – Brasil

[¹maria.simao@estudante.ufla.br](mailto:maria.simao@estudante.ufla.br), [²maria.resende@unifenas.br](mailto:maria.resende@unifenas.br), [³carvalho@epamig.br](mailto:carvalho@epamig.br)

Palavras-chave: Café, cercosporiose, bioinsumos.

A cercosporiose é uma das principais doenças do cafeeiro, a qual causa desfolha acentuada, seca dos ramos, chochamento e queda de frutos. Com esta pesquisa, objetivou-se avaliar a eficácia de diferentes produtos biológicos no manejo do fungo *Cercospora coffeicola* no desenvolvimento de mudas do cafeeiro. O experimento foi realizado no laboratório de Microbiologia Agrícola (*In vitro*), e na casa de vegetação no bloco de Agronomia da Universidade Professor Edson Antônio Velano – UNIFENAS. O fungo *Cercospora coffeicola*, foi isolado em meio de cultura BDA até obter uma cultura pura. O delineamento experimental utilizado foi (DIC) com 10 tratamentos em triplicata, sendo: *Bacillus subtilis*, *Bacillus aryabhattai*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum*, *Trichoderma Harzianum*, *Bradyrhizobium*, mix de bacillus, mix de bactérias e controle. A atividade antagônica foi realizada, por meio do método do círculo, no qual consistiu na transferência de um disco de 5,0 mm de diâmetro com micélio do fungo para o centro da placa de Petri contendo meio BDA. Em seguida foram inoculados os tratamentos. As avaliações foram efetuadas no quarto e sétimo dia, onde foram feitas medições do diâmetro das colônias fúngicas, utilizando um paquímetro e calculado a porcentagem de inibição de crescimento (PIC) do patógeno. O segundo ensaio foi realizado, na estufa, utilizando mudas de cafeeiro Catuai 99, contendo seis pares de folhas. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 10 tratamentos, em quatro repetições, cada repetição continha duas mudas, sendo 8 mudas por tratamento, totalizando 80 mudas. As aplicações dos tratamentos *Bacillus subtilis*, *Bacillus aryabhattai*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum*, *Trichoderma harzianum*, mix de bacillus, mix de bactérias, controle negativo e controle positivo, foram realizadas utilizando borrifador manual, aplicando 5 mL de cada tratamento nas mudas. Após 24 horas foi feita a inoculação do fungo, na concentração de $2,5 \times 10^4$ conídios, sendo aplicado 6,4 mL por tratamento, os quais foram aspergidos sobre as faces superior e inferior das folhas de cafeeiro. Após a inoculação, as mudas foram colocadas em casa de vegetação em temperatura ambiente, na qual permaneceram sob câmara úmida (sacos plásticos) por 72 horas. Após a retirada da câmara úmida, as mudas permaneceram em casa de vegetação. Os tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura. As avaliações foram feitas de acordo com o aparecimento dos sintomas, avaliando a severidade, incidência, altura das plantas e número de folhas. No teste *in vitro* observou-se que os microrganismos *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Trichoderma harzianum* e mix de *Bacillus* apresentam potencial de inibição do fungo *Cercospora coffeicola*. As estirpes *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* apresentam potencial para reduzir a cercospora em mudas de cafeeiro.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Danos na membrana lipídica de alface exposta aos nanotubos de carbono de paredes múltiplas

Luana Teles Barroso¹, Antonio Rodrigues da Cunha Neto², Anelise Vieira Rosa Fernandes da Silva Vieira², Michele Valquíria dos Reis¹, Erika dos Santos Silva²

1 Universidade Federal de Lavras, Escola de Ciências Agrárias, Departamento de Agricultura, Lavras-MG, Brasil

2 Universidade Federal de Alfenas, Instituto de Ciências da Natureza, Alfenas-MG, Brasil

{luana.barrosol@estudante.ufla.br};
antoniorodrigues.biologia@gmail.com {anelise.fernades@unifal-mg.edu.bra@ufla.br}; erika.silva@unifal-mg.edu.bra@ufla.br}, autor2@durham.ac.uk, autor3@gmail.com

Palavras-chave: Resumo, template, UFLA.

Ensaio de toxicidade vegetal com *Lactuca sativa* são amplamente utilizados para avaliar efeitos de agentes químicos no crescimento e desenvolvimento das plantas. Nanotubos de carbono de paredes múltiplas (MWCNTs), apesar do potencial agrícola, podem impactar negativamente o material vegetal, especialmente em altas concentrações. Este estudo objetivou avaliar a integridade da membrana celular por meio da quantificação da peroxidação lipídica em sementes de alface expostas a diferentes concentrações de MWCNTs. Foram utilizadas 30 sementes por placa de Petri, com quatro repetições por tratamento, em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram em concentrações de 100, 200, 300, 400 e 500 mg L⁻¹, além do controle com água destilada. Após sete dias de exposição, foi realizada a extração dos tecidos e análise dos níveis de malondialdeído (MDA) como indicador de dano oxidativo. A concentração de 400 mg L⁻¹ promoveu o maior nível de peroxidação lipídica (cerca de 85 mmol MDA g⁻¹ MF), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. As concentrações de 100 a 300 mg L⁻¹ apresentaram níveis intermediários, enquanto o controle exibiu o menor índice de dano. Embora 500 mg L⁻¹ também tenha causado aumento da peroxidação, os valores foram inferiores aos de 400 mg L⁻¹. Os resultados indicam que concentrações elevadas de nanotubos comprometem a estabilidade da membrana celular e intensificam o estresse oxidativo, podendo afetar o desenvolvimento das plantas.

Agradecimentos

Os autores agradecem cordialmente o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG, que tornou possível a realização deste trabalho.

Seleção de genótipos da batata-doce para a produção de etanol

Anabela Luís Mazivile¹; Valter Carvalho de Andrade Júnior¹; Giovani Festa Paludo¹; Rafael Castro Peron¹; Maria das Graças Cardoso² e Lidiany Mendonça Zacaroni².

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil.

²Departamento de Química do Instituto de Ciências Naturais da Universidade Federal de Lavras (DQ/ICN/UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202.

anabelamazivile@gmail.com; valter.andrade@dag.ufla.br; gfpaludo@gmail.com; rafael.peron@ufla.br; mcardoso@ufla.br e zlidy@ufla.br.

Palavras – chave: *Ipomoea batatas* L; Biocombustíveis; Amido; Produtividade.

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) destaca-se como uma cultura alternativa para a produção de etanol, devido ao alto teor de matéria seca, amido, elevada produtividade de raízes e ampla adaptação a diferentes ambientes. Assim, o objetivo deste estudo foi selecionar genótipos de batata-doce com elevado potencial para a produção de etanol, visando o aproveitamento eficiente da biomassa e o aumento da produtividade do etanol. O experimento foi realizado no ano de 2023 e conduzido no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia da Universidade Federal de Lavras (CDTT/ESAL/UFLA), localizado no Município de Ijaci- MG. Foram avaliados 15 genótipos, sendo 10 genótipos experimentais da UFLA e 5 cultivares comerciais (BRS-Cotinga, BRS-Rubissol, BRS-Amélia, UFLA B556 e UFLA R1440). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com 3 repetições e com colheita aos 120 dias após o plantio. Para a seleção dos genótipos a produção de etanol baseou-se na produtividade e massa seca de raízes. Posteriormente, selecionou-se os genótipos experimentais com maior produtividade de raízes (UFLA 1192 e UFLA 286), além de três cultivares comerciais como controle (BRS-Cotinga, BRS-Amélia, UFLA B556 e UFLA R1440). Estes genótipos foram utilizados para avaliação da produtividade de etanol. Após a colheita, amostras de raízes de cada tratamento foram levadas ao laboratório da Plataforma de Pesquisa Energética da UFLA, onde passaram pelo processo de higienização, desidratação, trituração, gelatinização, sacarificação, fermentação, destilação, resultando na obtenção do etanol, com os resultados expressos em L ha⁻¹. Os dados foram analisados utilizando o software R, com aplicação dos modelos mistos. Os resultados demonstram que a produtividade de etanol dos seis genótipos avaliados, BRS Cotinga, UFLA B556, UFLA 1192, UFLA 286, BR Amelia e UFLA R1440 foi de 704,34; 906,28; 1830,82; 2435,69; 4853,83 e 8473,84 L ha⁻¹, respectivamente. Dentre eles, a cultivar UFLA R1440 destacou-se com maior produtividade de etanol. Estes resultados ressaltam o potencial energético desta cultivar, sobretudo para a produção de etanol.

Agradecimentos: CAPES, FAPEMIG e CNPq.

Peróxido de hidrogênio na desinfestação e germinação *in vitro* de sementes de *Nepenthes* sp.

Ana Clara Saraiva de Souza¹, Natane Amaral Miranda Padua,² Moacir Pasqual¹

¹Departamento de Agricultura – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Silvicultura – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) – Caixa Postal 74.580 CEP 23897-000 – Seropédica, RJ – Brasil

{anasouza.42@ufla.br, nataneamaral@gmail.com, mpasqual@ufla.br}

Palavras-chave: Planta carnívora, micropropagação, introdução.

As plantas carnívoras comportam 16 gêneros conhecidos e diversas espécies descritas. Um desses é o *Nepenthes*, gênero de hábito trepador que se destaca pela presença de armadilhas, em formato de jarro, de diversos tamanhos e cores. Os jarros que se formam nas extremidades das folhas têm a capacidade de atrair e digerir suas presas a fim de complementar sua nutrição. Este gênero, quando propagado através de sementes, pode levar mais de 150 dias para a formação dessas armadilhas, sendo o cultivo *in vitro* uma forma alternativa de propagação para reduzir o tempo de produção. Para introdução das plantas *in vitro* é necessário utilizar substâncias com potencial antimicrobiano para controlar a contaminação do explante, como o peróxido de hidrogênio, que além de ser um desinfestante, pode melhorar a germinação ao fornecer oxigenação às sementes. Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio na desinfestação e germinação *in vitro* de sementes de *Nepenthes* (*Viking* x *Ampullaria* ‘BM’) x *Ampullaria* ‘Green’. As sementes foram imersas em solução de peróxido de hidrogênio nas concentrações 0.1, 0.5, 1 e 2% (c/v) por 30 minutos. Após o tempo de ação, as sementes foram inoculadas em meio Murashige e Skoog (MS®) a 1/3 da proporção da embalagem, adicionado de 30 g L⁻¹ de sacarose e 7 g L⁻¹ de ágar. Cada tratamento foi composto por 6 repetições, com 5 sementes por repetição. Trinta sementes foram utilizadas em tratamento adicional (testemunha), sem passarem por nenhum tratamento de descontaminação e semeadas em musgo *sphagnum* autoclavado. Após 55 dias foram avaliadas a contaminação e germinação. Observou-se que com o aumento da concentração de peróxido de hidrogênio houve uma redução da taxa de contaminação. O tratamento com peróxido de hidrogênio a 2% foi o mais eficiente, com ausência de contaminação, seguido pelos tratamentos de 1, 0.5 e 0.1% que apresentaram taxas de contaminação de 50, 67 e 100%, respectivamente. A germinação não foi influenciada pela concentração de peróxido utilizada. As médias de germinação foram de 16.7% para o tratamento adicional, e de 3.3, 3.3, 10 e 20% para os tratamentos com peróxido de hidrogênio 0.1, 0.5, 1 e 2%, respectivamente. Assim, o peróxido de hidrogênio pode ser utilizado na desinfestação de sementes de *Nepenthes* sp. na fase de introdução *in vitro*, permitindo alta taxa de desinfestação na concentração 2%, sem prejuízo para a germinação das sementes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Crescimento de *Vanilla planifolia* em biorreatores Biotilt™ sob diferentes volumes de meio de cultura

Mariana Cruz de Souza¹, Antonio Rodrigues da Cunha Neto², Michele Valquíria dos Reis¹, Wagner Vendrame³

¹ Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

² Instituto de Ciências da Natureza– Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) –

Alfenas, MG – Brasil

³Environmental Horticulture Department, University of Florida/IFAS,

P.O. Box 110670 – 32611, Gainesville, FL – Estados Unidos

mariana.souza8@estudante.ufla.br, antoniorodrigues.biologia@gmail.com,
michele.reis@ufla.br, vendrame@ufl.edu

Palavras-chave: Baunilha, cultura de tecido, micropropagação.

A micropropagação de *Vanilla planifolia* em biorreatores de imersão temporária é uma alternativa viável ao cultivo em meio semi-sólido, por aumentar a eficiência no desenvolvimento dos explantes. Entre os modelos de biorreatores disponíveis, o Biotilt™ se destaca pela praticidade e facilidade de uso. Nesse sistema, fatores como a frequência e o volume de imersão são determinantes para o crescimento, pois influenciam diretamente a absorção de nutrientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da combinação de frequência de 3 horas com diferentes volumes de imersão no crescimento de explantes de *V. planifolia*. Explantes foram cultivados em biorreatores Biotilt™ submetidos à duração de imersão de 5 min com frequência a cada 3 horas com 150 mL e 300 mL de meio de cultura MS suplementado com vitaminas B5, Myo-Inositol, 2ip e sacarose, com pH ajustado para 5,7. Os explantes foram mantidos por 40 dias, após os quais a eficiência de propagação foi avaliada por meio do crescimento de explante. Os dados foram analisados por ANOVA em delineamento em blocos casualizados, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade quando diferenças significativas foram observadas. A frequência de imersão de 3 horas associada ao volume de 300 mL de meio de cultura promoveu maior alongamento dos explantes de *V. planifolia* (9,89 cm), superando significativamente o tratamento com 150 mL (7,24 cm). Esse desempenho pode ser devido à maior disponibilidade absoluta de nutrientes por explante, à menor saturação do meio por metabólitos e ao equilíbrio entre absorção e aeração promovido pela frequência de 3 horas, favorecendo os processos de expansão celular e crescimento. Dessa forma, o sistema Biotilt™ se apresenta como uma alternativa prática e eficiente para a multiplicação *in vitro* de *V. planifolia*, destacando-se especialmente na condição de 300 mL, que se mostrou mais adequada para otimizar o desenvolvimento dos explantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG, bem como à Universidade da Flórida pela parceria estabelecida e à Plant Cell Technology pelo suporte técnico.

Efeitos da aplicação foliar de selênio e iodo sobre coloração e antocianinas em amora-preta

Carlos Henrique Milagres Ribeiro¹, Fabiano Luis de Sousa Ramos Filho¹,
Gustavo Silva Freire¹, Gabriele Padilha Schineider¹, Carmélia Maia Silva¹,
Rafael Pio¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

chm.ribeiro8@gmail.com, fabiano.filhol@estudante.ufla.br,
gustavoslafreirw09@gmail.com, gabrieleschineider120599@gmail.com,
carmelia.silva@estudante.ufla.br rafaelpio@ufla.br

Palavras-chave: *Rubus* spp, capacidade antioxidante; Segurança alimentar; Fome oculta; Frutas funcionais.

A amoreira-preta (*Rubus* spp.) destaca-se pelo elevado valor nutricional e funcional de seus frutos, amplamente apreciados pelo sabor e pelas propriedades bioativas. A biofortificação agrônômica com elementos essenciais, como selênio (Se) e iodo (I), constitui uma estratégia promissora para melhorar o metabolismo vegetal e potencializar atributos de qualidade, como a coloração e o acúmulo de pigmentos. Dentre estes, as antocianinas conferem a tonalidade característica às amoras e apresentam propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, que contribuem para a prevenção de doenças crônicas. Contudo, são escassos os estudos sobre os efeitos da aplicação de Se e I na cor e no teor de antocianinas em frutos de amoreira-preta. Este estudo avaliou o impacto da aplicação foliar de fertilizantes contendo Se e I sobre a coloração e o conteúdo de antocianinas em frutos da cultivar ‘BRS Tupy’. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com sete tratamentos: controle (CON); selenato de sódio (SS); Se orgânico comercial (COS); Se inorgânico comercial com fertilizante multi-nutriente (CIS); e as combinações de cada fonte de Se com iodeto de potássio (KIO₃), totalizando SS+KIO₃, COS+KIO₃ e CIS+KIO₃, com quatro repetições e dez plantas por parcela. Aos 40 dias após a aplicação, frutos maduros foram colhidos e avaliados quanto à coloração pelo sistema CIE Lab* (CR-400, Konica Minolta®) e ao teor de antocianinas por espectrofotometria (535 nm), expressos em mg de cianidina-3-glicosídeo 100 g⁻¹. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). Não houve variação significativa nos parâmetros L*, b* e C*. Para o parâmetro a*, os maiores valores foram observados nos tratamentos SS (4,08) e CIS+KIO₃ (4,97), enquanto o ângulo hue (h°) foi superior em COS+KIO₃ (63,13). O teor de antocianinas foi mais elevado nos tratamentos COS (55,61), CIS (65,01), SS+KIO₃ (62,60), COS+KIO₃ (65,01) e CIS+KIO₃ (55,14 mg 100 g⁻¹), enquanto o controle (43,47) e SS isolado (47,67 mg 100 g⁻¹) apresentaram valores inferiores. Conclui-se que a aplicação combinada de Se e I, especialmente nas formas orgânicas e comerciais, favorece a intensificação da coloração vermelha e o acúmulo de antocianinas, indicando potencial para a produção de frutos com maior valor nutricional e funcional.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências PIBIC/UFLA, CNPq (Processo 403040/2023-0), FAPEMIG (APQ-03781-22) e INCT Segurança de Solo e Alimento (Processo 406577/2022-6).

Aplicação foliar de selênio e iodo na redução da antracnose em ramos de amoreira-preta

Carlos Henrique Milagres Ribeiro¹, Fabiano Luis de Sousa Ramos Filho¹,
Gustavo Silva Freire¹, Carmelia Maia Silva¹, Monalisa Gomes Barbosa¹, Rafael
Pio¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

chm.ribeiro8@gmail.com, fabiano.filho1@estudante.ufla.br,
gustavoslafreirw09@gmail.com, carmelia.silva@estudante.ufla.br,
monalisa.barbosa@estudante.ufla.br, rafaelpio@ufla.br

Palavras-chave: *Rubus* spp, fertilizantes foliares, manejo sustentável.

A antracnose, causada por fungos do gênero *Colletotrichum*, é uma das principais doenças que afetam a produtividade da amoreira-preta, provocando lesões nos ramos e redução do potencial produtivo. Estratégias sustentáveis, como a aplicação de nutrientes com efeito bioestimulante, vêm sendo estudadas. Entre eles, o selênio (Se) e o iodo (I) destacam-se por induzir resistência e mitigar patógenos. Este trabalho avaliou o efeito da aplicação foliar de Se e I na redução da incidência de antracnose em ramos de amoreira-preta. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras durante os ciclos 2023/2024 e 2024/2025. Foram testados seis tratamentos: Controle; Nutriduo (Se a 30 g ha⁻¹); Nutriduo + Iodo (Se a 30 g ha⁻¹ + I a 200 g ha⁻¹); Iodo (200 g ha⁻¹); Fisium + Iodo (Se a 30 g ha⁻¹ + I a 200 g ha⁻¹); e Fisium (Se a 30 g ha⁻¹), em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e sete plantas por parcela, em esquema fatorial 2 × 6 (ciclos × tratamentos). As aplicações foliares ocorreram no início da floração e novamente quando 50% das flores estavam abertas. Antes da poda drástica, avaliou-se a incidência de antracnose em 10 ramos aleatórios por bloco, calculando-se a porcentagem de ramos afetados. Os resultados mostraram diferenças significativas entre anos e tratamentos. No primeiro ciclo, o controle apresentou a maior incidência (57%), enquanto os menores valores foram obtidos com fertilizantes combinados com iodo: Nutriduo + Iodo (45%), Sem Se + Iodo (40%), Fisium + Iodo (42%) e Fisium (40%). No segundo ano, a incidência geral foi menor, destacando-se Fisium + Iodo (23%) e Nutriduo + Iodo (32%). Estatisticamente, o controle apresentou maior incidência no primeiro ano, enquanto no segundo ano os tratamentos com iodo reduziram significativamente a antracnose, especialmente Fisium + Iodo. A aplicação foliar de Se e I mostrou-se uma alternativa promissora e sustentável para reduzir a incidência de antracnose, e a associação de Fisium e iodo representa uma estratégia eficiente para aprimorar a sanidade dos ramos e minimizar perdas produtivas em amoreira-preta.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências PIBIC/UFLA, CNPq (Processo 403040/2023-0), FAPEMIG (APQ-03781-22) e INCT Segurança de Solo e Alimento (Processo 406577/2022-6).

Dissimilaridade Genética em Progenies de Tomateiro, Saladete Indeterminado, Visando Resistência e Qualidade de Frutos

Marcos Levi Medeiros¹, Sebastião Marcio de Azevedo¹, Matheus Azevedo de Abreu², Neilson Junior Melo de Carvalho¹, Taynara de Carvalho Azevedo², Arcenio Antônio Cossa¹

¹ Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Biologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{marcos.medeiros2,matheus.abreu8,neilson.carvalho2, taynara.azevedo2, arcenio.cossa}@estudante.ufla.br, sebastiao.azevedo@ufla.br

Palavras-chave: Melhoramento genético, Seleção, *Solanum lycopersicum*.

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças de maior relevância econômica, social e nutricional, consumido mundialmente tanto *in natura* quanto processado. Em razão dessa importância, programas de melhoramento genético buscam desenvolver variedades mais produtivas, resistentes a estresses bióticos e abióticos, vigorosas e com frutos de melhor qualidade. Este trabalho objetivou selecionar progenies de tomateiro, saladete indeterminado, com alta qualidade de frutos e resistência a doenças em campo aberto, além de avaliar a dissimilaridade genética para orientar cruzamentos e maximizar a heterose em novos híbridos. O experimento foi conduzido no CDTT/ESAL/UFLA, em Ijaci-MG, em blocos casualizados, com 33 progenies F4 e o híbrido comercial Gytotone, três repetições e sete plantas por parcela. Foram realizadas avaliações qualitativas: firmeza, resistência à podridão apical, altura, precocidade, vigor, pegamento de frutos, resistência à campo, tamanho, resistência a manchas e rachaduras e quantitativas: relação diâmetro/altura do fruto e peso médio. As avaliações agrônomicas foram: relação do diâmetro e altura do fruto e peso médio dos frutos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o software SISVAR e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). No software GENES, foi realizado a análise de dissimilaridade genética entre as diferentes progenies, utilizando o método de agrupamento de Mahalanobis. As progenies Tom16, Tom17, Tom18, Tom20, Tom24 e Tom25 se destacaram por frutos de alta qualidade, maior sanidade, firmeza e resistência à podridão apical, além de bom desempenho em vigor, precocidade, pegamento de fruto, resistência à campo, tamanho e resistência a manchas e rachaduras. A análise de dissimilaridade confirmou o potencial para futuros cruzamentos entre grupos heteróticos, favorecendo maior heterose e a continuidade do programa de melhoramento genético de tomateiro da UFLA.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação indireta do teor de clorofila em genótipos de mandioquinha-salsa por meio de clorofilômetro portátil

Wellington Ferreira Missasse¹, Diego Costa Carolino², Igor César da Costa¹, Paulo Danilo da Silva Freire¹, Luis Felipe Lima e Silva¹, Valter Carvalho de Andrade Junior¹

¹ Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

² Instituto de Ciências Naturais/ICN – Departamento de Biologia/DBI - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{wellinton.missasse2, diego.carolino, igor.costa4,
Paulo.freire1}estudante.ufla.br, luiufla@hotmail.com,
valter.andrade@ufla.br

Palavras-chave: *Arracacia xanthorrhiza*, índice SPAD, variabilidade genética.

A mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*), também conhecida como batata-salsa ou batata-baroa, é uma raiz tuberosa da família Apiaceae amplamente cultivada no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. O teor de clorofila é um importante indicador da eficiência fotossintética e do estado nutricional das plantas. Partiu-se da hipótese de que diferentes genótipos de mandioquinha-salsa apresentam variação significativa nos teores de clorofila e que essa variabilidade pode ser explorada como critério auxiliar de seleção em programas de melhoramento. O objetivo deste trabalho foi entender a variabilidade de uma população segregante oriunda de policruzamentos a partir da avaliação do índice relativo de clorofila. O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras – MG, safra 2025 em blocos casualizados, com 22 tratamentos (4 cultivares e 18 clones de uma população segregante) e 4 repetições. O índice relativo de clorofila foi avaliado utilizando um clorofilômetro portátil (FALKER® CFL1030). As leituras foram realizadas em folhas completamente expandidas, registrando-se as clorofilas a, b, total e a relação a/b. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, resultando na formação de dois grupos para ambos os índices avaliados. Para clorofila total, destacaram-se os genótipos 4, 11, 22, 17, 8, 18, 10, 14 e 12, juntamente com as cultivares BRS Asa e BRS Rúbia, que apresentaram os maiores valores, evidenciando maior capacidade de produção de pigmentos e, consequentemente, maior potencial fotossintético e de assimilação de carbono. Em relação à razão clorofila a/b, os genótipos 5, 8, 9, 11, 12, 13, 15, 16 e 20, além da cultivar Carandaí, formaram o grupo superior, indicando predominância de clorofila a, diretamente associada à captação de energia luminosa e à eficiência fotossintética. Os genótipos 8, 11 e 12 se destacaram em ambos os parâmetros, demonstrando elevado potencial fisiológico. Conclui-se que o uso do clorofilômetro é uma ferramenta eficiente para auxiliar a seleção de genótipos superiores, permitindo evidenciar diferenças fisiológicas na população com alta variabilidade genética e a formação de grupos distintos em uma população segregante.

Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo apoio financeiro, bem como ao Núcleo de Estudos em Olericultura e aos técnicos do setor de Olericultura da UFLA pela colaboração e suporte técnico às atividades do programa.

Efeitos da vernalização positiva e negativa de alho semente em genótipos de alho

João Pedro Rocha Alves¹, Arcenio Antônio Cossa¹, Neilson Júnior Melo De Carvalho¹, Igor Cesar da Costa¹, Valter Carvalho de Andrade Junior¹,

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{joao.alves5, arcenio.cossa, neilson.carvalho1, igor.costa4}@estudante.ufla.br, valter.andrade@estudante.ufla.br,

Palavras-chave: *Allium sativum*, Desempenho agrônômico, Estresse térmico

O cultivo de alho em regiões tropicais enfrenta restrições climáticas que afetam a formação de bulbos, tornando a vernalização pré-plantio prática essencial. No Brasil, a vernalização positiva (3 a 5 °C) consolidou-se como técnica fundamental para viabilizar cultivares nobres. Recentemente, alguns produtores passaram a adotar a vernalização negativa (-3 a - 5 °C), de forma empírica, diante de relatos de ganhos em produtividade e qualidade. No entanto, faltam evidências científicas que confirmem seus efeitos em diferentes genótipos, o que gera incertezas no manejo. Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento vegetativo de três cultivares de alho (Ito, Quitéria e Chonan) submetidas a duas temperaturas de vernalização. O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras, entre maio e setembro de 2024. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, em um esquema fatorial 2 × 3, com parcelas subdivididas no tempo e quatro repetições. As temperaturas de vernalização (positiva e negativa) e as cultivares constituíram o fatorial da parcela principal, enquanto as épocas de avaliação (30, 45, 60, 75, 105 e 120 dias após o plantio) corresponderam às subparcelas no tempo. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5%. Quando significativos, os efeitos dos tratamentos foram comparados por meio de ajustes de modelos de regressão para as interações com as épocas de avaliação. Observou interação significativa entre temperaturas de vernalização, cultivares e épocas de avaliação, com crescimento quadrático das plantas, atingindo pico aos 90 dias e posterior estabilização. A vernalização positiva promoveu maior altura de plantas em todos as cultivares, destacando-se a cultivar Ito, que atingiu 80,5 cm aos 91 dias e manteve altura de plantas superior em ambas as condições, enquanto as cultivares Chonan e Quitéria tiveram baixo desempenho na condição negativa. Para o número de folhas, observaram-se interações duplas. Na interação temperatura de vernalização × épocas de avaliação, a vernalização positiva induziu ciclo rápido e definido, com pico de 7,1 folhas aos 79 dias, seguido por senescência foliar, enquanto na vernalização negativa o acúmulo de folhas seguiu um modelo linear até os 120 dias. Na interação cultivar × época de avaliação, a cultivar Ito foi precoce, com pico de 7,3 folhas aos 78 dias e senescência rápida, já a cultivar Chonan teve ciclo intermediário, com pico tardio de 7,5 folhas aos 102 dias; e a cultivar Quitéria mostrou padrão linear e contínuo, sem senescência até os 120 dias. Conclui-se que a resposta agrônômica a temperatura de vernalização é dependente da cultivar, influenciando diretamente a altura das plantas e o número de folhas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Efeitos da Vernalização Positiva e Negativa no Desempenho Produtivo de Cultivares de Alho Nobre

Neilson Junior Melo de Carvalho¹, João Pedro Rocha Alves¹, Gisele Trindade da Silva Pinto¹, Antônio Jorge Viegas Taula¹, Luis Felipe Lima e Silva¹, Valter Carvalho de Andrade Junior¹

¹ Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{neilson.carvalho1,joão.alves5,gisele.pinto}@estudante.ufla.br,
antonio.taula@gmail.com,luisufla@hotmail.com,valter.andrade@ufla.br

Palavras-chave: *Allium sativum*, vernalização negativa, desempenho agrônômico.

O alho (*Allium sativum* L.) é uma das hortaliças mais produzidas e consumidas mundialmente, com relevante importância socioeconômica, tanto pelo papel na culinária quanto pela geração de emprego e renda. No Brasil, entretanto, a produção interna ainda não supre a demanda nacional, o que mantém o país entre os principais importadores de alho. Nesse cenário, práticas de manejo, como a vernalização negativa de bulbos-semente torna-se estratégica para ampliar a competitividade do cultivo em novas regiões. A vernalização, caracterizada pela exposição dos bulbilhos sementes a baixas temperaturas antes do plantio, visa estimular a bulbificação para se obter o melhor, desempenho produtivo. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da vernalização positiva (3 a 5 °C) e negativa (-3 a -5 °C) sobre o desempenho produtivo de diferentes cultivares de alho. O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), entre maio e setembro de 2024, em delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, utilizando as cultivares Ito, Quitéria e Chonan. Ao final do ciclo foram avaliadas a produtividade comercial de bulbos e o número de bulbos. Os dados foram avaliados por análise de variância (ANOVA) e aplicação de teste de médias (Scott-Knott) a 5% de probabilidade. Houve efeito significativo da interação entre genótipo e vernalização. A vernalização positiva promoveu melhor desempenho em todos os genótipos, com produtividade média de 14,54 t ha⁻¹ e média de 47,25 bulbos, destacando-se os genótipos Chonan (15,28 t ha⁻¹ e 50,75 bulbos) e Quitéria (14,34 t ha⁻¹ e 47,25 bulbos;). Já a vernalização negativa apresentou os menores resultados, com produtividade média de 2,88 t ha⁻¹ e média de 8,83 bulbos. A cultivar Ito se destacou quando se utilizou a vernalização negativa (7,4 t ha⁻¹ e 24 bulbos; 7,4 t ha⁻¹), indicando maior potencial de manejo. Conclui-se que a resposta produtiva ao tipo de vernalização é dependente do genótipo, influenciando diretamente o desempenho produtivo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Influência De Selênio E Iodo No Teor De Clorofila De Folhas De Amoreira-Preta

Fabiano Luis de Sousa Ramos Filho¹, Carlos Henrique Milagres Ribeiro², Monalisa Gomes Barbosa³, Gustavo Aissum⁴, Gustavo Silva Freire⁵, Rafael Pio⁶

¹Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, UFLA.

²Pós-doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, UFLA.

³Mestranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, UFLA.

⁴Graduando em Agronomia, UFLA.

⁵Graduando em Agronomia, UFLA.

⁶Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

fabiano.filho1@estudante.ufla.br,
chm.ribeiro8@estudante.ufla.br, monalisa.barbosa@estudante.ufla.br,
gustavo.aissum@estudante.ufla.br, gustavo.freire@estudante.ufla.br, rafael
pio@ufla.br

Palavras-chave: *Rubus idaeus*, atividade fotossintética, fertilização foliar..

A amoreira-preta (*Rubus spp.*) é uma frutífera de elevado valor nutricional, cuja produção pode ser afetada por estresses ambientais, especialmente em regiões subtropicais. A biofortificação agrônômica com selênio (Se) e iodo (I) tem se mostrado uma estratégia promissora para melhorar a fisiologia vegetal, contribuindo para a manutenção e o aumento do teor de clorofila, maior eficiência fotossintética e melhor desempenho produtivo. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da biofortificação agrônômica, por meio da aplicação foliar de fertilizantes enriquecidos com Se e I, sobre a atividade fotossintética de plantas de amoreira-preta. O experimento foi conduzido no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras–MG, com delineamento em blocos casualizados, quatro repetições e sete plantas por parcela. Os tratamentos aplicados foram: T1 – controle; T2 – Nutriduo; T3 – Nutriduo + Iodo; T4 – Iodo; T5 – Fisium + Iodo; T6 – Fisium. A aplicação foliar ocorreu quando aproximadamente 50% das flores estavam abertas. Dez dias após, foram avaliados os teores de clorofila (a, b, total e razão a/b), com auxílio do aparelho medidor de índice de clorofila ClorofiLOG. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR[®]. Os resultados indicaram que a aplicação de fertilizantes enriquecidos com Se e I influenciou o acúmulo de pigmentos fotossintéticos em plantas de amoreira-preta. O tratamento com Fisium (T6) promoveu os maiores teores de clorofila a e total, já os tratamentos compostos por Iodo (T4) e Fisium + Iodo (T5), obtiveram resultados inferiores aos demais tratamentos. Não houve diferença estatística nos teor de clorofila b e a razão a/b. Esses achados sugerem que o Fisium (T6)

contribuiu para melhorar a eficiência fotossintética sem alterar o equilíbrio entre os fotossistemas, favorecendo a adaptação fisiológica da cultura. Conclui-se que para se obter maiores teores de clorofila a e total, a aplicação foliar com o tratamento Fisium (T6) é recomendada.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidante do suco integral de diferentes cultivares de maracujazeiro

Samuel Camargos Pereira¹, Ana Cláudia Costa Baratti¹, Carolina Valeriano de Carvalho², Geraldo de Sousa Cândido², Cléber Márcio da Silva Júnior¹

¹Departamento de Agricultura (DAG/ESAL) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Nutrição (DNU/Faculdade de Ciências da Saúde)- UFLA,
Lavras-MG, Brasil

{samuel.pereira6;cleber.junior2}@estudante.ufla.br,
{anaclaudia.costa;carolina;leila.pio;geraldo.candido}@ufla.br

Palavras-chave: Compostos bioativos, *Passiflora* spp, Qualidade de frutos.

O suco integral do maracujazeiro apresenta compostos bioativos de relevância funcional e nutricional, podendo sua concentração variar entre as espécies. Nesse contexto, a avaliação das propriedades funcionais em diferentes cultivares é essencial para a valorização daquelas cujo potencial ainda não é amplamente conhecido. Este trabalho teve como objetivo avaliar os teores de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante, determinada pelos métodos DPPH e fosfomolibdênio, presentes no suco integral de seis cultivares de maracujazeiro: BRS Sertão Forte (*Passiflora cincinnata*) – SF, BRS Sol do Cerrado (*P. edulis*) – SC, BRS Pérola do Cerrado (*P. setacea*) – PC, BRS Mel do Cerrado (*P. alata*) – MC, BRS Rubi do Cerrado (*P. edulis* × *P. edulis*) – RC e BRS Maracujá Maçã (*P. maliformis*) – MM. Os frutos foram colhidos maduros no pomar experimental do Setor de Fruticultura da UFLA. Após a higienização, procedeu-se à extração do suco integral da polpa, realizando a separação do líquido com o auxílio de uma peneira. As análises foram conduzidas em triplicata, com comparação de médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os teores de fenólicos totais variaram entre 0,55 mg EAG/g e 1,02 mg EAG/g. A cultivar MC apresentou o valor mais elevado, enquanto o cultivar SC apresentou o menor valor. Na atividade antioxidante determinada pelo método DPPH, os valores oscilaram entre 256,42 $\mu\text{mol TE/g}$ e 420,37 $\mu\text{mol TE/g}$. A cultivar SC apresentou a maior atividade, diferindo de PC, que obteve o menor valor. Pelo método do fosfomolibdênio, a atividade antioxidante variou entre 4,56 $\mu\text{mol TE/g}$ e 15,52 $\mu\text{mol TE/g}$. O cultivar MC apresentou o maior valor, diferindo estatisticamente de SF, que apresentou a menor atividade antioxidante por este método. Esses resultados evidenciam que a variabilidade genética exerce influência sobre os teores fenólicos e a capacidade antioxidante entre as seis cultivares de maracujazeiro. Tal padrão reforça a existência de grupos semelhantes, ao mesmo tempo em que aponta cultivares específicas com maior potencial funcional.

Agradecimentos: FAPEMIG, CAPES, CNPq, EMBRAPA e UFLA.

Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento da acidez tartárica em uvas Sauvignon Blanc cultivadas em ciclo de inverno

Bernardo Siqueira Costa Barbosa¹, Jucimar Moreira de Oliveira², Caio Canestri Ribeiro³, Leandro Donizeti Souza Costa⁴, Rafael Pio⁵, Pedro Maranhã Peché⁶

^{1,2,3,4,5,6} Departamento de Agricultura/Setor de fruticultura– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brasil.

Bernardo.barbosa1@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, análise temporal, vinhedos, *Vitis vinifera*.

A viticultura de inverno no Sudeste do Brasil tem se destacado pela produção de vinhos de qualidade, em que a acidez tartárica é um parâmetro essencial para o equilíbrio e a estabilidade do produto. O monitoramento tradicional desse atributo é destrutivo e oneroso, enquanto o sensoriamento remoto por satélite surge como alternativa prática e não destrutiva. Assim, este estudo buscou avaliar a relação entre índices de vegetação e a acidez tartárica em uvas Sauvignon Blanc ao longo da maturação. O objetivo foi analisar a dinâmica temporal da correlação entre índices de vegetação, obtidos por imagens de satélite, e a evolução da acidez tartárica em vinhedos de *Vitis vinifera* L. Sauvignon Blanc, conduzidos em ciclo de inverno no Sul de Minas Gerais. O experimento foi realizado em parceria com a Vinícola Almas Gerais, em Macaia, município de Bom Sucesso (MG), a 865 m de altitude. Foram coletados 48 pontos georreferenciados e adquiridas imagens multiespectrais com resolução espacial de 3 m em cinco datas distintas de 2024 (14/06, 18/06, 26/06, 04/07 e 10/07), após o pintor, para cálculo de 16 índices de vegetação (NDVI, NGRDI, SAVI, RI, ExG, ExR, ExGR, GLI, CIVE, PCD, PVR, NDRE, GNDVI, GCI, MCARI e NLI). Os dados foram submetidos à análise estatística no software R. O efeito das épocas de avaliação sobre a acidez tartárica foi testado por Modelo Linear de Efeitos Mistos (LMM), considerando os pontos como efeito aleatório, seguido de teste de Tukey ($p < 0,05$). A relação entre acidez e índices de vegetação foi avaliada por regressão linear simples, com base no coeficiente de determinação (R^2) e na significância do modelo. Os resultados indicaram efeito significativo da data de avaliação sobre a acidez tartárica ($p < 0,001$), com redução progressiva ao longo da maturação, de 27,97 g/L na primeira coleta para 13,08 g/L na última (10/07). Houve diferença estatística entre quase todas as datas, exceto entre 26/06 e 04/07 ($p = 0,68$), apontando um período de menor variação. Todos os 16 índices avaliados apresentaram correlação significativa ($p < 0,001$) com a acidez, mas os valores de R^2 foram baixos, indicando baixo poder explicativo dos modelos de regressão em relação à acidez. Os maiores coeficientes de determinação foram observados para NLI ($R^2 = 0,39$), CIVE ($R^2 = 0,38$) e MCARI ($R^2 = 0,38$), enquanto o NDVI apresentou $R^2 = 0,32$. Apesar de estatisticamente significativos, esses modelos explicaram menos da metade da variação da acidez, indicando que outros fatores fisiológicos e ambientais também influenciam esse parâmetro. Os resultados demonstram que a acidez tartárica apresentou redução consistente ao longo da maturação e que diferentes índices de vegetação apresentaram relação com esse comportamento, ainda que com baixo poder explicativo individual. O uso de imagens de satélite representa uma ferramenta robusta e não destrutiva para monitorar a maturação ácida em vinhedos conduzidos em ciclo de inverno.

Agradecimentos Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Comparação de sistemas de condução no manejo de videiras para produção de vinhos finos em clima subtropical

Bernardo Siqueira Costa Barbosa¹, Jucimar Moreira de Oliveira², Caio Canestri Ribeiro³, Leandro Donizeti Souza Costa⁴, Rafael Pio⁵, Pedro Maranhã Peche⁶

^{1,2,3,4,5,6} Departamento de Agricultura/Setor de fruticultura– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brasil.

Bernardo.barbosa1@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Guyot, espaldeira, vinhedos, *Vitis vinifera*.

A expansão da viticultura de vinhos finos em regiões subtropicais, como o Sul de Minas, exige a adaptação do manejo para garantir produtividade e qualidade. A técnica da dupla poda, que permite a colheita de inverno, depende do sistema de condução para equilibrar o crescimento vegetativo e a produção. Este estudo avaliou os efeitos dos sistemas de condução Espaldeira e Guyot sobre o crescimento de ramos, número de gemas, brotos e inflorescências por planta das cultivares Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc. O experimento foi conduzido em parceria com a Vinícola Almas Gerais, em Macaia, Bom Sucesso–MG (21°09'05"S, 44°53'29"W; 865 m), utilizando delineamento em blocos casualizados, fatorial 2x2, com cinco repetições. Avaliações ocorreram durante o ciclo vegetativo, após a poda de produção em janeiro. Semanalmente, foram mensurados três ramos produtivos por planta para acompanhar a dinâmica de crescimento e ao final do ciclo vegetativo, antes da maturação (pintor), contabilizou-se número de gemas, brotos e inflorescências por planta. Os dados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey a 5% de probabilidade no software R. A ANOVA revelou que o número de gemas foi influenciado pelo sistema de condução ($p < 0.001$) e pela interação com a cultivar ($p < 0.001$). O sistema Guyot resultou em maior carga de gemas, especialmente para Sauvignon Blanc, enquanto a Espaldeira apresentou menor número. Contudo, esse aumento não se refletiu em maior brotação ou fertilidade. Para o número de brotos, observou-se efeito significativo da cultivar ($p < 0.001$) e do sistema ($p = 0.015$), com a Espaldeira favorecendo maior brotação em ambas as cultivares. Em relação ao número de inflorescências, tanto a cultivar quanto o sistema apresentaram efeitos significativos ($p < 0.001$), com interação relevante ($p = 0.038$). A Sauvignon Blanc manejada em Guyot apresentou quase ausência de flores (0.38), em contraste com a Espaldeira (10.1). Para Cabernet Sauvignon, a Espaldeira também apresentou maior produção (27.4) em comparação ao Guyot (23.4). A análise de medidas repetidas para crescimento vegetativo indicou que a cultivar e a interação Cultivar $\times$ Sistema foram altamente significativas, além da influência temporal. As curvas de crescimento mostraram padrões distintos entre os tratamentos, evidenciando que o vigor vegetativo resulta da combinação entre a cultivar e o sistema de condução. Sob as condições do estudo, o sistema Espaldeira mostrou-se mais eficiente na conversão do potencial vegetativo em produção, garantindo maior fertilidade de gemas e estabilidade produtiva. O sistema Guyot, apesar de permitir maior número de gemas, revelou-se agronomicamente inviável, especialmente para a cultivar Sauvignon Blanc. Assim, para a viticultura de colheita de inverno no Sul de Minas, a Espaldeira é recomendada como estratégia técnica mais adequada para maximizar o potencial produtivo das cultivares avaliadas.

Agradecimentos Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

CORRELAÇÃO DE pH COM ÍNDICE DE VEGETAÇÃO NA CULTIVAR SAUVIGNON BLANC

Eneidy Costa Nardes¹, Bernardo Siqueira Costa Barbosa², Rafael Pio³, Pedro Maranhã Peche⁴, Caio Canestri Ribeiro⁵, Leandro Costa⁶, Jucimar Moreira de Oliveira⁷.

¹Departamento de Agricultura/DAG– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil; ²Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

(eneidy.nardes1@estudante.ufla.br¹, bernardo.barbosa1@estudante.ufla.br, rafaelpio@ufla.br³, pedro.peche@ufla.br⁴, caio.ribeiro2@estudante.ufla.br, leandro.costa3@estudante.ufla.br⁶, jucimar.oliveiral@estudante.ufla.br)

Palavras-chave: sensoriamento remoto, maturação, viticultura.

A viticultura de inverno no Sudeste do Brasil tem se destacado pela produção de vinhos de qualidade, em que a acidez tartárica é um parâmetro essencial para o equilíbrio e a estabilidade do produto. O objetivo foi analisar a dinâmica temporal da correlação entre índices de vegetação, obtidos por imagens de satélite, e a evolução da acidez tartárica em vinhedos de *Vitis vinifera* L. Sauvignon Blanc, conduzidos em ciclo de inverno no Sul de Minas Gerais. O experimento foi realizado em parceria com a Vinícola Almas Gerais, em Macaia, município de Bom Sucesso (MG), a 865 m de altitude. Foram coletados 48 pontos georreferenciados e adquiridas imagens multiespectrais com resolução espacial de 3 m em cinco datas distintas de 2024 (14/06, 18/06, 26/06, 04/07 e 10/07), após o pintor, para cálculo de 16 índices de vegetação (NDVI, NGRDI, SAVI, RI, ExG, ExR, ExGR, GLI, CIVE, PCD, PVR, NDRE, GNDVI, GCI, MCARI e NLI). Os dados foram submetidos à análise estatística no software R. O efeito das épocas de avaliação sobre a acidez tartárica foi testado por Modelo Linear de Efeitos Mistos (LMM), considerando os pontos como efeito aleatório, seguido de teste de Tukey ($p < 0,05$). A relação entre acidez e índices de vegetação foi avaliada por regressão linear simples, com base no coeficiente de determinação (R^2) e na significância do modelo. Os resultados indicaram efeito significativo da data de avaliação sobre a acidez tartárica ($p < 0,001$), com redução progressiva ao longo da maturação, de 27,97 g/L na primeira coleta para 13,08 g/L na última (10/07). Houve diferença estatística entre quase todas as datas, exceto entre 26/06 e 04/07 ($p = 0,68$), apontando um período de menor variação. Todos os 16 índices avaliados apresentaram correlação significativa ($p < 0,001$) com a acidez, mas os valores de R^2 foram baixos, indicando baixo poder explicativo dos modelos de regressão em relação à acidez. Os maiores coeficientes de determinação foram observados para NLI ($R^2 = 0,39$), CIVE ($R^2 = 0,38$) e MCARI ($R^2 = 0,38$), enquanto o NDVI apresentou $R^2 = 0,32$. Apesar de estatisticamente significativos, esses modelos explicaram menos da metade da variação da acidez, indicando que outros fatores fisiológicos e ambientais também influenciam esse parâmetro. Os resultados demonstram que a acidez tartárica apresentou redução consistente ao longo da maturação e que diferentes índices de vegetação apresentaram relação com esse comportamento, ainda que com baixo poder explicativo individual. O uso de imagens de satélite, aliado a modelos mistos, representa uma ferramenta robusta e não destrutiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Influência do espaçamento de plantio na produtividade, qualidade e parâmetros biométricos da cana-de-açúcar na região do Campo das Vertentes

Maurílio Ricardo PEIXOTO¹, Luiz Daniel Rodrigues da SILVA², Guilherme Vieira PIMENTEL³

¹Mestrando em Fitotecnia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Doutorando em Fitotecnia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Professor, Doutor, Departamento de Agricultura/DAG

Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

maurilio.peixoto1@estudante.ufla.br, luiz.silva45@estudante.ufla.br,
guilherme.pimentel@ufla.br

Palavras-chave: Espaçamento simples; duplo alternado; triplo alternado

Estudos regionais sobre espaçamento de plantio são essenciais para definir práticas agronômicas adequadas que potencializem o rendimento e a qualidade na cultura. Desta forma, objetivou-se determinar qual configuração otimiza os caracteres biométricos, a produtividade e a qualidade da cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido a campo no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os tratamentos foram quatro espaçamentos entre linhas: simples de 0,9 m; simples de 1,5 m; duplo alternado (0,9 m x 1,5 m) e triplo alternado (0,75 m x 0,75 m x 1,5 m), com quatro repetições. A variedade estudada foi a RB966928 e as avaliações foram realizadas em três safras consecutivas. Foram avaliados parâmetros biométricos e de qualidade, além da produtividade. O espaçamento simples de 1,5 m foi o que apresentou maior número de colmos por metro e manteve a produtividade em cortes subsequentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Acúmulo de biomassa de batata-doce cultivada *in vitro* sob sistema de ventilação natural

Nilza Alcina Manuel Muale¹; Ana Caroline Batista da Silva¹; Rafael Marlon Alves de Assis¹, Flávio Juízo Alberto¹, Suzan Kelly Vilela Bertolucci¹, José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

nilza.muale@estudante.ufla.br, ana.silva156@estudante.ufla.br, rafamarlon7@gmail.com, flavio.alberto@estudante.ufla.br, suzan@ufla.br, jeduardo@ufla.br

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*, Trocas gasosas, Cultivo *in vitro*.

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L. Lam.) é uma cultura tropical e subtropical de alto valor nutricional, funcional e agrônômico, amplamente utilizada na alimentação humana, animal e na indústria. O cultivo *in vitro* possibilita a propagação rápida de plântulas uniformes e livres de patógenos, com controle preciso das condições ambientais. A ventilação natural melhora o microambiente nos frascos, favorecendo trocas gasosas, reduzindo estresse e promovendo maior vigor das plântulas. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de ventilação natural no crescimento *in vitro* da batata-doce. Os segmentos nodais até o terceiro nó, contendo um par de folhas, foram obtidos de plantas matrizes mantidas em casa de vegetação no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais e Plantas Medicinais da UFLA. Após processo de assepsia, os explantes foram cultivados em meio MS contendo 5,5 g L⁻¹ de ágar, sem adição de sacarose e pH 5,7 ± 0,1. Os explantes foram mantidos em sala de crescimento a 26 ± 1 °C, sob fotoperíodo de 16/8 h. Quatro tratamentos foram utilizados: cultivo convencional (controle sem ventilação – SV) e frascos com 1 (SVN1), 2 (SVN2) e 4 membranas porosas (SVN4). O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos, 5 repetições, 2 frascos por repetição e 5 plântulas por frasco, totalizando 200 plântulas. Após 60 dias, as plântulas foram coletadas, secas em estufa de circulação forçada de ar a 40 °C até peso constante. Foram avaliadas as biomassas secas da folha (BSF), do caule (BSC), da raiz (BSR) e total (BST). Os dados foram submetidos à análise estatística via SISVAR, com comparação das médias pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Os maiores acúmulos de BSF foram observados no SVN4 (19,82 mg) e no SVN2 (17,83 mg). Para a BSC, também se destacaram o SVN4 (3,13 mg) e o SVN2 (2,32 mg). Na BSR, o SVN4 (5,97 mg) e o SVN2 (4,30 mg) apresentaram os maiores valores. Já para a BST, os maiores acúmulos foram obtidos no SVN4 (28,93 mg) e no SVN2 (24,46 mg). Conclui-se que a ventilação natural com 4 membranas porosas (SVN4), por favorecer as trocas gasosas, promove maior acúmulo de biomassa *in vitro* da batata-doce.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq, FAPEMIG e CAPES

Síntese de proteína em batata-doce *in vitro* sob diferentes intensidades luminosas

Nilza Alcina Manuel Muale¹, Flavio Juízo Alberto, Lurdeslaine Faria Teixeira¹, Vitor De Laia Nascimento², Suzan Kelly Vilela Bertolucci¹, Jose Eduardo Brasil Pereira Pinto¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

nilza.muale@estudante.ufla.br, flavio.alberto@estudante.ufla.br, lurdeslaine@estudante.ufla.br, vitor.nascimento@ufla.br, suzan@ufla.br, jeduardo@ufla.br

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*, explantes, metabolismo proteico.

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (Lam). L) é uma cultura de relevância agrônômica e biotecnológica, utilizada em melhoramento genético e propagação clonal. O cultivo *in vitro* destaca-se pela produção de plantas saudáveis e alta capacidade de multiplicação num pequeno espaço e tempo. Objetivou-se avaliar o conteúdo de proteínas totais em plantas de batata-doce cultivadas *in vitro* sob diferentes intensidades luminosas. Os segmentos nodais até o terceiro nó com aproximadamente 1 cm, foram obtidos de plantas matrizes mantidas em casa de vegetação do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais e Plantas Medicinais da UFLA. Segmentos nodais até o terceiro nó, sem folhas, foram cultivados em meio Murashige e Skoog (MS) contendo 30 g L⁻¹ de sacarose, 5,5 g L⁻¹ de ágar, pH 5,7 ± 0,1. Os explantes foram cultivados sob diferentes intensidades luminosas em sala de crescimento à temperatura de 26 ± 1 °C e fotoperíodo de 16/8 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 5 tratamentos (26, 51, 69, 94 e 130 µmol m⁻² s⁻¹), 4 repetições e 7 plântulas por repetição, totalizando 140 plântulas. Após 60 dias de cultivo, as folhas foram excisadas, desidratadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante. Para extração proteica, 20 mg do pó das folhas foram lavados com etanol 100%, solubilizados em NaOH e incubados em banho-maria, com posterior centrifugação. O sobrenadante obtido foi utilizado para a quantificação das proteínas solúveis totais pelo método de Bradford, com leituras a 595 nm. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os tratamentos diferiram significativamente entre si, sendo que a intensidade luminosa de 130 µmol m⁻² s⁻¹ resultou no maior acúmulo de proteínas (5,78 mg), valor estatisticamente superior ao obtido sob 94 µmol m⁻² s⁻¹ (3,93 mg) e aos demais níveis avaliados. Conclui-se que a intensidade luminosa de 130 µmol m⁻² s⁻¹ foi a mais eficaz para estimular a síntese proteica em batata-doce cultivada *in vitro*, indicando que níveis elevados de luz potencializam o metabolismo proteico e favorecem o vigor das mudas produzidas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CNPq, FAPEMIG e CAPES.

Dinâmica temporal dos índices de vegetação em vinhedos com imagens de satélite de alta resolução e correlações com sólidos solúveis totais.

Jucimar Moreira de Oliveira¹, Bernardo Siqueira Costa Barbosa², Caio Canestri Ribeiro³, Leandro Donizeti Souza Costa⁴, Rafael Pio⁵, Pedro Maranhã Peche⁶

^{1,2,3,4,5,6} Departamento de Agricultura/Setor de fruticultura– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brasil.

Jucimar.oliveiral@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Índice de Vegetação, Sólidos solúveis, vinhedos, *Vitis vinifera*.

O sensoriamento remoto é uma ferramenta essencial na viticultura de precisão, permitindo a caracterização do vigor vegetativo e a identificação de variabilidades intraparcelsares ao longo do ciclo fenológico. Entre os índices espectrais mais empregados, destacam-se o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e o NDRE (Índice de Vermelho-Edge Normalizado), devido à sua capacidade de representar diferentes aspectos do desenvolvimento das videiras. No entanto, além do monitoramento do vigor, existe um crescente interesse em associar esses índices a parâmetros qualitativos da uva, como os teores de sólidos solúveis (Brix), que são indicativos do estágio de maturação e da qualidade final do produto. Neste contexto, a análise de regressão entre índices de vegetação e atributos físico-químicos das uvas torna-se fundamental para validação e aplicação prática dessas ferramentas. O presente estudo avaliou a relação entre 16 índices espectrais, incluindo CIVE, NLI, GLI, ExG, MCARI, NDVI, SAVI, PCD, NGRDI, RI, PVR, ExR, ExGR, NDRE, GNDVI e GCI com os valores de Brix obtidos em vinhedos. O experimento foi realizado em parceria com a Vinícola Almas Gerais, localizada em Macaia, município de Bom Sucesso, Minas Gerais, Brasil (21°09'05"S, 44°53'29"W; altitude de 865 m), utilizando a variedade *Vitis vinifera* L. Sauvignon Blanc enxertada no porta-enxerto IAC 766 Campinas. Foram coletados 48 pontos georreferenciados em cinco datas nos meses de junho a julho de 2024 e adquiridas imagens de satélite multiespectrais com resolução espacial de 3 metros, captadas durante a maturação da uva, após o período de pintor, para calcular os índices de vegetação. Os dados foram submetidos à ANOVA e modelos de regressão linear (5% de probabilidade) utilizando o software R e a relação entre Brix e índices de vegetação foi avaliada por regressão linear simples, com base no coeficiente de determinação (R^2) e na significância do modelo. Os resultados demonstraram que a maioria dos índices apresenta correlações significativas com o Brix, sendo que **CIVE** obteve a maior correlação positiva (0,801), enquanto **NLI**, **GLI**, **ExG** e **MCARI** apresentaram as maiores correlações negativas (próximas de -0,80). Índices amplamente utilizados como **NDVI** e **NDRE** também mostraram correlações significativas, porém moderadas a forte (-0,736 e -0,635, respectivamente). Essas relações sugerem que é possível utilizar dados espectrais não apenas para monitorar o vigor, mas também para inferir indiretamente o estado de maturação da uva, auxiliando na tomada de decisão quanto ao momento ideal de colheita.

Agradecimentos Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Produção de hastes florais de *Zinnia elegans* em telas de sombreamento

Carmélia Maia Silva¹, Patrícia Duarte de Oliveira Paiva¹, Carlos Henrique Milagres Ribeiro¹, Danilo dos Santos Alves² Francilene de Lourdes Bonifácio¹, Maria Lenice de Oliveira¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

carmelia.silva@estudante.ufla.br¹, patriciapaiva@ufla.br²,
chm.ribeiro8@gmail.com³, danilo.alves@estudante.ufla.br⁴,
francilene.bonifacio2@estudante.ufla.br⁵,
maria.oliveira43@estudante.ufla.br⁶

A espécie ornamental *Zinnia elegans* Jacq. apresenta potencial como flor de corte, possui hábito de crescimento herbáceo e apresenta vasta diversidade na coloração das flores. Apesar disso, não há muitas informações e tecnologias para sua produção. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi testar diferentes telas de sombreamento na produção de hastes florais de *Zinnia elegans* cv. Luz da lua. O experimento foi conduzido no Setor de Plantas Ornamentais do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras - DAG/UFLA. As sementes de *Zinnia* foram semeadas em bandejas em substrato comercial e, quando atingiram cerca de 10 cm de comprimento, foram transplantadas para vasos de capacidade de 1,7 L, contendo solo, areia e composto orgânico na proporção 1:1:1. O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado - DIC com 5 tratamentos que foram os diferentes ambientes de cultivo sol pleno (controle), tela de sombreamento preta 30%, tela de sombreamento preta 50%, tela de sombreamento azul 50% e tela de sombreamento vermelha 50%, composto por 5 repetições, constituídas de 8 plantas por parcela. Avaliou-se aos 90 dias, o número total de flores e o comprimento das hastes florais (cm) com auxílio de uma régua graduada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, a nível de 5% de significância utilizando-se o programa Sisvar. Pode-se observar que o maior número de flores foi obtido na tela de sombreamento preta 30% (valor médio de 27,5) que diferiu significativamente dos demais telas de sombreamento, já para o comprimento das hastes florais, os maiores resultados foram obtidos com a tela vermelha (47,8 cm) seguidos da tela azul (42,78 cm), preta 30% (42,14 cm), preta 50% (38,27cm) e pleno sol (33,27 cm). Pode-se concluir que as diferentes telas de sombreamento influenciam no desenvolvimento e produção das hastes florais da cultura da *Zinnia*.

Palavras-chave: Floricultura, plantas ornamentais, flor de corte, telas fotoconversoras

Agradecimentos: CAPES, CNPq e FAPEMIG

Levantamento da composição e dominância de plantas espontâneas em pomar de amoreira-preta no Sul de Minas Gerais

Gabriele Padilha Schneider¹, Carlos Henrique Milagres Ribeiro², Denny Oswaldo Páez Pinango³, Rafael Pio⁴, Fabiano Luis de Sousa Filho⁵, Filho Gustavo Silva Freire⁶

Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

gabriele.schneider@estudante.ufla.br,
rafaelpio@ufla.br, carlos.ribeiro5@estudante.ufla.br,
denny.pinango1@estudante.ufla.br, monalisa.barbosa@estudante.ufla.br,
Fabiano.filho1@estudante.ufla.br

Palavras-chave: plantas daninhas; levantamento fitossociológico; *Rubus spp.*; manejo cultural.

A amoreira-preta ‘Tupy’ possui relevância socioeconômica no Sul de Minas Gerais devido à alta produtividade e qualidade dos frutos. Entretanto, o manejo enfrenta dificuldades com plantas daninhas, que competem por recursos e dificultam a colheita. A correta identificação dessas espécies é fundamental para compreender seu ciclo e adotar estratégias de controle adequadas. O objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar plantas espontâneas no cultivo da amoreira-preta ‘Tupy’, avaliando parâmetros fitossociológicos. O estudo foi conduzido em pomar implantado em 2022, no setor de Fruticultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), utilizando o método do quadrado inventário em oito linhas de cultivo, com espaçamento de $3,0 \times 0,5$ m. Foram avaliados 20 quadrados de $1,0 \times 1,0$ m em setembro de 2025. O pomar não é irrigado e atualmente o controle de plantas daninhas é realizado por capina manual. Os parâmetros fitossociológicos avaliados incluíram: (i) frequência, que expressa a presença de cada espécie nas amostras; (ii) densidade, número de indivíduos por área; (iii) dominância, área ocupada ou biomassa relativa das espécies; e (iv) o IVI índice de valor de importância representa a relevância ecológica total de uma espécie em uma comunidade, que integra essas três variáveis para indicar a importância ecológica de cada espécie. Foram identificadas 12 espécies, sendo *Brachiaria (Urochloa decumbens)* a mais frequente e competitiva, com os maiores valores para todos os parâmetros. As demais espécies apresentaram menor representatividade, destacando-se Angiquinho (*Aeschynomene denticulata*), Apaga-fogo/Periquito/Mangerição (*Alternanthera tenella*) Losna-branca (*Parthenium hysterophorus*) e Buva (*Conyza bonariensis*), que contribuíram de forma secundária para a comunidade. Conclui-se que a flora espontânea no pomar de amoreira-preta ‘Tupy’ é dominada pela *Brachiaria*, reforçando a necessidade de estratégias de manejo específicas para redução da competição e otimização da colheita.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências UFLA e CNPq.

Características físico-químicas e teor de vitamina C em cultivares de marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.)

Gabriele Padilha Schneider¹, Carlos Henrique Milagres Ribeiro², Rafael Pio³, Fabiano Luis de Sousa Ramos Filho⁴, Monalisa Gomes Barbosa⁵, Gustavo Silva Freire⁶

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Sistemas de Computação/ICET
Universidade – Blumenau, SC – Brasil

Gabriele.schneider@estudante.ufla.br,
carlos.ribeiro5@estudante.ufla.br, rafaelpio@ufla.br
fabiano.filho1@estudande.ufla.br,
monalisa.barbosa@estudante.ufla.br, gustavo.freire@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Ácido ascórbico, composto nutracêutico, qualidade de frutos.

O marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.) destaca-se por seu elevado valor nutricional, especialmente pelos teores de fibras, compostos bioativos e vitamina C, entretanto pode ocorrer uma variação nesses teores em função das cultivares. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de duas safras (2023/2024 e 2024/2025) e o desempenho de diferentes cultivares nas suas características físico-químicas e no teor de ácido ascórbico dos frutos de marmeleiro. Foram utilizados frutos colhidos no estágio de maturação comercial das cultivares ‘Pêra’, ‘Portugal’ ‘Bereckzy’, ‘Smyrna’, ‘Provence’, ‘Alongado’ ‘Fuller’ e ‘Mendonza’, inta-37, em uma área comercial situada na cidade de Marmelópolis -MG, após a colheita, os frutos foram acondicionados em caixa de isopor e transportados para o setor de fruticultura pertencente a Universidade Federal de Lavras. As variáveis analisadas foram pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e vitamina C. As análises foram realizadas em polpa triturada, adotando-se delineamento em blocos casualizados, composto por quatro blocos e 15 frutos colhidos no estágio de maturação comercial por bloco, em esquema fatorial 8×2 , com aplicação do teste de Tukey (5%). Observou-se variabilidade significativa entre as cultivares. O pH variou de 2,82 (‘Provence’) a 3,35 (‘Pera’). Para AT, destacaram-se ‘Bereckzy’ e ‘Alongado’, com os maiores valores, enquanto ‘Fuller’ apresentou os menores. Nos SS, sobressaíram ‘Fuller’ e ‘Bereckzy’, em contraste com ‘Provence’, que apresentou os menores teores. Em relação à vitamina C, ‘Provence’ apresentou os maiores valores (>422 mg/100 g), seguida por ‘Pera’ e ‘Alongado’, enquanto ‘Portugal’ e ‘Bereckzy’ registraram os menores teores. Conclui-se que há ampla variabilidade entre as cultivares avaliadas, sendo ‘Provence’ a de maior destaque nutricional, enquanto ‘Fuller’ e ‘Bereckzy’ se mostraram promissoras para o consumo e processamento em função dos teores de sólidos solúveis e acidez.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências PIBIC/UFLA, CNPq (Processo 403040/2023-0), FAPEMIG (APQ-03781-22) e INCT Segurança de Solo e Alimento (Processo 406577/2022-6).

Catalase, H₂O₂ e viabilidade de sementes de *Coffea canephora* sob secagem e criopreservação

Gabriela Ribeiro Gontijo¹, Ana Luiza de Oliveira Vilela¹, Ana Maria Oliveira Ferreira², Mariana Chagas Costa¹, Maria Fernanda Nunes Nogueira¹, Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa³.

¹Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Universidade Federal de Viçosa (UFV) Campus Florestal CEP 35690-000 – Florestal, MG – Brasil

³Embrapa Café

Parque Estação Biológica PqEB W3 norte final Parque Estação Biológica, PQEB, CEP 70770-901 – Brasília, DF – Brasil.

gabriela.gontijo2@estudante.ufla.br, ana.vilela5@ufla.br,
ana.o.ferreira@ufv.br, sttela.rosa@embrapa.br,
mariana.costall@estudante.ufla.br, maria.nogueira@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Criopreservação, *Coffea* sp.

As sementes de *C. canephora* são sensíveis à dessecação e ao frio, o que dificulta sua conservação. A criopreservação é uma alternativa, mas o sucesso está relacionado ao equilíbrio oxidativo mediado por enzimas como a catalase (CAT), responsáveis pela neutralização do peróxido de hidrogênio (H₂O₂). O objetivo foi avaliar a viabilidade de sementes submetidas à secagem e criopreservadas por meio da CAT e do teor de H₂O₂. Sementes de Apoatã IAC 2258 (17 e 18% de água) foram acondicionadas em alumínio ou filó, imersas em N líquido e reaquecidas em banho-maria (45 °C/2 min). A qualidade fisiológica foi avaliada pelo teste de tetrazólio e pela quantificação de CAT e H₂O₂ em espectrofotômetro. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 (umidades) × 3 tratamentos (testemunha sem criopreservação; e criopreservadas em papel alumínio ou filó), com quatro repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). Sementes com 18% bu mantiveram alta viabilidade (88–90%) e o teor de 17% gerou uma redução desse percentual (70–85%) em todas as embalagens. A atividade da CAT foi superior em 18% bu na embalagem Filó, e em 17% a embalagem de alumínio apresentou os maiores valores de atividade. O H₂O₂ variou conforme teor de água e embalagem, com maiores valores em 18% bu (até 11,36 mmol g⁻¹ MF) e mínimos em 17% (0,08–0,58 mmol g⁻¹ MF). Conclui-se que sementes a 18% bu em alumínio apresentaram melhor desempenho, conciliando viabilidade, atividade antioxidante e controle do H₂O₂.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG, INCT Café, Consórcio Pesquisa Café e Embrapa Café.

O uso de moléculas sinalizadoras como condicionamento fisiológico para aumentar a tolerância a estresses abióticos

Marília Botelho Barbosa Lima¹, Anna Carolina Abreu Francisco da Costa¹, Isabela Vilela Rezende¹, William Alves Arantes¹, Sebastião Márcio de Azevedo¹, Heloísa Oliveira dos Santos¹

¹Departamento de Agricultura /ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{marilia.lima3, anna.silva15, isabela.rezende1,
william.arantes}@estudante.ufla.br, {sebastiao.azevedo,
heloisa.osantos}@ufla.br

Palavras-chave: Estresse abiótico, tomate grape, priming.

O tomate é a principal hortaliça com maior produção e seu crescimento é altamente influenciado pelas condições ambientais, sendo suscetível a vários estresses, sejam eles bióticos ou abióticos, o que pode comprometer processos como a germinação, o crescimento, o desenvolvimento e a sobrevivência das plantas. Neste sentido, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar a eficiência do uso de moléculas sinalizadoras, durante o condicionamento fisiológico, para indução de tolerância à deficiência hídrica, salinidade e altas temperaturas durante os processos de germinação e desenvolvimento de plântulas de sementes de *Solanum lycopersicum* tipo grape. As moléculas sinalizadoras utilizadas foram: nitroprussiato de sódio (100 µM), peróxido de hidrogênio (80 µM), quitosana (0,1g/mL = 0,01%) e água destilada, além do controle o qual não passou pelo condicionamento. A germinação ocorreu em diferentes tipos de estresse: restrição hídrica induzida com polietileno glicol 6000 – PEG (-0,1 MPa) estresse salino de NaCl (-0,2 MPa), estresse térmico com temperatura alternada 20 °C – 30 °C e controle com água destilada. A aplicação dessas moléculas foi via técnica de condicionamento fisiológico. Foram avaliados a germinação, o vigor das sementes por meio dos testes de primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), tempo necessário para que 50% das sementes de uma amostra germinem (T50) e análise de imagem. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 5x4 e o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Como resultado, obteve-se que o uso da quitosana minimizou o efeito da salinidade e aumentou a porcentagem de plântulas normais enquanto o peróxido de hidrogênio minimiza o estresse por alta temperatura e o nitroprussiato de sódio minimiza o efeito da seca. Dessa forma, essas moléculas favorecem a manutenção da viabilidade e melhor estabelecimento das plântulas em condições adversas contribuindo para a sustentabilidade da produção agrícola em cenários de mudança climática.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Classificação de sementes de grão-de-bico baseada em imagens com abordagens de visão computacional e aprendizado de máquina

José Victor Mauricio de Jesus¹, Ivan David Briceño Pinzon¹, Isabela Vilela Rezende¹, William Alves Arantes¹, Raquel Maria de Oliveira Pires¹, Heloisa Oliveira dos Santos¹

¹Setor de Sementes, Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jose.jesus2@estudante.ufla.br; ivan.pinzon2@estudante.ufla.br; isabela.rezende1@estudante.ufla.br; william.arantes@estudante.ufla.br; raquelmopires@ufla.br; heloisa.osantos@ufla.br

Palavras-chave: *Cicer arietinum*, fenotipagem digital, sementes

O grão-de-bico (*Cicer arietinum*) é uma leguminosa de destaque agrônomo, amplamente cultivada e representada por diferentes cultivares no Brasil. A semelhança morfológica entre cultivares dificulta sua correta identificação, comprometendo a pureza varietal de sementes. Diante disso, objetivou-se avaliar modelos de classificação de cultivares de grão-de-bico por meio de visão computacional e aprendizado de máquina supervisionado, utilizando atributos morfométricos extraídos de imagens digitais de sementes. O experimento foi conduzido no Laboratório Central de Pesquisa em Sementes (LCPS) do Departamento de Agricultura (DAG/UFLA). Foram utilizadas nove cultivares de grão-de-bico provenientes da Embrapa Hortaliças, correspondentes a cinco cultivares de tipo ‘*kabuli*’, e quatro cultivares de tipo ‘*desi*’. As imagens (formato .png) das sementes de cada cultivar foram adquiridas utilizando um GroundEye S800® e a partir destas, 21 atributos de cor, forma e tamanho foram determinados. Para a classificação varietal foram utilizados os modelos de aprendizado supervisionado *Support Vector Machine* (SVM), *Multilayer perceptron* (MLP), *Random Forest* (RF) e *k-Nearest Neighbors* (k-NN). O desempenho dos modelos foi analisado por validação cruzada, considerando métricas de acurácia e o coeficiente de correlação de Matthews. Entre os modelos testados, SVM e RF apresentaram os melhores resultados, alcançando acurácia de 95,37% e 94,26%, respectivamente, além de elevada capacidade discriminatória (95,10% e 94,24%). Os resultados evidenciam que o uso de visão computacional associada a algoritmos de aprendizado supervisionado é promissora por permitir a classificação varietal de sementes de grão-de-bico, permitindo distinguir com alta precisão cultivares morfológicamente semelhantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Padronização de metodologia para teste de tetrazólio em sementes de macaúba

Anna Carolina Abreu Francisco da Costa¹, Davi Maranini Santos¹, Isabela Vilela Rezende¹, Marília Mendes dos Santos Guaraldo¹, Rafael Peron Castro¹, Heloisa Oliveira dos Santos¹.

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{anna.silva15@estudante.ufla.br, davi.santos2@estudante.ufla.br,
isareznde@gmail.com, marilia.guaraldo1@estudante.ufla.br,
rafael.peron@ufla.br, helois.osantos@ufla.br}

Palavras-chave: Viabilidade, vigor, qualidade fisiológica.

A análise da qualidade fisiológica de sementes é uma avaliação essencial em programas de produção de sementes, e, atualmente, tem ocorrido o aumento na demanda por métodos que sejam capazes de fornecer tais resultados em um menor intervalo de tempo, visando a acelerar a tomada de decisão nas diversas etapas do processo produtivo. Sendo assim, o teste de tetrazólio destaca-se como uma alternativa promissora, devido a rapidez na determinação da viabilidade e vigor de sementes. No presente trabalho objetivou-se adequar a metodologia do teste de tetrazólio, a fim de avaliar a viabilidade de embriões de macaúba visando identificar a melhor concentração e tempo de duração do teste. Foram utilizados quatro lotes de sementes diferentes. Inicialmente, os embriões foram retirados das sementes com auxílio de bisturi e em seguida, foram imersos em solução de tetrazólio, em concentração de 0,5 e 1%, a 30 °C, no escuro, durante 4 e 6 horas para coloração. Paralelamente, foi conduzido o teste de emergência de plântulas em bandejas, estabelecendo-se critérios para avaliação da viabilidade e do vigor. Em um segundo momento, tendo definido a metodologia mais adequada para o teste de tetrazólio, a mesma foi aplicada aos quatro lotes de sementes, comparando os resultados com os obtidos no teste de emergência das plântulas. Para a condução do teste, os embriões devem ser imersos em solução de tetrazólio 0,5%, a 30 °C, por 4 horas para o desenvolvimento de coloração adequada. A partir dos resultados foi possível estabelecer cinco classes de viabilidade, sendo vigorosas as sementes das classes 1 e 2, viáveis as das classes 1 a 3 e não viáveis e mortas as das classes 4 e 5, respectivamente. Os resultados indicaram que o teste de tetrazólio é eficiente para avaliar a viabilidade e o vigor das sementes de macaúba.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG, e ao Laboratório Central de Pesquisa em Sementes (LCPS) da UFLA.

Caracterização Morfológica, Física e Fisiológica de Semente de *Stevia rebaudiana* bertonii de diferentes acessos

Hosana Anselmo Brito¹, Ivan David Briceño Pinzón¹, Lucas Silveira Ferreira¹, Maria Eduarda Silva Dias¹, Joyce Dória Rodrigues Carvalho¹, Heloísa Oliveira dos Santos¹.

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{hosana.brito@estudante.ufla.br, ivan.pinzon2@estudante.ufla.br,
lucas.ferreira9@estudante.ufla.br, maria.dias5@estudante.ufla.br,
joyce.doria@ufla.br, helois.osantos@ufla.br}

Palavras-chave: *Stevia rebaudiana*, Análise da semente, germinação.

Stevia rebaudiana Bertoni é uma erva perene da família *Asteraceae*, é cultivada mundialmente por ser uma fonte natural de adoçante. Suas folhas são extensivamente utilizadas na indústria de alimentos e bebidas. O objectivo do presente trabalho foi caracterizar e avaliar a qualidade de sementes de *Stevia rebaudiana* Bertoni. O experimento, foi realizado na Universidade Federal de Lavras (UFLA), Foram feitas análises morfológicas como (comprimento, largura, espessura, diâmetros e índice de redondeza) e fisiológicas (testes de germinação). A avaliação estatística foi conduzida em delineamento inteiramente causalizado, com teste t de Student no software R. As sementes de *Stevia rebaudiana* dos dois lotes analisados não apresentaram diferenças estatísticas nas dimensões morfológicas (comprimento, largura e espessura). O comprimento médio foi de 2,98 mm (L1) e 3,02 mm (L2); a largura de 0,45 mm (L1) e 0,51 mm (L2); e a espessura de 0,44 mm em ambos os lotes. Os índices derivados (Dg, Da e De) mostraram pouca variação, com coeficientes de variação entre 11–14%. Já o índice de redondeza (IR) apresentou maior dispersão (CV acima de 30%). Em relação à qualidade fisiológica, o lote dois apresentou a maior percentagem de germinação com 39%, com início da protrusão radicular no segundo dia de avaliação. Enquanto no lote um, a protrusão radicular começou no quarto dia, e continuou aumentando até atingir a percentagem de 22%. Concluiu-se que, embora as sementes de *Stevia rebaudiana* apresentem homogeneidade morfológica entre os lotes analisados, essa uniformidade não reflecte na qualidade fisiológica. Os testes de germinação mostraram diferenças entre os lotes, evidenciando que a morfologia isoladamente não é um indicador confiável do desempenho fisiológico. Portanto, para uma avaliação completa da qualidade das sementes de stévia, é fundamental combinar análises morfométricas com testes fisiológicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

QUALIDADE DE SEMENTES DE TRIGO PRODUZIDAS NO CEARÁ E EM MINAS GERAIS

Pedro Henrique Gomes Bezerra¹, Anna Carolina Abreu Francisco da Costa¹,
Maria Eduarda Silva Dias¹, Anna Laura Melo de Castro¹, José Maria Vilela
Pádua¹, Heloisa Oliveira dos Santos¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{pedro.bezerra2@ufla.br, anna.silva15@ufla.br, maria.dias5@ufla.br,
anna.castro@ufla.br, jose.padua@ufla.br, heloisasantos@ufla.br}

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, regiões produtoras, semiárido, produção de sementes.

O Brasil é um grande consumidor de trigo e sua produção não é capaz suprir a demanda do consumo interno. Com a possibilidade de expansão em diferentes localidades do país se faz necessário o desenvolvimento de tecnologias e pesquisas para que haja a produção de sementes de qualidade nestas novas regiões. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade das sementes produzidas em Iguatu-CE e em Lavras-MG. As sementes foram produzidas na área experimental do Instituto Federal do Ceará, Iguatu – CE, região de clima semiárido e em sistema irrigado, e na fazenda experimental da Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, região de clima temperado e em sistema de sequeiro. Foram utilizadas as cultivares BRS264 e BRS404. As análises de qualidade foram conduzidas no Laboratório Central de Pesquisa em Sementes da UFLA. Nos testes foram utilizadas quatro repetições com 50 sementes, em papel germitest umedecido com água destilada em 2,5x o peso do papel, o teste foi mantido em germinador do tipo Mangelsdorf a 20 °C. A primeira contagem foi realizada ao quarto dia de teste e a contagem final ao oitavo dia. Os resultados foram avaliados utilizando-se a análise de variância (ANOVA). Adotou-se o modelo linear de análise de esquemas fatoriais (2 x 2), sendo dois ambientes e duas cultivares. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, sendo avaliados os fatores cultivares e ambiente de produção, as médias foram comparadas utilizando o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Não houve interação entre os fatores avaliados na primeira contagem. A contagem final, das sementes produzidas em Lavras, a cultivar BRS404 teve 95% de germinação e a cultivar a BRS264 obteve 87%. Em Iguatu, a cultivar BRS404 teve 96% de germinação enquanto a cultivar BRS264 obteve 87%. Não ocorreu interação significativa entre os fatores cultivar e ambiente, demonstrando resultado semelhante das cultivares nos dois locais de produção. O fator ambiente de produção não demonstrou efeito significativo na produção de sementes, mas houve diferença significativa entre as cultivares, com a BRS404 apresentando melhor resultado. Desta forma, produção de sementes de trigo é viável nos diferentes ambientes de produção, visto que a germinação de ambas as cultivares foram superiores aos 80% exigidos na legislação de sementes. A cultivar BRS404 pode ser indicada para a produção de sementes de qualidade em Lavras e Iguatu.

Agradecimentos

CAPES, CNPq, FAPEMIG e IFCE-Iguatu.

Determinação do conteúdo hídrico foliar em espécies de *Vanilla* cultivadas

Bárbara Balisa de Carvalho¹, Thaysa Fernanda Silva Ruiz Martins², Antônio Rodrigues da Cunha², Marisa Taniguchi¹, Michele Valquíria Reis¹

¹Departamento de Agricultura – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Instituto de Ciências da Natureza – Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) – CEP 37130-001 - Alfenas, MG – Brasil)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

barbara.carvalho8@estudante.ufla.br, thaysa.martins@sou.unifal-mg.edu.br, antoniorodrigues.biologia@gmail.com, marisataniguchi@yahoo.com.br, michele.reis@ufla.br

Palavras-chave: Orchidaceae, Retenção Hídrica, Baunilha.

O gênero *Vanilla* possui grande relevância econômica e ecológica, destacando-se entre as orquidáceas pelo potencial de cultivo e pela ampla distribuição em ambientes tropicais. A fisiologia hídrica dessas espécies, entretanto, ainda é pouco explorada, sendo fundamental compreender como o armazenamento de água nos tecidos foliares contribui para sua adaptação e manejo agrônomo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o conteúdo hídrico foliar de duas espécies de baunilha (*Vanilla planifolia* e *Vanilla phaeantha*) cultivadas sob as mesmas condições experimentais: plantas em vasos de 25L contendo terra, areia e compostagem na proporção 1:1:1, irrigados 3 vezes na semana em um ambiente de cultivo protegido. Após a coleta de folhas adultas, foi determinada a matéria fresca (MF) e, após secagem em estufa até peso constante, a matéria seca (MS). O teor de água foi calculado por $(MF-MS)/MF \times 100$. Ambas as espécies apresentaram valores médios superiores a 90% de água nas folhas, indicando elevada capacidade de retenção hídrica. Em comparação, orquídeas epífitas, como *Cattleya*, *Oncidium* e *Dendrobium*, apresentam geralmente valores entre 70% e 85%. A elevada porcentagem observada em *Vanilla* pode estar associada à morfologia foliar suculenta e ao hábito hemiepífito e escandente, que favorecem maior armazenamento de água. Esses resultados sugerem que *Vanilla* apresenta estratégias fisiológicas diferenciadas dentro da família Orchidaceae, fornecendo subsídios relevantes para seu manejo agrônomo e conservação.

Agradecimentos

CAPES, CNPq e FAPEMIG.

ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Coffea arabica* L. APÓS LIOFILIZAÇÃO

Tatiana Vilela de Souza Pessôa¹, Rafaela Rezende Mizael¹, Ana Luiza de Oliveira Vilela¹, Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa², Ana Maria Oliveira Ferreira³,
Nathália Aparecida Bragança Fávaris⁴

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA – Embrapa Café – Brasília –
Brasil

³ Departamento Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários -
Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Florestal, MG – Brasil

⁴ Departamento de Agronomia – Universidade de Cuiabá – Cuiabá, MT - Brasil

tatiana.pessoal@estudante.ufla.br, rafaelarezende98@gmail.com,
ana.vilela5@ufla.br, sttela.rosa@embrapa.br,
anamariagronomia20116@gmail.com, Nathalia.favaris@cogna.com.br

Palavras-chave: Café arabica, Secagem, Qualidade Fisiologica

A longevidade das sementes de café é um desafio devido à sua sensibilidade à dessecação, que compromete a qualidade após o armazenamento. A liofilização surge como uma alternativa para prolongar a longevidade, preservando a viabilidade e o vigor. O objetivo da pesquisa foi estudar o armazenamento de sementes de *Coffea arabica* após a liofilização. Sementes da cultivar Paraíso 2 foram pré-secadas em peneiras suspensas até diferentes umidades (35, 30, 25, 20, 15, 12% base úmida - b.u.) e, posteriormente, submetidas a liofilização até umidade aproximada de 5% e armazenadas em recipientes de vidro fechados e protegidos da luz. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 7, sendo que, sementes sem liofilização nas umidades de 15 e 12% também foram avaliadas. A qualidade fisiológica foi analisada nos tempos de 3, 6 e 9 meses, avaliando plântulas normais, viabilidade por meio do teste de tetrazólio e condutividade elétrica. Os resultados indicaram que a liofilização comprometeu significativamente a formação de plântulas normais. No entanto, a viabilidade das sementes, medida pelo teste de tetrazólio, foi melhor preservada. Após nove meses de armazenamento, as sementes liofilizadas com 12% de umidade mantiveram viabilidade superior a 80%. A liofilização também foi associada a danos nas membranas celulares, resultando em maior condutividade elétrica. A umidade de 35% apresentou os valores mais altos, enquanto as umidades de 20% e 15% tiveram os valores mais baixos, sugerindo menos danos fisiológicos nessas condições. A pré-secagem até níveis moderados (20 a 15% b.u.) demonstrou ser um fator crucial para a manutenção da viabilidade das sementes, mesmo após a liofilização.

Agradecimento

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG, INCT Café, EMBRAPA, CAPES, CNPq e UFLA.

EFEITO DA LIOFILIZAÇÃO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Coffea arabica* L. PRÉ-SECADAS EM SÍLICA GEL

Tatiana Vilela de Souza Pessoa¹, Rafaela Rezende Mizael¹, Ana Luiza de Oliveira Vilela¹, Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa², Ana Maria Oliveira Ferreira³, Nathália Aparecida Bragança Fávaris⁴

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA – Embrapa Café – Brasília – Brasil

³ Departamento Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários – Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Florestal, MG – Brasil

⁴ Departamento de Agronomia – Universidade de Cuiabá – Cuiabá, MT - Brasil

tatiana.pessoal@estudante.ufla.br, rafaelarezende98@gmail.com,
ana.vilela5@ufla.br, sttela.rosa@embrapa.br,
anamariagronomia20116@gmail.com, Nathalia.favaris@cogna.com.br

Palavras-chave: Café arabica, Secagem, Qualidade fisiológica

As sementes de café são sensíveis à dessecação, o que limita sua longevidade e dificulta a conservação. A liofilização surge como alternativa promissora, mas sua eficiência depende do teor de água inicial e do método de pré-secagem utilizado. Nesse contexto, buscou-se avaliar como diferentes níveis de umidade afetam a qualidade fisiológica das sementes de *Coffea arabica* L., cultivar MGS Paraíso 2, após a liofilização. Para isso, frutos maduros foram colhidos, processados e as sementes, com teor inicial de 47% de água, foram submetidas à pré-secagem em caixas do tipo gerbox com sílica ativada. Foi utilizado um esquema fatorial 2 x 8, sendo dois tipos de sementes (liofilizadas e não liofilizadas) e oito umidades (35, 30, 25, 20, 15 e 12% base úmida - b.u). Sementes sem liofilização nas umidades 12% e 5% foram colocadas como adicionais. A qualidade fisiológica foi avaliada por teste de germinação, condutividade elétrica e tetrazólio. A liofilização resultou em uma redução significativa na porcentagem de plântulas normais em comparação com as sementes que não foram liofilizadas e foi totalmente inibida no nível extremo de 5% b.u. Verificou-se aumento significativo da condutividade elétrica das sementes liofilizadas quando comparadas com as não liofilizadas. porém, alcançou $62,197 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ em 5% b.u., não diferindo estatisticamente da umidade de 35%, o que indica maior extravasamento de eletrólitos e desorganização das membranas celulares nessas umidades. Em contrapartida, o teste de tetrazólio mostrou-se pouco alterado, mesmo quando a germinação foi comprometida. Conclui-se que a pré-secagem até níveis moderados é crucial para minimizar os danos da liofilização, preservando a viabilidade, enquanto umidades iniciais mais elevadas (35% b.u) ou reduções intensas resultam em danos severos.

Agradecimento

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG, INCT Café, EMBRAPA, CAPES, CNPq e UFLA.

Sistema de ventilação natural na produção de biomassa em *Origanum vulgare* L. *in vitro*

Rafael Marlon Alves de Assis¹, Ana Caroline Batista da Silva¹, Thayane Ferreira Miranda¹, Nilza Alcina Manuel Muale¹, Suzan Kelly Vilela Bertolucci¹, José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹

¹ Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

rafamarlon7@gmail.com, ana.silva156@estudante.ufla.br,
thayanef.miranda@gmail.com, nilza.muale@estudante.ufla.br,
suzan@ufla.br, jeduardo@ufla.br

Palavras-chave: Orégano, cultura de tecidos, membranas.

Origanum vulgare L. (orégano) é uma erva amplamente utilizada na gastronomia, possuindo significativo potencial medicinal e econômico, particularmente nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética. Na cultura de tecidos vegetais, o sistema de ventilação natural (SVN) desempenha um papel crucial no controle da umidade e das trocas gasosas, impactando diretamente a produção de biomassa das culturas *in vitro*. Portanto, o estudo da ventilação natural é essencial para otimizar as condições de crescimento *in vitro* e melhorar a qualidade e a produtividade das plântulas. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do SVN na produção de biomassa de orégano cultivado *in vitro*. Segmentos nodais (1 cm) com um par de folhas foram excisados de plantas pré-estabelecidas e inoculadas em frascos de 300 mL contendo 40 mL de meio de cultura Murashige e Skoog (MS) sem suplementação de sacarose, 5,5 g L⁻¹ de ágar, pH ajustado para 5,7±0,1 e autoclavados a 120°C e 1 atm por 20 minutos, sob sistema de ventilação natural. O experimento foi composto por 4 tratamentos: sistema convencional (SC) sem membrana (controle); sistema de ventilação natural com membrana microporosa revestida com uma (SVN1); duas (SVN2) e quatro (SVN4) membranas. Cada furo nas tampas dos frascos tinha 1 cm de diâmetro e foi preenchido com membranas porosas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 4 repetições, constituídas por 3 frasco com 5 explantes nodais cada. Os frascos foram mantidos em sala de crescimento por 30 dias sob fotoperíodo de 16 h de luz/8 h de escuro, com intensidade luminosa igual a 42 µmol m⁻² s⁻¹ e temperatura de 26±1°C. As variáveis analisadas foram: Massa seca de folhas (MSF), caules (MSC), raízes (MSR) e total (MST). As médias foram submetidos ao teste de scott knott ($p \leq 0,05$). A ventilação natural proporcionada pelas diferentes membranas exerceu efeito significativo sobre todos os parâmetros avaliados. Observou-se incremento progressivo na MSF, MSC, MSR e MST à medida que aumentou o número de membranas. O SVN4 proporcionou as maiores médias de MSF, MSC e MST, com 17,1; 3,7 e 22,2 mg/plântula, respectivamente em comparação aos demais tratamentos. O SVN4 aumentou a produção de MST em mais de 250% em relação ao controle (6,32 mg/plântula). Desta forma conclui-se que condições *in vitro* mais aeradas (SVN4) favorecem o acúmulo de biomassa na espécie *Origanum vulgare*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise Comparativa de Sensores Multiespectrais para a Estimativa da Clorofila do Cafeeiro (*Coffea arabica*)

Octávio Pereira da Costa¹, Gustavo Lacerda da Silveira², Thiago Orlando Costa Barboza¹, Raí Fernandes Queiroz Alves¹, Adão Felipe dos Santos¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{octavio.costa2, gustavo.silveira2, thiago.barboza1, rai.alves1}@estudante.ufla.br, adao.felipe@ufla.br

Palavras-chave: Agricultura de Precisão, *Coffea arabica*, Sensoriamento Remoto.

A cafeicultura, de grande relevância econômica e social para o país, demanda técnicas de monitoramento eficientes para a gestão da lavoura e o acompanhamento das condições fisiológicas das plantas. Os teores de clorofila são indicadores-chave desse estado, porém sua análise em campo é demorada e onerosa. Sensores multiespectrais acoplados a Aeronaves Não Tripuladas (ANTs) representam uma tecnologia promissora para a quantificação da clorofila, reduzindo o tempo e os custos associados à coleta de dados em campo. No entanto, a diversidade de câmeras multiespectrais disponíveis gera incertezas quanto àquelas que possuem bandas espectrais mais adequadas para essa finalidade na cultura do café. Este estudo teve como objetivo principal identificar os comprimentos de onda mais adequados para a estimativa da clorofila e, como objetivo secundário, avaliar comparativamente o desempenho de cinco câmeras multiespectrais. Foram coletados espectros de reflectância foliar (350–2500 nm) e teores de clorofila, cujas relações foram analisadas por meio de um correlograma. Os resultados revelaram um comportamento espectral atípico, com correlações mais expressivas na faixa do verde ($r \approx -0,40$) e na borda inferior do vermelho (705 nm, $r \approx -0,38$), em contraste com as bandas do vermelho e do infravermelho próximo, frequentemente associadas aos teores de clorofila na literatura. Esse achado sugere que não há uma relação direta entre a variação dos pigmentos e a estrutura celular da folha. A simulação da resposta espectral das câmeras (MicaSense, DJI, Parrot e Sentera) confirmou que sensores com bandas precisamente posicionadas nessas regiões, como a RedEdge_Low da Sentera 6X e a banda verde da MicaSense RedEdge-MX, apresentam maior potencial preditivo para os teores de clorofila A, B e total nas folhas do cafeeiro. Os resultados reforçam que a seleção de tecnologias para a agricultura de precisão não deve ser genérica, e que estudos prévios utilizando sensores mais precisos como o espectrorradiômetro, são fundamentais para o desenvolvimento de soluções de monitoramento calibradas e eficazes para a cafeicultura.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise da eficiência fotossintética em duas variedades de rosas de corte com base na fluorescência da clorofila *a*

Francilene de Lourdes Bonifácio¹, Thaysa Fernanda Silva Ruiz Martins², Antonio Rodrigues da Cunha Neto², Michele Valquíria dos Reis¹

¹ Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) –
Lavras, MG – Brasil

² Instituto de Ciências da Natureza/ICN – Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) –
Alfenas, MG – Brasil

francilene.bonifacio2@estudante.ufla.br, thaysa.martins@sou.unifal-mg.edu.br, antoniorodrigues.biologia@gmail.com, michele.reis@ufla.br

Palavras-chave: Avalanche, Star 5000, Rosas de corte, Fotossistema II.

A rosa (*Rosa* spp.) é uma das flores mais comercializadas e apreciadas mundialmente, destacando-se pela diversidade de cores e formas. Entre as formas de comercialização, as rosas de corte são as mais relevantes. Considerando a relevância de compreender aspectos fisiológicos que afetam a qualidade das flores em cultivo protegido, este trabalho teve como objetivo avaliar parâmetros de fluorescência da clorofila *a* em duas variedades de rosas de corte (Avalanche e Star 5000). As avaliações foram obtidas por meio de um fluorímetro de imagens (Mini PAM), seguindo protocolos de *quenching* do software, onde foram determinados os valores de qP, NPQ e Fv/Fm, sendo que qP indica a fração de centros de reação abertos do fotossistema II, Fv/Fm reflete a eficiência máxima fotossintética, e NPQ está relacionado à dissipação de energia excedente como mecanismo de fotoproteção. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os resultados indicaram ausência de diferenças significativas entre as variedades para Fv/Fm e qP. Entretanto, o NPQ foi significativamente superior na variedade Star 5000 em comparação à Avalanche, indicando maior capacidade de dissipação de energia excedente. Esse resultado sugere que a variedade Star 5000 apresenta mecanismos de fotoproteção mais eficientes, capazes de promover maior proteção em situações de estresse luminoso.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização da cor da polpa de raízes de uma população segregante de batata-doce

Arcenio António Cossa^{1,3}, Valter Carvalho de Andrade Junior¹, Diego Costa Carolino²,
Anabela Luís Mazivile¹, António Jorge Viegas Taula^{1,3}

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Departamento de Agronomia-Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM)

Av. das Forças Populares de Liberação de Moçambique, Maputo 2698, Moçambique

{arcenio.cossa, diego.carolino, anabela.mazivile1}@estudante.ufla.br, valter.andrade@ufla.br,
antonio.taula@gmail.com,

Palavras-chave: *Ipomeia batatas* L. (Lam), Antocianetos, Vitamina A, Saúde, Genótipos.

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) destaca-se pelo valor nutricional, sendo fonte de amido, fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos, além de apresentar potencial para uso alimentar e industrial como a produção de etanol. A diversidade de cores da polpa é determinada por diferentes pigmentos: branca (predomínio de amido), creme (pequena presença de carotenoides), laranja (carotenoides em maior concentração, precursores de vitamina A) e roxa (antocianinas, compostos bioativos com efeito benéfico à saúde). O amido está presente em todas as variedades independentemente da cor da polpa, porém, sua cor pode ser mascarada pela presença de outros pigmentos de cor mais forte. No presente estudo, avaliou-se uma população segregante proveniente do cruzamento dialélico entre a cultivar UFLA R1440 (casca e polpa roxas, elevado teor de antocianinas) e a cultivar Ligeirinha (de casca Púrpura intensa e polpa creme), onde foram avaliadas as colorações da polpa das raízes de cada genótipo dos 241 genótipos segregantes. Os dados foram submetidos ao R Studio para análise da frequência da coloração, tendo sido obtidos os resultados seguintes em relação a coloração da polpa das raízes 46,6% apresentaram polpa creme, 42,4% polpa roxa 10,0% polpa laranja e 1,0% e polpa branca. Atualmente, esses genótipos estão sendo submetidos a ensaios adicionais, com o objetivo de identificar materiais promissores para biofortificação, tolerância ao déficit hídrico e resistência ao nematoide-das-galhas, contribuindo para o desenvolvimento de cultivares superiores de batata-doce.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Emergência de plântulas de milho em função do uso de revestimento com formulações poliméricas

Laura Nogueira Souza¹, Jéssica Batista Ribeiro e Oliveira¹, Vitória Vilas Boas de Oliveira¹, Maria Eduarda Silva Dias¹, Everson Reis Carvalho¹, Heloisa Oliveira dos Santos¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{laura.souza2@estudante.ufla.br, jessica.oliveira4@estudante.ufla.br,
vitoria.oliveira9@estudante.ufla.br, maria.dias5@estudante.ufla.br,
eversoncarvalho@ufla.br, heloisasantos@ufla.br}

Palavras-chave: polímero, produção de sementes, *Zea mays* L.

Nos campos de produção de sementes de milho híbrido, ocorre uma prática conhecida como *split*, que consiste em escalonar o plantio do milho de uma linhagem feminina e uma masculina, a fim de sincronizar os florescimentos. No entanto, essa prática é onerosa e apresenta riscos de amassamento da cultura, fazendo-se necessário buscar alternativas que aumentem o sincronismo de florescimento na cultura. O objetivo deste estudo, foi analisar a ação do revestimento de sementes com duas formulações poliméricas e controle (sem revestimento), no retardamento da emergência de plântulas de milho, a fim de sincronizar o florescimento para a produção de sementes híbridas. O estudo foi conduzido no Laboratório Central de Pesquisa em Sementes (LCPS), utilizando saco plástico com vácuo e pipeta volumétrica para o tratamento das sementes. A linhagem utilizada foi a 64V, revestida com as duas soluções poliméricas identificadas como 3.1 e 3.2 na dose de 1100 mL 100 kg⁻¹ de sementes, elas possuem composição distintas mas não podem ser divulgadas por se tratar de segredo industrial. Após o revestimento, as sementes foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 35 °C por 12 horas, e então seguiu-se para o teste de emergência de plântulas em bandejas a 25 °C e luz constante, juntamente com as sementes do controle (sem revestimento). Diariamente foi feito a contagem de plântulas emergidas, para obter o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e após 7 dias da semeadura, foi obtido a porcentagem de plântulas normais (Emergência). Após a obtenção dos dados, estes serão submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de médias Tukey a 5% de significância, onde foi encontrado que sementes revestidas com ambas as soluções resultam em maior porcentagem de plântulas normais, no entanto, o filme formado no recobrimento não é eficiente em retardar a velocidade de emergência das plântulas. Foi observado também que a solução 3.2 obteve IVE superior ao controle e a solução 3.1 igual. Por fim, entende-se a necessidade de novos experimentos, com a utilização de solução mais viscosa, dose e concentração ajustada, além de aplicação primária e secundária do produto, visando o retardo na germinação de plântulas de milho híbrido.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG, LCPS-UFLA, Bayer S.A e Monsanto do Brasil.

Produtividade e eficiência do consórcio arroz-feijão em diferentes épocas de cultivo em Angola

Irenil Lourenço Moço¹, Dionatas Alex Garcia¹, Gabriel Noronha Moretti², Yasmin Becrhembrock¹, Flávia Barbosa Silva Botelho¹.

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{irenil.moco@estudante.ufla.br, gabriel.moretti2@estudante.ufla.br,
dionatas.garcial@estudante.ufla.br, yasmin.vasques@ufla.br,
flaviabotelho@ufla.br}

Palavras-chave: Cultivares, Sistemas de produção, Arroz de terras altas, Segurança alimentar, Adaptação local.

A adoção de cultivares melhoradas de arroz de terras altas em Angola enfrenta desafios de aceitação pelos produtores. O consórcio com o feijão, cultura de domínio local, surge como uma estratégia promissora para aumentar a adoção, a produtividade por área e a segurança nutricional. Objetivou-se com esse estudo comparar a produtividade individual e conjunta de cultivares de arroz e feijão em consórcio, avaliar a eficiência do sistema por meio do Land Equivalent Ratio (LER) e identificar a época de cultivo mais vantajosa. O experimento foi conduzido em esquema fatorial triplo $4 \times 4 \times 2$, envolvendo quatro cultivares de arroz, quatro cultivares de feijão e duas épocas de semeadura, durante a safra 2024/25, em delineamento de blocos completos casualizados com três repetições. Foram testadas 16 combinações entre quatro cultivares de arroz (Programa Melhor Arroz UFLA) e quatro cultivares de feijão provenientes das empresas IAC e Embrapa Arroz e Feijão, os quais não podem aparecer por confidencialidade. Os caracteres avaliados foram peso de grãos e produtividade (kg.ha^{-1}). Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de média de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados indicaram uma interação significativa entre a época de cultivo e as combinações de cultivares. A época 2 (dezembro) demonstrou desempenho geral superior, com a produtividade média do consórcio atingindo $1782,5 \text{ kg.ha}^{-1}$, destacando-se uma combinação específica que produziu $1699,2 \text{ kg.ha}^{-1}$ de feijão. Em contraste, a época 1 (agosto) foi mais favorável ao arroz, com produtividade média de $482,1 \text{ kg.ha}^{-1}$. O cálculo do LER confirmou a vantagem do consórcio em relação aos cultivos solteiros, com valores superiores a 1,0 na época 2, indicando maior eficiência no uso da terra. Conclui-se que o cultivo em consórcio é viável e que a época de semeadura de dezembro é a mais recomendável para a sustentabilidade do sistema na região estudada, por proporcionar maior produtividade conjunta e eficiência de uso da terra.

Agradecimentos: CNPq, CAPES, FAPEMIG.

Seleção de cultivares de café arábica potencialmente tolerantes à deficiência hídrica

Ana Flávia Godinho Alvarenga¹, Cesar Elias Botelho², Cyntia Stephania dos Santos², Denis Henrique Silva Nadaleti², Juliana Costa de Resende Abrahão²

¹ Pós-Graduanda em Fitotecnia/Agronomia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras, MG – Brasil

² Pesquisador EPAMIG – Sul – Lavras, MG – Brasil

anaflavia.alvarenga10@estudante.ufla.br, cesarbotelho@epamig.br,
cyntia.s.santos@hotmail.com, julianacosta@epamig.com.br

Palavras-chave: Fotossíntese, estresse hídrico, tolerância à seca.

A cafeicultura enfrenta desafios significativos devido às condições climáticas adversas, especialmente os períodos prolongados de déficit hídrico em regiões produtoras. Com o objetivo de avaliar a eficiência fisiológica de 10 cultivares de *Coffea arabica* L., foi conduzido um experimento na casa de vegetação no Campo Experimental da EPAMIG, em Lavras-MG. Foram estabelecidos dois regimes hídricos: irrigado (com manutenção da irrigação) e sequeiro (com suspensão total da irrigação). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 10 × 2, com cinco repetições, totalizando 100 unidades experimentais. Foram realizadas avaliações das trocas gasosas com o IRGA em três períodos distintos: (I) antes da imposição do déficit hídrico; (II) durante o estresse hídrico (sequeiro), aos 13 dias após a suspensão da irrigação; e (III) após o retorno da irrigação, para verificar a recuperação das plantas. A taxa fotossintética líquida não apresentou diferenças entre cultivares no primeiro período; contudo, no segundo período observou-se diferença estatística significativa entre os regimes hídricos, com maiores valores para o irrigado e redução acentuada no sequeiro. No terceiro período, cinco dias após a reidratação, as cultivares Acauã Novo e Arara destacaram-se pela maior resiliência, apresentando taxas fotossintéticas semelhantes às do regime irrigado. De forma geral, verificou-se variabilidade entre as cultivares de *Coffea arabica* L., indicando diferentes estratégias de tolerância ao déficit hídrico.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da EPAMIG, CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Relação entre incidência e severidade de brusone da espiga com a produtividade em trigo na região Sul de Minas Gerais

Ana Luiza Maria Serpa Andrade¹, José Maria Villela Pádua², Adriano Francis Dorigan³, Lara Eduarda Silva Viol⁴, Alexandre Oliveira Magalhães⁵

^{1,2,4,5}Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Fitossanidade/EA -Universidade Federal de Goiás (UFG)

Caixa Postal 131 CEP 74690-900 – Goiânia, GO – Brasil

{ana.andrade16, lara.viol11, alexandre.magalhaes}@estudante.ufla.br,
jose.padua@ufla.br, adriano.fitopatologia12@gmail.com

Palavras-chave: Triticultura tropical, *Pyricularia oryzae*, Resistência genética.

A região Sul de Minas possui clima tropical de altitude e é composta por áreas de segunda safra relevantes para a expansão da triticultura mineira. No entanto, os principais desafios para o cultivo na região é a severidade da brusone em espigas de trigo quando semeado no início de janela de plantio, e quando no final, estresses hídrico e térmico. A brusone do trigo, causada por *Pyricularia oryzae* patótipo *Triticum* (PoTl), é a principal doença em espiga das regiões tropicais, sendo favorecida por condições climáticas do início da janela de plantio. Temperaturas próximas à 28°C e molhamento foliar próximo a 10 horas são ideais para a infecção do fungo. Sob condições de alta incidência e severidade, a brusone do trigo causa elevadas perdas na produtividade. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre incidência e severidade da brusone em espigas com a produtividade em trigo na região Sul de MG/ Campo das Vertentes- safra 2025. O experimento foi instalado na Fazenda Experimental Muquém da UFLA (Lavras-MG). Oito cultivares de trigo foram avaliados, com 4 repetições, totalizando 32 parcelas. Cada parcela experimental foi composta de 5 m² e o delineamento utilizado foi em blocos casualizados. Em campo, a incidência e a severidade da brusone em espigas foram determinadas a partir do início do espigamento até a fase de “grão em massa mole”. Na pós-colheita, a produtividade de grãos (kg/ha) foi avaliada. Com os dados obtidos determinou-se a área abaixo da curva de progresso da doença para incidência (AACPD_i) e severidade (AACPD_s). Houve diferenças significativas entre os tratamentos para as características avaliadas ($p \leq 0,001$). As cultivares que apresentaram menor AACPD_s e AACPD_i foram: TBIO Convicto, BRS Savana e TBIO Valente, sendo que, as duas últimas foram as mais produtivas. Em contrapartida, as cultivares ORS Absoluto, TBIO Calibre e ORS Soberano apresentaram maiores AACPD_s e AACPD_i e menores índices de produtividade. Portanto, os resultados revelam que existem diferenças significativas na performance das cultivares avaliadas, apresentando destaques para introdução de genitores elite no programa de melhoramento genético de trigo tropical, bem como novos materiais para comporem o sistema de produção da região de estudo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Uso de selênio via banho ultrassônico na mitigação do estresse térmico durante a germinação de sementes de canola

Daniel Lima da Silva¹, Lívia Karine Pereira¹, José Victor Mauricio de Jesus¹,
Giulyana Isabele Silva Tavares¹, Marcela Carlota Nery², Raquel Maria de Oliveira
Pires²

¹Discente do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia na Universidade Federal de Lavras - UFLA. Lavras, MG, Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ldaniell166@gmail.com, liviakarinep@gmail.com,
jose.jesus2@estudante.ufla.br, giulyana.tavares@estudante.ufla.br,
marcela.nery@ufla.br, raquelmopires@ufla.br

Palavras-chave: *Brassica napus*, eficiência energética, brássicas.

A canola (*Brassica napus*) é uma das espécies oleaginosas mais relevantes no cenário agrícola global, destacando-se pelo potencial de produção de óleo para alimentação e biocombustíveis. No Brasil, o cultivo enfrenta limitações devido às altas temperaturas que afetam a germinação e o estabelecimento inicial das plantas, decorrente dos efeitos de processos oxidativos. Nesse contexto, o selênio surge como uma alternativa na mitigação destes efeitos e na eficiência fotossintética. Além do uso de nutrientes, o uso de ondas sonoras de alta frequência tem despertado o interesse na área de sementes, em especial, pelos seus efeitos positivos na germinação. Diante do exposto, o objetivou-se avaliar os efeitos do tratamento com selênio, aplicado por meio de banho ultrassônico, na mitigação dos efeitos do estresse térmico sobre a germinação de sementes de canola. O experimento foi conduzido no Laboratório Central de Pesquisa em Sementes da UFLA, utilizando sementes de canola do cultivar Diamond. Os tratamentos foram: 0 (não submetido ao banho ultrassônico), água, 25 µg, 50 µg e 75 µg, obtidas a partir da diluição de Selenato de Sódio (Na₂SeO₄). O tratamento ultrassônico foi realizado com frequência de 40 kHz, por 5 minutos, seguido de lavagem com água destilada. Após, as sementes foram submetidas ao teste de germinação nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. Ao final avaliou-se a porcentagem de plântulas normais e anormais, e determinou-se o Índice de Velocidade de Germinação (IVG). As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott à 5%. Observou-se que os tratamentos 0, água, 25 e 50 µg mantiveram porcentagens de plântulas normais até temperatura de 35°C, entretanto o tratamento 100 µg reduziu drasticamente, indicando possível fitotoxidez. Quanto a porcentagem de plântulas anormais, as maiores doses (50 µg e 100 µg) foram os tratamentos mais prejudiciais, principalmente à 35°C, evidenciando o efeito negativo da dose associada às altas temperaturas. O IVG manteve-se alto até a dose de 25 µg, mas em condições de maior estresse (35 °C + 100 µg) o índice reduziu significativamente. Os resultados indicam que doses superiores a 50 µg favorecem a formação de plântulas anormais e redução do índice de velocidade de germinação em condições de estresse térmico.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização física de resíduos agrícolas e agroindustriais para aplicações tecnológicas sustentáveis

**Bárbara Maria Ribeiro Guimarães de Oliveira ¹, Amanda Jheniffer Silva²,
Samuell Guimarães Carvalho ³ Andressa Crizostomo Marrocos⁴, Nilza Alcina
Manuel Muale ⁵, Cleiton Lourenço de Oliveira ⁶**

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹Departamento de Ciências Florestais/ESAL– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brazil

barbara.oliveiral2@estudante.ufla.br¹, amanda.silva37@estudante.ufla.br²,
samuell.carvalho2@estudante.ufla.br³, andressacrizostomo25@gmail.com⁴,
nilza.muale@estudante.ufla.br⁵, cleiton.oliveira@ufla.br⁶

O presente estudo teve como objetivo caracterizar diferentes resíduos de origem agrícola, com ênfase na determinação da densidade básica. Esse parâmetro físico é fundamental para avaliar a viabilidade desses materiais em aplicações tecnológicas e no desenvolvimento de novos produtos. A densidade básica constitui uma variável relevante, pois influencia diretamente propriedades físicas, mecânicas e de processamento dos materiais lignocelulósicos, sendo determinante na escolha de sua destinação industrial. Foram analisados cinco tipos de resíduos: torta de mamona, pseudocaule de bananeira, resíduos da soja, casca de café e casca de arroz. A determinação da densidade básica seguiu os procedimentos metodológicos descritos por Vital amplamente adotados em estudos de resíduos lignocelulósicos. Os valores obtidos foram de 0,15 g/cm³ para a torta de mamona, 0,23 g/cm³ para o pseudocaule de bananeira, 0,21 g/cm³ para resíduos da soja, 0,30 g/cm³ para a casca de café e 0,14 g/cm³ para a casca de arroz. Tais resultados enquadram esses resíduos na categoria de baixa densidade (<0,50 g/cm³), característica frequentemente associada a materiais de menor massa específica e maior volume aparente. Do ponto de vista tecnológico, essa condição favorece sua aplicação em compósitos leves, painéis particulados, embalagens biodegradáveis e outros produtos que demandam redução de peso sem comprometer a funcionalidade. Além disso, o aproveitamento desses resíduos contribui para a redução do impacto ambiental decorrente do acúmulo de subprodutos agroindustriais e agrícolas, promovendo alternativas sustentáveis à matéria-prima convencional e alinhando-se aos princípios da economia circular.

Palavras- chave: Aproveitamento, valorização de resíduos, Biomateriais

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Condutância estomática do milho sob diferentes estratégias de adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense*

Thiago Orlando Costa Barboza¹, Matheus Ardigueri², Octavio Pereira da Costa¹,
Girley Valdes Fernandez¹, Lorena Nunes Lacerda², Adão Felipe dos Santos¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Department of Crop & Soil Science – University of Georgia (UGA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{thiago.barboza1, octavio.costa2,
girley.fernandez1}@estudante.ufla.br, ma02688@uga.edu,
llacerda@uga.edu, adao.felipe@ufla.br

Palavras-chave: Microrganismos, Agricultura de Precisão, Adubação.

Considerar a variabilidade das lavouras e associar essa prática com microrganismos benéficos como o *Azospirillum brasilense* são práticas que visam evitar a perda de N nos sistemas de produção. Porém, os efeitos fisiológicos da interação planta, solo e microrganismo refletem como será a produtividade do cultivo. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar se a adubação nitrogenada associada com *Azospirillum brasilense* em três diferentes níveis (zero, método convencional - CFP e em taxa variada - VRN) afetam a condutância estomática do milho em diferentes estágios de desenvolvimento. O estudo foi realizado em dois campos de produção comercial (Iron Horse e Midville) localizados no condado de Greene e Burke, Georgia, USA. O design experimental utilizado 2x3 split-plot sendo a inoculação ou não de *Azospirillum brasilense* ABV5 e três métodos de adubação: zero, CFP e VRN. No tratamentos de VRN e CFP 30% do N utilizado na dose total (330 kg.ha⁻¹) foi aplicado na semeadura e o restante próximo a V6 para CFP enquanto que para o VRN as doses foram calculadas seguindo a fórmula de Holland e Schepers (2013). A condutância estomática - gsw (mol m⁻² s⁻¹) foi medida com Li-COR LI-600 em três plantas por parcela. As coletas ocorreram aos 22, 27, 36, 47, 55, 61, 76 e 91 DAS em Iron Horse e aos 20, 28, 43, 59 e 79 DAS em Midville. Os resultados revelam que nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura altos valores de gsw acima de 0.28 mol m⁻² s⁻¹ foram observados para Iron Horse enquanto Midville apresentou valores variando de 0.15 a 0.23 mol m⁻² s⁻¹ seguidos de queda próximo ao florescimento (VT) de 30% entre os tratamentos. Além disso, o uso do biofertilizante para VRN aos 27, 61 e 76, CFP aos 27, 61, 76 e 91 e a dose zero aos 27, 61, 76 e 91 dias após a semeadura aumentou o gsw em até 15%. Combinação *Azospirillum brasilense* e VRN manteve a gsw comparável ao manejo CFP (330 kg.ha⁻¹), sugerindo maior eficiência do uso de N sem perda de desempenho fisiológico. A dinâmica temporal reforça que a gsw declina com o avanço fenológico, ainda assim, a inoculação pode atenuar reduções em momentos críticos, apoiando recomendações em taxa variada mais precisas e sustentáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Aplicação do random forest na classificação da qualidade fisiológica de sementes de niger

Ivan David Briceño-Pinzón¹, Yuri de Moraes Barros Dias¹, Francisco Leandro da Silva¹, Raphaela Gomes Martiniano de Pádua, Lívia Karine Pereira¹, Raquel Maria de Oliveira Pires¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{Ivan.pinzon2, Yuri.dias, Francisco.silva1, livia.pereira6}@estudante.ufla.br, raquelmopires@ufla.br.com

Palavras-chave: *Machine learning*, qualidade de sementes, *Guizotia abyssinica*

A cultura do níger (*Guizotia abyssinica* Cass) é considerada uma cultura oleaginosa de potencial agroenergético, principalmente, pelo seu alto teor de óleo e proteínas, utilizada na obtenção de produtos alimentares, uso cosmético e industrial. O objetivo no presente trabalho foi testar um classificador para qualidade de sementes niger, baseado no modelo de random forest. No total 500 sementes de níger foram radiografadas no equipamento FAXITRON X-Ray MX-20, calibrado para 35kV e 19 s de exposição, e uma distância focal de 22 cm. Após a obtenção das imagens digitais, foram extraídas 12 características morfométricas no software ImageJ. As sementes foram numeradas e colocadas para germinar em caixa gerbox por sete dias a 25 °C em BOD. Em seguida foram avaliadas e classificadas segundo o desenvolvimento das estruturas essenciais (raiz, hipocótilo e cotilédones) em plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes mortas (SM). Depois, um conjunto de dados foi construído baseado no resultado da germinação e as características extraídas para cada semente. Foi testado o modelo de Random Forest, utilizando a biblioteca Scikit-Learn no Python. A seleção dos hiperparâmetros foi realizada por *grid search*, e se considerou diferentes combinações para número e profundidade de árvores, atributos e critério de impureza. A melhor configuração foi definida pela acurácia *out-of-bag* (OOB). Após a seleção, foi aplicada uma validação cruzada estratificada (*k-fold*, *k*=5), e o desempenho do modelo foi avaliado pela acurácia e taxa de erro. O teste de germinação mostrou que 68% das sementes germinaram e desenvolveram PN, enquanto 20% e 12%, para PA e SM, respectivamente. Após a análise comparativa por *grid search*, os hiperparâmetros selecionados foram: n° árvores = 75, máx. profundidade = 3, atributos = None e critério = gini, resultando em uma acurácia OOB de aproximadamente 75%. A validação cruzada do modelo apresentou uma acurácia média de 64% o que pode ser considerada promissória. O modelo mostrou a maior taxa de erro para SM de 53%, seguido de 46% para PA e 30% para PN. O que permitiu entender que o modelo tem uma capacidade maior de identificar sementes que formaram PN. No entanto, as altas taxas de erro para as outras classes, sugeriram que, compartilham características semelhantes, que se sobrepõem uma classe a outra. Além disso, sugere-se aumentar o número de sementes, o que poderia reduzir o desequilíbrio entre as classes, e auxiliar na separação, além de explorar outros atributos que contribuam para; uma melhor divisão entre as classes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Variação da coloração de casca e polpa de diferentes variedades cítricas

Monalisa Gomes Barbosa ¹, Carlos Henrique Milagres Ribeiro ², Cleber Márcio da Silva Júnior ³, Gabriele Padilha Schneider ¹, Leila Aparecida Salles Pio ¹, Ana Claudia Costa Baratti ¹

²Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{monalisa.barbosa@estudante.ufla.br, carlos.ribeiro5@estudante.ufla.br,
cleber.junior2@estudante.ufla.br,
gabriele.schneider@estudante.ufla.br, leila.pio@ufla.br, anaclaudia.costa@ufla.br.

Palavras-chave: Colorímetro, *Citrus* sp., Qualidade de frutos.

Os frutos cítricos possuem grande importância no mercado de frutas e na indústria de sucos, devido ao seu valor nutricional e à presença de compostos bioativos de interesse para a saúde. Entre os atributos de qualidade, a coloração é determinante para a aceitação do consumidor, influenciando a escolha do produto, a padronização da qualidade e a definição do ponto ideal de colheita. Além disso, a cor pode indicar alterações fisiológicas e está associada à presença de pigmentos relevantes. Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar a variação da coloração de frutos de diferentes cultivares cítricas. Os frutos foram colhidos no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Lavras, em estágio de completa maturação, e classificados em dois grupos: o primeiro formado por pomelos (Star Ruby e Flame) e toranja (Chandler), e o segundo por tangerinas e híbridos (Murcote, Page e Ponkan). As análises foram realizadas com auxílio de colorímetro (CR-400, Konica Minolta), no sistema CIE Lab*, que expressa as coordenadas L* (luminosidade), a* (cromaticidade verde-vermelho) e b* (cromaticidade azul-amarelo). A leitura foi feita em dois pontos da casca e, em seguida, na polpa (suco) dos frutos. Na casca, as maiores médias de L*, b* e c* foram observadas na Toranja Chandler e no Pomelo Star Ruby. O Pomelo Star Ruby apresentou o maior valor de a* e não houve diferenças significativas para h*. Na polpa, o Pomelo Flame destacou-se em a* e c*, a Toranja Chandler em h* e em L*, juntamente com o Pomelo Star Ruby. Entre as tangerinas e híbridos, Murcote e Page registraram maiores valores de L*, b* e c* na casca, sem diferenças para h*. Na polpa, a variedade Ponkan apresentou maior média de L*, enquanto os demais parâmetros não variaram significativamente. Conclui-se que existem variações expressivas na coloração entre diferentes grupos e variedades cítricas, evidenciando padrões distintos que podem influenciar a aceitação pelo consumidor e a qualidade do suco produzido.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Café em Soluções Osmoprotetoras e Armazenamento a Frio

Marina Aparecida Marques Castanheira¹, Mariana Carvalho Arriel¹, Ana Maria Pereira Ribeiro¹, Willian Alves Arantes¹, Wanderley José Mantovani Bittencourt¹, Heloísa Oliveira dos Santos¹

¹Departamento de Agricultura/DAG – (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 –
Lavras, MG – Brasil

marina.castanheira2@estudante.ufla.br,
mariana.arriell@estudante.ufla.br, william.arantes@estudante.ufla.br,
anaribeiro.agro@gmail.com, wanderley.bittencourt2@ufla.br,
helois.osantos@ufla.br

Palavras-chave: Semente de café, germinação, armazenamento.

Este trabalho apresenta resultados de uma pesquisa que teve o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre) submetidas a diferentes métodos de armazenamento. O estudo buscou testar se o uso de uma solução osmoprotetora poderia prolongar a viabilidade e o vigor das sementes, em comparação com o método de armazenamento em câmara fria. Foram utilizadas sementes das cultivares de café arábica 'Catuaí IAC 99' e 'Topázio MG 1190', e da variedade 'Conilon LB1' de café robusta. As sementes foram armazenadas por 45, 90 e 180 dias em condições que incluem sacos de rafia e plásticos em câmara fria e em uma solução patenteada, também em câmara fria, com três regimes de aeração. Após cada período de armazenamento, a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio de testes de protrusão radicular e de germinação. A curto prazo, a solução osmoprotetora se mostrou mais eficaz que o armazenamento em câmara fria para as três cultivares. A médio prazo, a qualidade das sementes armazenadas em todas as soluções osmoprotetoras começou a declinar. A longo prazo, a porcentagem de protrusão radicular e germinação para as sementes em solução osmoprotetora foi praticamente zero para as cultivares Catuaí IAC 99 e Topázio MG 1190. O método de armazenamento em câmara fria, foi o único que conseguiu manter alguma viabilidade a longo prazo para todas as cultivares. Com isso, o estudo indica que a solução osmoprotetora é eficaz para manter a qualidade fisiológica de sementes de café por curtos períodos, superando o armazenamento tradicional em câmara fria. No entanto, para o armazenamento de médio e longo prazo, a solução não se mostrou viável. O método de câmara fria, apesar de ter uma taxa de declínio, foi o único que permitiu a sobrevivência das sementes por até 180 dias.

Agradecimentos: CAPES, CNPq e FAPEMIG, INCT-CAFÉ

CRIOPRESERVAÇÃO DE SEMENTES DE *Coffea congestica*

Rafael Alexandre Otoni¹; Gabriela Ribeiro Gontijo¹; Ana Luiza de Oliveira Vilela¹; Maria Fernanda Nunes Nogueira¹; Tatiana Vilela de Souza Pessôa; Sttela Dellyzete Veiga Franco da Rosa²

¹Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Embrapa Café

Parque Estação Biológica PqEB W3 norte final Parque Estação Biológica, PQEB,

CEP 70770-901 – Brasília, DF – Brasil.

(rafael.otoni1@estudante.ufla.br; gabriela.gontijo2@estudante.ufla.br;
ana.vilela5@ufla.br; maria.nogueira@estudante.ufla.br;
tatiana.pessoal@estudante.ufla.br; sttela.rosa@embrapa.br)

Palavras-chave: Qualidade fisiológica; Grau de Umidade; Germinação; Viabilidade

A conservação de seus recursos genéticos de diferentes espécies de café, como *Coffea congestica*, é estratégica para o desenvolvimento de novas cultivares. A criopreservação é uma alternativa segura, eficiente e economicamente viável para a preservação a longo prazo. O objetivo neste trabalho foi avaliar a viabilidade e a germinação de sementes submetidas a secagem em diferentes teores de água e diferentes embalagens. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x3 (quatro teores de umidade (17, 18, 19 e 20%) e três tratamentos (sem criopreservação, criopreservação em envelope de papel alumínio tri-foliolado com reaquecimento a 40 °C/2 min e criopreservação em tubo Falcon 15 mL com reaquecimento a 60 °C/2 min), com quatro repetições. No teste de tetrazólio, cada repetição foi composta por 10 sementes, e no teste de germinação, por 25 sementes. As variáveis resposta foram a viabilidade no teste de tetrazólio e a porcentagem de plântulas normais aos 30 dias após a semeadura. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). As sementes secadas até 17% de teor de água e acondicionadas em envelopes de alumínio apresentaram maior viabilidade (63%). O percentual de plântulas normais variou conforme o teor de umidade e a embalagem, com maiores valores em 18% (46%) e 17% (43%) na embalagem de alumínio. Os teores de 19% e 20% reduziram drasticamente ou eliminaram a sobrevivência, especialmente em tubos Falcon. A criopreservação de *C. congestica* com 17% bu embaladas em alumínio proporcionou maior manutenção da qualidade fisiológica.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências Embrapa, UFLA, CAPES, Fapemig, CNPq, Consórcio Pesquisa Café e INCT Café.

Efeito da aplicação de fertilizante à base de algas calcárias nas características físicas e químicas de frutos de cultivares de maracujazeiro

Samuel Camargos Pereira¹, Cléber Márcio da Silva Júnior¹,

Maria Luiza Bianchetti Furtado², Leila Aparecida Salles Pio¹, Ana Cláudia Costa Baratti¹

¹Departamento de Agricultura (DAG/ESAL) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Ciências dos Alimentos (DCA/ESAL) – UFLA

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{samuel.pereira6;cleber.junior2;maria.furtado3}@estudante.ufla.br

{anaclaudia.costa;leila.pio}@ufla.br

Palavras-chave: *Lithothamnium calcareum*, *Passiflora* spp., qualidade de fruto.

O maracujazeiro (*Passiflora* spp.) apresenta grande variabilidade fenotípica entre espécies e híbridos cultivados, a qual impacta diretamente as características físicas e químicas dos frutos. Com o intuito de aprimorar esses atributos, a fruticultura tem incorporado bioinsumos como o *Lithothamnium calcareum*, uma alga calcária marinha com potencial complementar na qualidade de frutos. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da interação entre a utilização do fertilizante a base de *L. calcareum* e seis cultivares de maracujazeiro desenvolvidas pela EMBRAPA: BRS Sertão Forte (*Passiflora cincinnata*) - SF, BRS Sol do Cerrado (*P. edulis*) - SC, BRS Pérola do Cerrado (*P. setacea*) - PC, BRS Mel do Cerrado (*P. alata*) - MC, BRS Rubi do Cerrado (*P. edulis* × *P. edulis*) - RC e BRS Maracujá Maçã (*P. maliformis*) - MM nas características físicas e químicas dos frutos. O experimento foi conduzido em DBC, em esquema fatorial 6 x 2 (cultivares x com/sem *L. calcareum*), com três repetições e quatro plantas por parcela. Foram aplicados, via solo, 300 g do produto por planta, parcelados em quatro doses com intervalos de 60 dias entre as aplicações. Avaliou-se o comprimento, diâmetro, espessura da casca, peso de fruto, rendimento de polpa, pH, teor de sólidos solúveis (SS) e acidez titulável total (ATT) de 8 frutos maduros por parcela. Não foi observada interação significativa entre cultivar e fertilizante para nenhuma das variáveis avaliadas. Entretanto, verificou-se efeito significativo dos fatores isolados: entre cultivares ($p < 0,01$) para todas as variáveis e do *L. calcareum* apenas para a ATT, promovendo aumento médio na acidez de 7,7 % nos tratamentos que receberam o produto. As médias das variáveis físicas e químicas evidenciaram ampla variação entre os genótipos avaliados. De modo geral, os frutos apresentaram comprimento entre 52 (PC) e 123 mm (RC), diâmetro de 45 (PC) a 98 (SC) mm, espessura de casca variando de 4,2 (PC) a 11,0 mm (MC) e SS entre 11,4 (SF) e 18,9 °Brix (MC). A ATT variou de 1,97 (MC) a 5,58 g de ácido cítrico/100 g (SF), enquanto o pH variou de 2,48 (PC) a 3,40 (MC) e o rendimento de polpa de 22 (MC) a 56 % (SF). Os resultados evidenciaram diferenças significativas entre as cultivares. A aplicação de *L. calcareum* apresentou efeito sobre a ATT, enfatizando seu potencial na melhoria da qualidade de frutos.

Agradecimentos: FAPEMIG, CAPES, CNPq, EMBRAPA e UFLA.

Impacto do formato do talhão na capacidade de campo operacional do DJI Agras T100

Raí Fernandes Queiroz Alves¹, Thiago Orlando Costa Barboza¹, Girley Valdes Fernandez¹, Wender Henrique Batista da Silva², Octávio Pereira da Costa¹, Adão Felipe dos Santos¹

¹ Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Entomologia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{rai.alves1, thiago.barboza1, girley.fernandez1, octavio.costa2}@estudante.ufla.br, wender45hotmail@gmail.com, {adao.felipe}@ufla.br

Palavras-chave: Drone de pulverização, eficiência de campo, geometria do talhão.

Drones de pulverização têm avançado no campo, mas quantificar capacidade e eficiência é essencial para planejar janelas de aplicação e equipamentos. Este estudo objetivou quantificar e comparar a eficiência de campo (Ef), a capacidade de campo efetiva (CCE) e a capacidade de campo operacional (CCO) do DJI Agras T100 em talhões de geometria regular e irregular, combinando velocidades de voo e espaçamentos de rota. Foram cronometrados tempos de troca de bateria, abastecimento, deslocamentos, manobras e trabalho em duas áreas (regular e irregular com obstáculo), testando seis combinações: velocidades de 35 e 45 km/h e larguras de 8, 9 e 10 m. A partir desses tempos calcularam-se: tempo máquina (soma dos tempos), Ef (razão entre tempo de trabalho e tempo máquina), CCE (produto entre velocidade e largura) e CCO (produto entre CCE e Ef). A combinação “talhão regular, 45 km/h e 10 m” não foi medida. O talhão regular apresentou maior Ef e CCO média, de 48,2% e 16,47 ha/h, respectivamente. No irregular, a melhor CCO ocorreu a 45 km/h e 9 m (15,94 ha/h), indicando que ampliar para 10 m não trouxe ganho de Ef. No regular, a maior Ef e CCO foram obtidas a 45 km/h e 8 m, superando 45 km/h e 9 m devido ao menor tempo de deslocamento. Elevar a velocidade de 35 para 45 km/h aumenta Ef e CCO, quando as condições de aplicação permitirem. O principal gargalo foi o tempo de manobra, o que reforça que o planejamento de voo para reduzi-lo eleva a Ef e, consequentemente, a CCO. Portanto, o formato do talhão é determinante, em áreas irregulares, larguras moderadas preservam Ef e maximizam CCO, e em áreas regulares, maior velocidade potencializa ganhos. Priorizar a redução de manobras tende a gerar mais incremento de CCO do que ampliar a largura de aplicação.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG, e da empresa Universo dos Drones.

Alteração em frutos cítricos com e sem infestação por ácaro: parâmetros físico-química

Monalisa Gomes Barbosa ¹, Pedro Henrique Reis Vilela ¹, Carlos Henrique Milagres Ribeiro ³, Isabel Roque de Oliveira ¹, Leila Aparecida Salles Pio ¹, Ana Claudia Costa Baratti ¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹monalisa.barbosa@estudante.ufla.br, ²pedro.vilela4@estudante.ufla.br, ³carlos.ribeiro5@estudante.ufla.br, leila.pio@ufla.br, anaclaudia.costa@ufla.br ,

Palavras-chave: Citricultura, *Citrus sinensis*, ácaro-da-falsa-ferrugem, ácaro-branco.

A citricultura é uma das principais atividades agrícolas do Brasil, com destaque na produção e exportação de frutas e sucos. No entanto, enfrenta sérios desafios fitossanitários, entre eles, a infestação por ácaros, como o ácaro branco e o da falsa ferrugem, compromete a comercialização para consumo *in natura*. Embora frutos atacados possam ser destinados à indústria de sucos, pode ocorrer uma alteração na composição físico-química em função desses organismos. Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da infestação por ácaros sobre parâmetros físico-químicos de frutos cítricos de diferentes grupos varietais. Foram coletados frutos maduros de laranjas (Bahia CNPMF 101 e Lima Sukkari), pomelos (Star e Flame) e híbridos/tangerinas (Murcote, Page, Silverhill e Sowtaon), os quais foram classificados em amostras com e sem infestação. Após a seleção realizou a extração do suco, e posteriormente realizadas análises físico-químicas, incluindo: acidez total titulável (AT), por meio de titulação com solução de NaOH 0,1N e indicador fenolftaleína; e teor de sólidos solúveis (SS) e pH com auxílio de um pHmetro de bancada. Com base nos resultados obtidos, observou-se que as variedades de laranja apresentaram maiores valores de SS e AT nos frutos com presença de ácaros. Embora o pH da variedade Bahia 101, tenha sido maior nos frutos sem infestação. Em relação aos híbridos de tangerina, com exceção da variedade Page, na qual não houve diferença significativa, e o teor de SS foi maior nos frutos sem ácaros. O mesmo padrão foi observado para a AT nas variedades Silverhill e Sowtaon. O pH, por sua vez, foi geralmente menor nos frutos sem ácaros, exceto na variedade Page, que apresentou comportamento inverso. Nos materiais de pomelo, os três parâmetros avaliados (SS, AT e pH) foram consistentemente superiores nos frutos sem ácaros. Conclui-se que a presença de ácaros pode alterar de maneira significativa a composição físico-química de frutos cítricos, sendo os efeitos dependentes do grupo varietal considerado. Esses resultados reforçam a importância do manejo fitossanitário adequado na citricultura, não apenas para assegurar a qualidade visual e comercial dos frutos, mas também para manter suas características físico-químicas desejáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Identificação de genótipos promissores de *Citrus aurantium* L. com potencial para produção de doces

Jéssica Lucas Briskiewicz¹, José Carlos Moras Rufini², Camila Gonçalves Rodrigues³, Alejandra Semiramis Alburquerque⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

² Departamento de Ciências Agrárias – Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Campus Sete Lagoas – 35701-970 – Sete Lagoas, MG – Brazil

³ Departamento de Ciências Exatas e Biológicas – Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Campus Sete Lagoas – 35701-970 – Sete Lagoas, MG – Brazil

⁴ Departamento de Ciências Exatas e Biológicas – Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Campus Sete Lagoas – 35701-970 – Sete Lagoas, MG – Brazil

jbriskiewicz@gmail.com, rufini@ufs.j.edu.br,
camilagr.alimentos@gmail.com, alejandra@ufs.j.edu.br

Palavras-chave: variabilidade fenotípica, seleção de genótipos, fruticultura tropical, recursos genéticos.

A laranja-da-terra (*Citrus aurantium* L.) possui valor cultural e econômico no Brasil, com destaque para Minas Gerais, onde é empregada na produção de doces tradicionais. A desuniformidade dos frutos, expressa pela variação em atributos sensoriais e morfológicos, compromete a padronização da produção. Essa condição decorre da reprodução sexuada, que intensifica a variabilidade genética pela ocorrência de mutações e hibridações naturais. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo selecionar genótipos superiores de *Citrus aurantium* L. para uso agroindustrial, a partir da avaliação de caracteres agrônômicos, genéticos e físico-químicos. Para tanto, foram analisadas 42 matrizes de laranja-da-terra provenientes de diferentes municípios de Minas Gerais, previamente indicadas por agricultores em razão de seu histórico produtivo e de atributos considerados desejáveis. Para cada matriz, 18 frutos foram coletados e organizados em três repetições, submetendo-se posteriormente a análises físicas, químicas e físico-químicas. Os resultados revelaram diferenças significativas entre os acessos, com predominância da variabilidade genética em relação à ambiental (CVg/CVe), além de elevados coeficientes de herdabilidade (70% a 99,87%), os quais evidenciam elevada acurácia da seleção massal. A análise multivariada, pelos métodos de Tocher e UPGMA, permitiu a identificação de combinações favoráveis entre acessos de maior potencial (1, 14, 31 e 32) e genótipos promissores (2, 3, 4, 9, 12, 13, 41 e 42). Verificou-se que o pH e o diâmetro transversal constituíram os caracteres de maior contribuição para a divergência genética, enquanto o diâmetro longitudinal e a razão DL/DT apresentaram contribuição desprezível. As estimativas de repetibilidade indicaram que a amostragem de oito frutos por acesso garante acurácia acima de 90% na predição fenotípica, exceto para compostos fenólicos. Os resultados preenchem lacunas sobre a espécie e orientam o melhoramento genético de *C. aurantium* para padronização e valorização agroindustrial.

Potencial heterótico em híbridos F1 de *Coffea arabica* L.

Otávio José Figueiredo¹, Danilo Araujo Gomes², Cesar Elias Botelho³, Denis Henrique Silva Nadaleti⁴

1, Pós-graduando em Fitotecnia/Agronomia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras, MG – Brasil.

2, Bolsista Epamig/Fapemig BDCTI-I.

3,4 Pesquisador EPAMIG – Sul – Lavras, MG – Brasil.

otavio.figueiredo1@estudante.ufla.br, daniloaraujo.agro@gmail.com,
cesarbotelho@epamig.br, denis.nadaleti@epamig.br

Palavras-chave: Genética do Cafeeiro, hibridação do cafeeiro, melhoramento genético.

O café é uma das bebidas mais consumidas globalmente, classificando-se como a segunda *comodity* mais comercializada no mundo. O Brasil destaca-se como principal produtor e exportador de café a nível mundial, com sua cadeia produtiva envolvendo cerca de 2000 municípios e impactando diretamente mais de 8 milhões de brasileiros. Assim, o desenvolvimento de cultivares de café melhoradas representa uma das estratégias mais promissoras e sustentáveis para enfrentar os desafios da produção global de café. Nesse sentido a heterose, condição em que o desempenho do produto de um cruzamento é superior à média dos genitores, tem favorecido o sucesso agrícola de diferentes culturas, atendendo às necessidades dos agricultores na busca por negócios mais rentáveis, impulsionados principalmente pelo aumento da produtividade e eficiência agrônômica. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a existência e magnitude da heterose em quatro híbridos F1 de *Coffea arabica* L. O experimento foi conduzido no município de Três Pontas-MG, seguindo o delineamento de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições e 10 tratamentos (quatro híbridos e seus genitores), totalizando 40 parcelas experimentais compostas por sete plantas. As colheitas foram realizadas anualmente, durante os anos de 2022, 2023, 2024 e 2025 considerando o volume de frutos de café obtido em cada parcela, convertido em sacas de 60 kg de café beneficiado por hectare (sc ha⁻¹). Os dados obtidos em cada safra foram utilizados para compor a produtividade média e então foi calculada a heterose média (MH%) e a heterobeliose (H%) de quatro híbridos F1 de *Coffea arabica* L.: Híbrido 1 (Sachimor 8840 x MG0176(1-10) R2 Amphilo), híbrido 2 (Sachimor 8840 x IPR100), híbrido 3 (MGS Paraíso 2 x MG0176(1-10) R2 Amphilo) e híbrido 4 (Catuaí amarelo IAC 62 x MGS Aranãs). Os dados de produtividade média foram submetidos a análise de variância e teste Scott Knott a 5% de significância. Foram observadas variações na heterose média entre as combinações, em que os híbridos 1 (-7,75%) e 2 (-10,93%) obtiveram valores negativos, indicando cruzamentos geneticamente próximos, enquanto os híbridos 3 (9,92%) e 4 (22,39%) obtiveram heterose média positiva, já para a heterobeliose os resultados obtidos foram similares, com valores negativos para os híbridos 1 (-20,10%) e 2 (-25,77%) e positivos dos híbridos 3 (0,55%) e 4 (15,06%). Considerando os valores observados da heterose média e a heterobeliose dos híbridos 3 e 4, as hibridações avaliadas apresentaram ganhos promissores para produtividade o que reforça o potencial da aplicação dessa tecnologia para o futuro do melhoramento de *C. arabica* L.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG, Consórcio Pesquisa Café e INCT-Café.

Identificação e contagem de pendões de milho baseada em imagens obtidas por UAV

Taine Teotônio Teixeira da Rocha¹, Marcelo Araújo Junqueira Ferraz¹, Allyson Gabriel de Paula², Paula Andrade Pereira, Afranio Gabriel Da Silva Godinho Santiago, Adriano Teodoro Bruzi^{1,2}

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN - – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{taine.rochal@estudante, marcelo.ferraz1@estudante,
allyson.paula@estudante, paula.pereira6@estudante,
afranio.santiago2@estudante}.ufla.br, adrianobruzi@ufla.br

Palavras-chave: Fenotipagem, *Zea mays*, segmentação de imagens, sensoriamento remoto.

A cultura do milho é uma das mais importantes no cenário agrícola mundial. A eficiência do seu cultivo está atrelada à produção rigorosa de sementes e a técnicas de manejo aplicadas em momentos estratégicos do desenvolvimento da planta, como no estágio de pendoamento. O uso de veículos aéreos não tripulados (UAV) representa uma alternativa promissora, pois possibilita o monitoramento rápido, preciso e em larga escala em campos de produção, com potencial aplicação em programas de melhoramento genético e no manejo da cultura. Nesse sentido, objetivou-se identificar e quantificar os pendões de plantas de milho em diferentes híbridos, utilizando segmentação por limiarização, considerando diferentes espaços de cores. O experimento foi conduzido em Ijaci-MG, no CDTT da UFLA, com cinco híbridos de milho (P4285 VYHR, B2801 PWU, P3016 VYHR, B2782 PWU e LG36799 VIP3). As imagens foram adquiridas com UAV, modelo Phantom 4 (SZ DJI Technology Co., Shenzhen, China) acoplado com sensor RGB (modelo FC330, DJI, Shenzhen, China), no estágio de pendoamento das plantas. As imagens foram submetidas a processamento digital para segmentação e contagem dos pendões em diferentes espaços de cores (RGB, Lab, Cinza, HSV e YCbCr). A raiz do erro quadrático médio (RMSE) e o erro máximo (EM) foram estimados para avaliar a precisão das estimativas de contagem em comparação à contagem manual. A escolha do canal de cor influenciou significativamente a precisão das estimativas de contagem de pendões. O canal “a” (Lab) apresentou menor RMSE, com erro médio de 29 pendões por imagem em relação à contagem manual (28,5) e o menor EM (77). Por seu turno, o canal “Y” (YCbCr) apresentou o maior RMSE. O canal “a” evidenciou-se mais preciso na identificação e contagem dos pendões, enquanto o canal “Y” pode necessitar de ajustes, como controle de iluminação, para melhorar a precisão.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Resposta de híbrido de canola Clearfield® à aplicação de herbicidas inibidores da ALS

Natalia Costa¹, Everthon de Lima Abreu¹, Laura Cecília Peixoto Silva¹, Ana Luiza Pereira Ferreira¹, Luiz Daniel Rodrigues da Silva¹, Guilherme Vieira Pimentel¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{natalia.costa4,everthon.abreu,laura.silva20,analuizaa.ferreira97,luiz.silva45}@estudante.ufla.br,{guilherme.pimentel}@ufla.br

Palavras-chave: *Brassica napus* L. var. *oleífera*, plantas daninhas, seletividade.

A canola apresenta grande relevância no cenário agrícola mundial, ocupando a segunda posição na produção de grãos oleaginosos e a terceira na de óleos vegetais. Apesar disso, o cultivo da espécie ainda enfrenta desafios que limitam sua expansão, entre os quais se destaca o manejo de plantas daninhas em pós-emergência, responsável por perdas de produtividade e qualidade dos grãos. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta de um híbrido de canola com tecnologia Clearfield® à aplicação de herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS). O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Lavras (UFLA, Lavras-MG), utilizando o híbrido Hyola 575 CL, em delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições. Avaliou-se à aplicação de etoxissulfurom (Gladium®), imazamoxi + imazapir (Raptor® + Contain®) e a testemunha (sem herbicida). As pulverizações ocorreram no estágio V3–V4, com avaliações de fitointoxicação aos 7, 14 e 21 dias após à aplicação (DAA), além da altura e massa seca da parte aérea aos 21 dias. Aos 7 DAA, apenas as plantas tratadas com Gladium® apresentaram sintomas de fitointoxicação, os quais se intensificaram até os 21 DAA. A partir dos 14 DAA, também foram observados sintomas nas plantas tratadas com Raptor® + Contain®, que aumentaram ao longo das avaliações, atingindo níveis semelhantes aos do tratamento com Gladium®. De modo geral, ambos os herbicidas provocaram sintomas leves de fitointoxicação. O herbicida Gladium® reduziu a altura das plantas, sem diferir dos tratamentos com Raptor® e Contain®. Para massa seca aérea, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos. Esses resultados indicam que os herbicidas inibidores da ALS avaliados apresentam potencial de seletividade para canola Clearfield®, inclusive o Gladium®, que embora não pertença ao grupo químico das imidazolinonas, também atua como inibidor da ALS. Ressalta-se, entretanto, a necessidade de estudos adicionais para avaliar os efeitos sobre os componentes de rendimento e a eficácia no manejo de plantas daninhas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG e PIBIC/UFLA.

Produtividade de Progenies de Cafeeiros, Oriundas do Cruzamento de Icatú com Catimor em Patrocínio – MG.

Otávio José Figueiredo¹, Danilo Araujo Gomes², Cesar Elias Botelho³, Denis Henrique Silva Nadaleti⁴, Cyntia Stephânia dos Santos⁵, Izabella Regina Soares⁶

1, Pós-graduando em Fitotecnia/Agronomia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras, MG – Brasil.

2, Bolsista Epamig/Fapemig BDCTI-I.

3,4,5 Pesquisador EPAMIG – Sul – Lavras, MG – Brasil.

6 Graduando em Agronomia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil.

Otavio.figueiredo1@estudante.ufla.br, daniloaraujo.agro@gmail.com,
cesarbotelho@epamig.br, denis.nadaleti@epamig.br, cytia.santos@epamig.br
, izabella.soares@estudante.ufla.br

Palavras-chave: *Coffea arabica*, hibridação do cafeeiro, melhoramento genético.

A cafeicultura possui elevada relevância no contexto do agronegócio brasileiro, uma vez que o Brasil se destaca como o principal produtor e exportador mundial de café, consolidando-se como uma das mais importantes commodities agrícolas do país. Nesse cenário, o melhoramento genético do cafeeiro representa uma estratégia fundamental para o desenvolvimento de cultivares com características agrônomicas superiores, incluindo maior produtividade, resistência a estresses bióticos e abióticos, e ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas das regiões produtoras. Assim, a avaliação do desempenho das plantas se faz necessário, na seleção destes genótipos mais adaptados e produtivos. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade de progenies de cafeeiros, originadas do cruzamento entre os genitores Icatú e Catimor. O experimento foi implantado no Campo Experimental de Patrocínio (CEPC), em Fevereiro de 2019, com espaçamento de 3,5 metros nas entrelinhas e 0,70 metros entre plantas. Onde foram avaliadas 49 progenies, mais uma testemunha, a cultivar MGS Aranãs, totalizando 50 tratamentos, dispostos no delineamento em blocos casualizados com 3 repetições, perfazendo um total de 150 parcelas experimentais constituídas de oito plantas cada. Foram realizadas as avaliações de produtividade das safras 2021, 2022, 2023, 2024 e 2025 medindo a produção de cada parcela em litros, posteriormente, feito a conversão para produtividade (sacas/ha) de acordo com o rendimento. Os dados obtidos em cada safra foram utilizados para calcular a produtividade média das cinco safras, que foi submetida à análise de variância a 5% de probabilidade, quando verificada significância aplicou-se o teste de Scott Knott para o estudo das médias. Conforme os resultados analisados, foram observadas Diferenças significativas na produtividade média das progenies avaliadas. Em que as progenies 27-III-1, 29-III-6, 29-I-3, 29-IV-3, 4-II-6, 11-I-1, 25-II-5, 11-II-3, 29-II-2 e 29-II-5, obtiveram produtividade média entre 29,79 e 38,28 sacas por hectare, com destaque para as progenies 27-III-1 e 29-III-6 que alcançaram produtividade média a cima de 35 sacas por hectare e foram selecionadas e avançadas no programa de melhoramento. Demonstrando a sua adaptabilidade na região de Patrocínio – MG.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG, Consórcio Pesquisa Café e INCT-Café.

Seletividade de herbicidas aos cultivares de feijão-comum IAC 1850, TAA Mahré e BRSMG Marte

Pedro Lucas de Carvalho Manoel¹, Paulo Henrique das Dores Batista¹, Marcelo de Assis Cerqueira¹, Jeferson Mulero, Christiane Augusta Diniz Melo¹, Silvino Guimarães Moreira¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

pedro.manoel2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, Fitotoxicidade, Plantas daninhas.

A cultura do feijão apresenta baixa disponibilidade de herbicidas registrados para aplicação em pré-emergência. Objetivou-se avaliar a seletividade de diferentes herbicidas pré-emergentes em três cultivares de feijão-comum. O experimento foi conduzido no CDTT/UFLA, em Ijaci, Minas Gerais, na safra 2024/25. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial (13×3), com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu a onze herbicidas aplicados em pré-emergência, sendo: Flumioxazina + Piroxasulfona; Flumioxazina + Imazetapir; S-metolaclo-ro + Fomesafen; Flumioxazina + S-metolaclo-ro; Etoxissulfurom; Flumioxazina; Piroxasulfona; Imazetapir; S-metolaclo-ro; Pendimetalina; Linurom; além de duas testemunhas, com e sem capina mecânica. O segundo fator correspondeu a três genótipos: IAC 1850, Marte e Mahré. A área útil foi composta de cinco metros das três linhas centrais. Aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) realizaram-se avaliações visuais de fitotoxicidade (ALAM, 1974) e de controle de plantas daninhas (ALAM, 1974). Após a colheita, avaliou-se o peso de 1000 grãos (PMG) e a produtividade. Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias dos herbicidas foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott e as das cultivares comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se o software Sisvar®. Para fitotoxicidade aos 7 e 28 DAA, PMG e produtividade, houve interação entre os fatores. Para fitotoxicidade aos 14 e 21 DAA, o efeito foi significativo apenas para herbicidas. O controle de plantas daninhas aos 7, 14, 21 e 28 DAA apresentou significância apenas para os fatores isolados. A Flumioxazina + Piroxasulfona provocou os maiores sintomas de fitotoxicidade em todas as avaliações e cultivares, enquanto os demais herbicidas causaram sintomas leves ou ausentes. Aos 28 DAA, os herbicidas Flumioxazina + Piroxasulfona, S-metolaclo-ro + Fomesafen, Imazetapir e Flumioxazina proporcionaram controle semelhante a testemunha capinada, média de 91%, considerado excelente, de acordo com a escala. As moléculas Flumioxazina, Imazetapir, Pendimetalina e Flumioxazina + Imazetapir apresentaram as maiores médias de PMG na cultivar Mahré, seguidas pelos demais tratamentos, que se igualaram às testemunhas. Para a cultivar IAC 1850, maior PMG foi verificado nas parcelas de feijão com o herbicida Linurom, enquanto, Etoxissulfurom, Pendimetalina e Piroxasulfona reduziram em relação às testemunhas. Na cultivar Marte não houve diferenças significativas entre herbicidas, embora tenha apresentado as maiores médias de PMG entre as cultivares. Quanto à produtividade, o herbicida Linurom não reduziu os rendimentos em nenhuma das cultivares, ao passo que Flumioxazina + Piroxasulfona reduziu a produtividade de todas. Portanto, Linurom apresentou-se promissor para aplicação em pré-emergência nos três genótipos de feijão estudados.

Agradecimentos: UFLA, CAPES, CNPq e FAPEMIG

Experiência da AgriVision Tech com Agricultura de Precisão no Sul de Minas Gerais

Dayanne Reis Oliveira¹, Daiani Maira Quintino de Paula¹, Adão Felipe dos Santos¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

dayanne.oliveiral@estudante.ufla.br, daiani.paula@estudante.ufla.br,
adao.felipe@ufla.br

Palavras-chave: Agricultura de precisão; fertilidade do solo; taxa variável; sustentabilidade agrícola; manejo do solo.

A agricultura de precisão tem se mostrado uma ferramenta essencial para aumentar a produtividade e promover o uso racional dos recursos no campo. Na região de Três Corações (MG), a empresa AgriVision Tech vem se destacando pela aplicação de técnicas modernas de manejo do solo voltadas para grandes culturas, como soja, café e milho. Este trabalho tem como objetivo relatar a experiência da empresa na safra 2024/2025, destacando os resultados obtidos com a aplicação de agricultura de precisão e adubação em taxa variável. O processo foi realizado em etapas. Inicialmente, a área foi dividida em grids de aproximadamente 1 ponto a cada 3 hectares, sendo coletadas cinco subamostras de solo por ponto para compor uma amostra representativa. A partir das análises laboratoriais, foram elaborados mapas de fertilidade do solo, que subsidiaram as recomendações de adubação em taxa variável, ajustando a dosagem de insumos conforme a necessidade de cada zona delimitada. A experiência da AgriVision Tech demonstra que a adoção de adubação em taxa variável permite mapear padrões de fertilidade, otimizar o uso de fertilizantes e aumentar a eficiência do manejo agrícola, resultando em maior produtividade, redução de perdas e melhoria da saúde do solo. Como consequência, os produtores atendidos registraram ganhos médios estimados de 10 a 15% na produtividade e redução de até 12% no uso de fertilizantes, evidenciando o potencial da agricultura de precisão como estratégia sustentável para o desenvolvimento agrícola regional.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Comportamento produtivo e fisiológico trigo por meio de produtos bioestimulantes

Lara Eduarda Silva Viol¹, Bianca Sanae Yokoyama¹, Leonardo Campos da Silveira¹, Vitor Cardoso Silva Martins¹, Vitor de Laia Nascimento³, José Maria Villela Pádua¹

¹Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento Fisiologia Vegetal/DBI - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{lara.viol1,vitor.martins}@estudante.ufla.br, {biancasanae}@hotmail.com, {leocampos2340}@gmail.com, {vitor.nascimento,jose.padua}@ufla.br

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., bioinsumos, Cerrado.

A grande expressão produtiva do Brasil tem estimulado o mercado dos insumos agrícolas, a exemplo dos bioestimulantes. No entanto, muitas são as dúvidas de utilização e manejo desses produtos em culturas. Objetivou-se avaliar a eficiência de produtos bioestimulantes associados com diferentes épocas de aplicação, visando verificar a resposta fisiológica da cultura. O experimento foi conduzido em condição controlada em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) e contou com 64 parcelas experimentais. Para isso, foram considerados quatro produtos, cinco épocas de aplicação e três repetições, além de um tratamento adicional que foi o controle. Os produtos utilizados foram, Stimulate, Stimutrop, Megafol e Fertileader Gold BMO e as épocas de aplicação na cultura do trigo foram pós semeadura (AS), afilhamento (AF), afilhamento e alongação (AF+E), alongação (EL) e nas três épocas (AS+AF+EL). Para avaliar o comportamento das plantas foram aferidos o teor de clorofila, o NDVI, as trocas gasosas das plantas e a fluorescência da clorofila a. Também foram avaliados os componentes agrônômicos da cultura como, altura de plantas, número de perfilhos, número de espigas, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga e peso de mil grãos. Os resultados obtidos foram submetidos a ANOVA e ao teste de médias de Scott Knott. Todas as análises foram obtidas utilizando o software RStudio. A partir da obtenção dos resultados, observou-se que não foram encontradas diferenças significativas para as características produtivas e fisiológicas avaliadas. Tal resultado ocorreu tanto considerando os produtos bioestimulantes, como as épocas de aplicação. Dessa forma, pode-se inferir que, apesar de apresentarem um potencial de incremento produtivo para as culturas, não foi observado na cultura do trigo. Além disso, se considerado os custos produtivos associados à utilização desses produtos e o reduzido retorno financeiro da cultura, pode-se dizer que o uso desses produtos não seria recomendado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Impacto da época de semeadura na estimativa da maturação de vagens de amendoim usando índices de vegetação

Girley Valdes Fernandez ¹ Cristiane Pilon ², Leticia de Aguila Moreno ¹, Chiara Rossi ², George Vellidis ² e Adão Felipe Dos Santos ¹.

¹ Departamento de Agricultura - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Ciências do Solo e Culturas - Universidade da Geórgia (UGA)

Caixa Postal 3037 -Athens, GA 30602 – EUA

Girley.fernandez1@estudante.ufla.br,
Leticia.moreno@ufla.br, adao.felipe@ufla.br, cpilon@uga.edu, rsschr93@gmail.com,
il.com, gvellidis69@gmail.com

Palavras-chave: NDVI, Sensoriamento Remoto, drone, Agricultura de Precisão.

A colheita da cultura do amendoim no momento certo é vital para garantir produtividade e qualidade, pois a colheita em maturação inadequada pode aumentar as perdas qualitativas e quantitativas. No entanto, os métodos convencionais de determinação da maturação são subjetivos, laboriosos e não representam a variabilidade espacial no campo. Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar a variabilidade temporal da maturação das vagens de amendoim (*Georgia-06G*) semeado em duas épocas de semeadura, em 15 de abril de 2019 e 30 de abril de 2019, realizado na Universidade de Georgia, Estados Unidos. Às coletas de dados iniciaram os 60 dias após da semeadura (DAS) e foi semanalmente até os 120 DAS, por meio de índices de vegetação obtidos com câmeras multiespectrais acopladas a uma aeronave não tripulada (UA) comparando o desempenho do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada Verde (GNDVI) na estimativa do Índice de Maturação do Amendoim (PMI). Os resultados obtidos demonstraram que o PMI apresentou tendência crescente em ambas as épocas de semeadura, com valores baixos nas datas iniciais e aumento progressivo nas finais, confirmando que a maturação do amendoim não é uniforme. Na série temporal dos índices, foi possível identificar alta variabilidade na primeira época de semeadura, ou seja, maior dispersão, indicando diferenças no vigor foliar entre as plantas em uma mesma data. Entretanto, na segunda época de semeadura, os índices foram uniformes, sem variabilidade significativa. Os resultados das análises de regressão linear demonstraram que o GNDVI apresentou os melhores desempenhos, com $R^2 = 0,9129$ na primeira época de semeadura e $R^2 = 0,7468$ na segunda época, o que reflete alta precisão na estimativa do PMI em ambas as condições. Já o NDVI registrou $R^2 = 0,8471$ e $0,6604$, respectivamente na primeira e segunda época de semeadura. Pode-se afirmar que, o GNDVI, que utiliza a banda do verde, foi o mais preciso para estimar a maturação do amendoim. Isso se deve ao fato de esse índice responder de maneira mais direta às mudanças no conteúdo de clorofila. Confirmando a eficiência de os índices de vegetação no monitoramento da cultura.

Agradecimentos : Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Definição de potencial produtivo com base na variabilidade espacial e temporal por meio de sensoriamento remoto

Dayanne Reis Oliveira¹, Adão Felipe dos Santos¹

¹Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

dayanne.oliveiral@estudante.ufla.br, adao.felipe@ufla.br

Palavras-chave: Agricultura de precisão; Zonas de manejo; Sensoriamento remoto.

A agricultura de precisão visa otimizar a utilização de insumos e aumentar a eficiência produtiva por meio do manejo localizado das áreas agrícolas. O presente estudo teve como objetivo caracterizar a variabilidade espacial dos atributos do solo e da produtividade da área experimental para subsidiar a delimitação de zonas de manejo (ZM) em um talhão no sul de Minas Gerais. Foram adquiridas imagens do satélite Sentinel-2, de 2020 a 2024, gerando composições anuais, e calculados o Índice de Vegetação Melhorado (EVI) e o índice *Soil Brightness* (SB) para cada ano. Adicionalmente, foi coletado o mapa de elevação a partir do modelo digital SRTM. As imagens foram transformadas de raster para vetor e em seguidas interpoladas utilizando a técnica de krigagem para definir o potencial produtivo da área. De modo a comparar as áreas de potencial produtivo delimitadas pelos dados obtidos utilizando sensoriamento remoto, mapas de produtividade foram utilizados para verificar a variabilidade na produtividade em duas safras (safras 23/24 e 24/25). Os resultados demonstram que através da integração de dados de sensoriamento remoto, informações topográficas segmentar áreas homogêneas dentro do talhão. Os dados de potencial produtivo foram similares ao potencial real obtido nas safras analisadas. Observou-se que é possível a delimitação de zonas de manejo através de dados obtidos através de sensoriamento remoto, promovendo maior eficiência produtiva e sustentabilidade ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Quantificação de pigmentos fotossintéticos em plantas de *Ocimum basilicum* var. *purpurascens* cultivadas sob malhas fotoconversoras

Wesley Naves Tostes^{1,2}, Ana Caroline Batista da Silva^{1,2}, Maria Eduarda Ferreira Souza², Thayane Ferreira Miranda^{1,2}, José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹, Suzan Kelly Vilela Bertolucci².

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura/Laboratório de Cultura de Tecidos e Plantas Medicinais, 37203-202, Lavras-Minas Gerais, Brasil.

²Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura/Laboratório de Fitoquímica e Controle de Qualidade de Plantas Medicinais, 37203-202, Lavras-Minas Gerais, Brasil.

wesley.n.tostes@gmail.com, ana.silva156@estudante.ufla.br,
maria.souza37@estudante.ufla.br, thayane.miranda@estudante.ufla.br,
jeduado@ufla.br, suzan@ufla.br

Palavras-chave: clorofilas, manjeriço, fotossíntese.

Ocimum basilicum var. *purpurascens*, conhecido como manjeriço-roxo, é uma espécie ornamental, medicinal e com potencial uso como fonte de corante natural na indústria alimentícia. Considerando que a fotossíntese é essencial para a biossíntese de metabólitos secundários, como clorofilas e carotenóides, este estudo teve como objetivo quantificar esses pigmentos em plantas de manjeriço-roxo submetidas a diferentes condições de luminosidade. Mudanças foram obtidas através de sementes adquiridas comercialmente, as quais foram semeadas em bandeja de polietileno contendo substrato comercial Tropstrato Hortaliças HA® e mantidas em casa de vegetação sob irrigação por microaspersão até que atingissem 10 cm de altura e com 2 pares de folhas desenvolvidas. Em seguida, as mudas foram transplantadas para vasos de 10 litros utilizando como substrato uma mistura de solo:areia (2:1) e uma adubação química. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (malhas fotoconversoras azul, preta, vermelha e pleno sol) e cinco repetições com cinco plantas por repetição, totalizando 100 vasos. A extração dos pigmentos seguiu protocolo utilizando 0,05 g de tecido vegetal incubado em 10 mL de dimetilsulfóxido (DMSO) saturado com carbonato de cálcio (CaCO₃), em estufa a 65 °C por 24 horas. As absorbâncias das amostras foram lidas em espectrofotômetro a 649, 665 e 480 nm (clorofila *a*, clorofila *b* e carotenóides respectivamente). Análises estatísticas foram realizadas com o *software* SISVAR (Versão 5.8), e os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Houve diferenças estatísticas significativas nos teores de pigmentos fotossintéticos entre as condições de cultivo sob pleno sol e as malhas fotoconversoras. A faixa de teores de clorofila *a* foi de 1,03 no pleno sol a 1,27 mg/g MF na malha vermelha, de clorofila *b* de 0,72 na malha preta a 1,19 mg/g MF na malha vermelha, e os carotenóides de 0,25 na malha azul a 0,32 mg/g MF na malha vermelha. Plantas cultivadas sob malha vermelha acumularam os teores máximos de pigmentos fotossintéticos. Conclui-se que a malha vermelha favorece a produção de pigmentos fotossintéticos em *O. basilicum* var. *purpurascens*.

Agradecimentos: FAPEMIG, CAPES, CNPq e PPGFitotecnia/UFLA.

Impacto da altitude sobre a porcentagem de peneira alta em cultivares de café arábica

Fausto Veiga de Alvarenga¹, Guilherme Barbosa Abreu², Gladyston Rodrigues Carvalho³, Vinícius Teixeira Andrade³, André Dominghetti Ferreira², Daiane dos Santos Soares⁴, Vinicius Ferreira Santana⁵

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA),
²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), ³Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), ⁴Bolsista Pós-doutorado Fapemig, ⁵Estudante graduação (UFLA)

fausto.alvarenga@estudante.ufla.br, {guilherme.abreu@embrapa.br,
andre.dominghetti@embrapa.br, {carvalho@epamig.br, vinicius.andrade@epamig.br,
soares.agronomia@gmail.com, vinicius.santanal@estudante.ufla.br}

Palavras-chave: *Coffea arabica*, adaptabilidade, classificação física

Variações na altitude podem ser determinantes para a ocorrência de mudanças favoráveis nos índices físicos e nas características da bebida do café, uma vez que grãos maiores (peneiras altas como 16 ou superior) geralmente são mais densos e uniformes e resultam em uma torra mais homogênea, melhor extração de sabores e aromas, levando a um café de maior qualidade e valorização no mercado. Estudos de interação genótipo × ambiente (G×A) permitem identificar cultivares responsivos ou estáveis em diferentes condições ambientais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de cultivares de café em diferentes altitudes, por meio de regressão linear e análise de tendência, para identificar o comportamento das cultivares quanto ao tamanho de peneira nos diferentes níveis de altitude. O experimento consistiu em 16 cultivares avaliados em 29 locais com diferentes altitudes, variando entre 565 e 1211 metros. Adicionalmente, foi realizada uma análise para visualizar a interação G x A e identificar cultivares com melhores dados de peneira em cada altitude. Ficaram evidenciados três padrões distintos de resposta: Alta, moderada e baixa responsividade ao aumento da altitude. Confirmou-se também a tendência de resposta dos dados, mostrando que existe variabilidade entre cultivares, com algumas associadas a grãos de menor peneira, enquanto a maioria tende a aumentar ou manter o tamanho, além da demonstração da interação entre G x A. As análises demonstraram que, na média, o aumento da altitude aumenta a porcentagem de grãos peneira 16 acima ($y = 0,064x + 2,8$), ou seja, a cada 100 metros temos um aumento de 6% desse tipo de grão. Contudo, determinadas cultivares apresentam adaptação específica a ambientes de maior altitude, enquanto outras se destacam em ambientes mais baixos ou não apresentam efeitos significativos, mantendo-se de forma estável em todas as altitudes. Esses resultados auxiliam os programas de melhoramento e a recomendação de cultivares, contribuindo para o aumento da eficiência produtiva e da qualidade do café.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, FAPEMIG e Consórcio Pesquisa Café.

Produtividade da soja em sucessão a diferentes espécies de *Urochloas* em sistema de integração lavoura-pecuária

Jeferson Mulero¹, Deyvison de Asevedo Soares², Pedro Lucas de Carvalho Manoel¹,
Maria Vitória Aparecida Pereira¹, Silvino Guimarães Moreira¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Campo Verde Pesquisas Agronômicas - Estrada Artemis - Paredão Vermelho, km 3,5 - C.P. 571 13400-970 - Piracicaba - SP

jeferson.mulero@estudante.ufla.br, deyvison.a.soares@gmail.com,
pedro.manoel2@estudante.ufla.br, maria.pereira19@estudante.ufla.br,
silvinomoreira@ufla.br.

Palavras-chave: Integração Lavoura-Pecuária, Soja, Sustentabilidade agrícola.

A busca por sistemas agrícolas resilientes e sustentáveis torna a Integração Lavoura-Pecuária (ILP) uma estratégia fundamental. Este trabalho avaliou a produtividade da soja em sucessão a diferentes espécies de *Urochloa* em sistema de ILP, focando na sustentabilidade produtiva e ambiental. O experimento foi conduzido ao longo de três anos agrícolas em Latossolo Arenoso, utilizando delineamento em blocos casualizados. Os tratamentos incluíram sistemas com: S-MRUZ: milho + *U. ruziziensis* (pastejo) – Soja; S-MPIA: milho + *U. brizantha* cv. Piatã (pastejo) – Soja; S-MPAI: milho + *U. brizantha* cv. Paiguás (pastejo) – Soja; S-MSPD: milho (Plantio direto) – Soja; S-MSPC: milho (preparo convencional). Após a colheita do milho safrinha, as forrageiras consorciadas foram pastejadas por bovinos e dessecadas para o plantio da soja. Foram avaliadas a produtividade de grãos, a massa seca de palhada e atributos físicos do solo. O monitoramento edáfico revelou que o sistema convencional (S-MSPC) apresentou as maiores temperaturas, com diferenças de até 13,9 °C em relação aos sistemas com cobertura, representando um risco à sustentabilidade ao acelerar a decomposição da matéria orgânica. Os sistemas com *Urochloa* atuaram como um isolante térmico eficiente, mantendo a temperatura do solo significativamente mais baixa e estável. Esses tratamentos também mantiveram teores superiores de umidade, assegurando melhores condições edáficas durante os estádios críticos da soja. Os sistemas integrados proporcionaram ganhos de até 10 sc.ha⁻¹ na produtividade da soja em relação ao sistema convencional. O maior acúmulo de palhada favoreceu a conservação da umidade, o controle de plantas daninhas e o incremento da matéria orgânica, refletindo em maior eficiência agrônômica e resiliência ao estresse hídrico. Conclui-se que a ILP com soja, milho e *Urochloa* demonstrou elevada viabilidade técnica, consolidando-se como uma ferramenta estratégica para conciliar produtividade e conservação ambiental. Os resultados reforçam a contribuição da ILP para os ODS 2, 12 e 15, destacando seu papel no avanço da agricultura regenerativa em solos arenosos.

Agradecimentos: FEPISA, CNPq, CAPES e Grupo Facholi.

EFEITO DE DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS NO DESENVOLVIMENTO IN VITRO DE *Melissa officinalis* L.

Pedro Camillo Siqueira dos Santos¹, Ana Caroline Batista da Silva², Lays da Silva Gomes³, Suzan, Kelly vilela Bertolucci⁴, José Eduardo Brasil Pereira Pinto⁵

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

¹pedro.santos27@estudante.ufla.br, ²ana.silva156@estudante.ufla.br,
³layssilva801@gmail.com, ⁴suzan@ufla.br, ⁵jeduardo@ufla.br,

Palavras-chave: Cultura de tecidos, in vitro, crescimento

O cultivo in vitro de plantas possibilita a multiplicação vegetal em condições assépticas e controladas. Em espécies aromáticas e medicinais, a luz constitui um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento de plântulas, exercendo influência sobre aspectos morfológicos, anatômicos e fisiológicos. Essa ação ocorre por meio da irradiância de fótons que incidem sobre as folhas, desencadeando respostas essenciais como a fotossíntese. A intensidade luminosa considerada ideal situa-se entre 20 e 60 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sob fotoperíodo de 16 horas. Intensidades mais baixas promovem maior acúmulo de clorofila a e maior razão clorofila a/b. *Melissa officinalis* L., popularmente conhecida como erva-cidreira, pertence à família Lamiaceae. Apresenta folhas verde-intensas na face superior e verde-claras na inferior, exalando aroma semelhante ao do limão. Sua composição química é rica em metabólitos, destacando-se o ácido rosmarínico, cerca de 5%, além de óleos essenciais como linalol, nerol, citronelol e 1,8-cineol. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes intensidades de luz branca de LED sobre o número de folhas, número de brotos, comprimento da parte aérea e comprimento do segundo entrenó. Foram utilizados segmentos nodais de aproximadamente 1 cm, cultivados em meio MS sólido sem reguladores de crescimento. Os explantes foram inoculados em tubos de ensaio e mantidos em sala de crescimento sob diferentes intensidades de luz. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos: T1 – 28, T2 – 51, T3 – 69, T4 – 94 e T5 – 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, utilizando lâmpadas LEDs brancas. A análise de variância indicou ausência de diferenças significativas entre os tratamentos para número de brotos ($p = 0,751$), comprimento da parte aérea ($p = 0,113$) e comprimento do segundo entrenó ($p = 0,917$). Para o número de folhas, observou-se valor de p próximo ao limite de significância ($p = 0,053$), sugerindo tendência de variação, especialmente com maiores médias em T2, T3 e T4 em comparação a T1. Portanto, os tratamentos não influenciaram significativamente as características avaliadas, exceto pela tendência de aumento no número de folhas. Assim, nas condições experimentais, não se verificaram efeitos expressivos das intensidades de luz no desenvolvimento das plântulas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMI

INFLUÊNCIA DO ARRANJO ESPACIAL NA FISIOLOGIA DO CAFEIEIRO

Maria Eduarda Carvalho Assaid Simão¹, Fausto Veiga de Alvarenga¹, Maria Fernanda Franco de Araujo², André Dominghetti Ferreira³, Gladyston Rodrigues Carvalho⁴, Daiane do Santos Soares⁵, Guilherme Barbosa Abreu³.

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA),

²Estudante graduação (UFLA), ³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), ⁴Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG),

⁵Bolsista Pós-doutorado Fapemig.

maria.simao@estudante.ufla.br, fausto.alvarenga@estudante.ufla.br, maria.araujo5@estudante.ufla.br,
{[guilherme.abreu](mailto:guilherme.abreu@embrapa.br), [andre.dominghetti](mailto:andre.dominghetti@embrapa.br)}@embrapa.br, {[carvalho](mailto:carvalho.vinicius.andrade@epamig.br), [vinicius.andrade](mailto:vinicius.andrade@epamig.br)}@epamig.br,
soares.agronomia@gmail.com

Palavras-chave: *Coffea arabica*; espaçamento; clorofila.

Variações no arranjo espacial das plantas influenciam fatores como competição por água e luz e microclima afetando consequentemente, a fisiologia do cafeeiro. Características fisiológicas como o conteúdo de clorofila e a condutância estomática refletem na capacidade fotossintética e no balanço hídrico da planta, sendo influenciados pelo arranjo espacial a que as plantas foram submetidas. O presente trabalho avaliou diferentes arranjos espaciais para novas cultivares de café arábica e sua influência na fisiologia do cafeeiro. O experimento consistiu da avaliação de três cultivares (MGS Paraíso 2, Catucaí 24-137 e Obatã Amarelo IAC 4739), em cinco espaçamentos na linha de plantio (0,30; 0,40; 0,50; 0,60; 0,70 metros) e um espaçamento entre linhas (3,5 metros). As variáveis fisiológicas avaliadas foram: índice de clorofila total, utilizando o clorofilômetro e condutância estomática, por meio do porômetro na face inferior das folhas, que apresenta uma maior densidade de estômatos. Selecionou-se folhas completamente expandidas, do terceiro ou quarto par de folhas em ramos plagiotrópicos no terço médio das plantas. As avaliações foram feitas na época seca e na época chuvosa, sendo avaliada uma planta por parcela. Para as características fisiológicas, a variável espaçamento demonstrou efeito altamente significativo (p -value < 0,05) para a clorofila total, tanto na época seca quanto na época chuvosa, indicando que a manipulação do arranjo espacial da cultura alterou os níveis de clorofila total da planta. Quanto a condutância estomática, não houve significância no teste. A análise de comparação das médias confirmou a diferença significativa entre os espaçamentos, sendo que para a clorofila total na época seca, os espaçamentos de 0,30; 0,40 e 0,50 metros foram superiores ao espaçamento de 0,60 metros, tendo o de 0,70 metros não diferido estatisticamente dos demais. Na época chuvosa, o espaçamento de 0,30 metros mostrou valor significativamente menor que os demais. Os resultados obtidos até o presente momento indicam que tanto o arranjo espacial quanto a época de avaliação afetam as variáveis fisiológicas estudadas.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq, Consórcio Pesquisa Café e FAPEMIG.

Identificação e conservação ex situ de bromélias no Horto Botânico da UFLA

**Nathália Brito dos Santos¹, Marizete Gonçalves da Silva², Luana Teles Barroso³,
Michele Valquíria dos Reis⁴, Moacir Pasqual⁵**

^{1, 3, 4, 5}Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{nathalia.santos4, marizete.silva, luana.barrosol}@estudante.ufla.br,
{michele.reis, mpasqual}@ufla.br

Palavras-chave: Bromeliaceae, conservação ambiental, meio ambiente.

A família Bromeliaceae é um grupo de plantas com alta diversidade fisiológica e morfológica, além de grande relevância ecológica. No Brasil, as bromélias estão distribuídas em todos os biomas, muitas delas sendo endêmicas. Todavia, várias espécies encontram-se ameaçadas de extinção devido à perda e fragmentação de seus habitats naturais. O Horto Botânico da Universidade Federal de Lavras mantém uma coleção viva de bromélias formada ao longo dos anos, proveniente de aquisições, da doação de um colecionador e contribuições esporádicas de doadores. Nesse contexto, em 2024, iniciou-se o processo de catalogação e organização desta coleção, com o objetivo de identificar as espécies e sistematizar as informações em bancos de dados. Realizou-se o levantamento dos exemplares presentes na coleção, em que cada exemplar foi etiquetado, fotografado e registrado com códigos numéricos. A identificação das espécies foi baseada nas características morfológicas vegetativas e reprodutivas, com comparação a espécies registradas em herbários virtuais, como Reflora. Além disso, exemplares previamente doados e acompanhados de identificação foram revisados e verificados antes do registro. Até o momento, a coleção conta com 338 indivíduos, dos quais foram identificadas 55 espécies pertencentes a 18 gêneros. Entre essas, identificou-se espécies oriundas dos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. A continuidade do processo de identificação e catalogação permitirá aprofundamento do conhecimento sobre a diversidade da coleção. Além disso, o banco de dados servirá de base para estudos taxonômicos, ações de conservação e atividades de ensino e extensão voltadas à valorização da flora brasileira.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Concentração foliar de nutrientes e produtividade da soja em função da aplicação de calcário e gesso em plantio direto

Josias Reis Flausino Gaudencio¹, Maria Vitória Aparecida Pereira¹, Paulo Henrique das Dores Batista¹, Pedro Lucas de Carvalho Manoel¹, Jeferson Mulero¹, Silvino Guimarães Moreira¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

Universidade – Lavras, MG – Brasil

josias.gaudencio2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Calagem, Gessagem. *Glycine max* L.

A aplicação superficial de calcário e gesso em áreas sob plantio direto (PD) são caracterizadas como práticas de manutenção dos níveis de fertilidade. O calcário corrige acidez e fornece Ca e Mg, porém, apresenta baixa solubilidade e reatividade quando aplicado em superfície. Por outro lado, o gesso possui maior capacidade de movimentação vertical, potencializando melhorias químicas em subsuperfície e melhorando a nutrição das culturas. O objetivo nesse estudo foi avaliar os efeitos da aplicação combinada de calcário e gesso em superfície sobre a concentração foliar de nutrientes e a produtividade da soja em PD. O estudo foi iniciado em outubro de 2024, em Ingaí-MG. O delineamento adotado foi em DBC, em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições, totalizando 64 parcelas de 100 m² cada. Os tratamentos foram compostos pela combinação de quatro doses de calcário (0, 4, 8 e 12 Mg ha⁻¹) - 38,9% de CaO, 13,4% de MgO e 88,0% de PRNT - e quatro doses de gesso (0, 3, 6 e 9 Mg ha⁻¹) - 22,3% de Ca e 17,2% de S. No verão, foi cultivado soja, cv. Olimpo IPRO, com população final de 187 mil plantas ha⁻¹ e 128 dias de ciclo. As amostras de folhas foram coletadas no estádio R2 (florescimento pleno), coletando-se o 3º ou 4º trifólio com pecíolo do ápice para a base. Ao final do ciclo foram colhidos 24 m² de área útil por parcela. A produção de grãos foi corrigida a 13% de umidade e a produtividade expressa em Mg ha⁻¹. Foi feita a análise de variância dos dados e, quando significativo, fez-se o estudo da regressão. Quando na ausência de interação, foi feito o estudo isolado dos efeitos das doses de calcário e gesso sobre as variáveis em questão. Foi observado aumento dos níveis de Mg nas folhas sob aplicação de calcário. Por outro lado, houve redução desse elemento em função das doses crescentes de gesso. Em ambos os casos, as quantidades do nutriente nas folhas se mantiveram abaixo do adequado para a cultura (4 mg kg⁻¹). O gesso incrementou concentrações foliares de Ca e S. Houve interação significativa em produtividade. O rendimento foi influenciado pelo aumento das doses de calcário na ausência de gesso. O ganho de produtividade foi linear ($\hat{y}$ (Mg ha⁻¹) = 0,0431x + 4,2691 ; R² = 82,69**). Da mesma forma, a produtividade aumentou com as doses de gesso na ausência de calcário, seguindo uma parábola ($\hat{y}$ (Mg ha⁻¹) = -0,0292 + 0,286x + 4,2232 ; R² = 95,08***). Concluiu-se que calcário e gesso incrementaram a produtividade, no entanto, o efeito sinérgico da combinação não foi evidenciado no primeiro ano de cultivo.

Agradecimentos: os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação comparativa de métodos baseados em UAV para estimativa da altura de plantas de milho em condições tropicais

Marcelo Araújo Junqueira Ferraz², Taine Teotonio Teixeira da Rocha², Afrânio Gabriel da Silva Godinho Santiago², Bruna Stephani de Paula¹, Carlos Henrique Souza¹, Adriano Teodoro Bruzi²

¹Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

marcelo.ferraz1,taine.rocha1,afranio.santiago2,bruna.paula2autor1,carlos.souza8,adrianobruzi@ufla.br

Palavras-chave: fenotipagem digital, alto rendimento, drone, imagens aéreas.

Recentes avanços em tecnologias de fenotipagem de alto rendimento (HTP), sensoriamento remoto e veículos aéreos não tripulados (UAVs) têm impulsionado a transformação da pesquisa agrícola, permitindo avaliações rápidas, precisas e não destrutivas de características fenotípicas em larga escala. Entre essas características, a altura de plantas constitui um parâmetro fundamental para estudos de crescimento, vigor e produtividade. O presente estudo teve como objetivo comparar diferentes abordagens baseadas em UAV para estimativa da altura de plantas de milho (*Zea mays* L.) em condições tropicais, utilizando os softwares QGIS, FIELDimageR e Pliman, em relação ao método convencional de medição em campo. O experimento foi conduzido com quatro híbridos de milho em delineamento em blocos casualizados completos, a partir de modelos digitais de superfície (DSM) e de terreno (DTM) derivados de imagens aéreas. Pontos de controle (GCP) foram distribuídos uniformemente dentro do campo para obter referências geográficas precisas. A representação geoespacial das parcelas foi gerada sobre os ortomosaicos, no software QGIS (3.22.15) e com o auxílio do ambiente computacional R, por meio dos pacotes FIELDimageR e Pliman. Tais vetores foram utilizados posteriormente para extração de alturas das plantas (cm). Os resultados demonstraram que as estimativas de altura obtidas via UAV apresentaram alta concordância com as medições manuais. Dentre os métodos testados, o Pliman apresentou a melhor correlação com os valores observados em campo ($r = 0.75$), seguido do QGIS ($r = 0.74$) e FIELDimageR ($r = 0.74$), apresentaram desempenho similar nas condições específicas deste estudo. Esses resultados reforçam o potencial das plataformas UAV associadas a ferramentas computacionais para aprimorar a precisão e a eficiência da fenotipagem de culturas sob condições tropicais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Características físicas e físico-químicas de pitaia de polpa branca durante a maturação

Moyssa Silva de Assis¹, Deniete Soares Magalhães¹, Leila Aparecida Sales Pio¹, Denny Oswaldo Paéz Piñango¹, Carlos Henrique Milagres Ribeiro¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037

CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

moysa.assis2@estudante.ufla.br, denieteagro@yahoo.com.br, leila.pio@ufla.br
denny.pinango1@estudante.ufla.br, chm.ribeiro8@gmail.com

Palavras-chave: *Hylocereus undatus*, pós-colheita, qualidade de frutos, fruta do dragão, Cactaceae.

A pitaia é uma planta exótica de crescente interesse no mercado, devido ao seu sabor, valor nutricional e aparência atrativa. Compreender as alterações nos frutos durante seu desenvolvimento é essencial para otimizar sua colheita, comercialização e a qualidade. Diante desse contexto, objetivou-se com este trabalho estudar as características físicas e físico-químicas de pitaia de polpa branca (*Hylocereus undatus*) ao longo de sua maturação. O experimento foi conduzido no pomar do setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Minas Gerais. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, estruturado em seis períodos de coleta (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a antese). Cada coleta foi composta por oito repetições, sendo cada repetição representada pela média de dois frutos de pitaia. Foram realizadas análises de caracterização física (massa do fruto, da polpa e da casca; diâmetro longitudinal e transversal; rendimento; índice de formato; espessura da casca e firmeza da polpa) e caracterização físico-química (sólidos solúveis, pH, acidez e r  tio). As m  dias dos períodos de avalia  o foram submetidas    avalia  o polinomial, sendo os modelos selecionados conforme a significância do teste F e do coeficiente de determina  o. Aos 35 dias após a antese, os frutos apresentaram maiores massa, diâmetros e r  tio, enquanto que aos 42 dias ocorrem máximas da massa da polpa, rendimento e sólidos solúveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Influência de malhas coloridas na produção de pigmentos fotossintéticos de *Mentha spicata*

Thayane Ferreira Miranda¹, Rafael Marlon Alves de Assis¹, Rogério Suzana de Freitas Micaela¹, Maria Eduarda Ferreira Souza¹, José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹, Suzan Kelly Vilela Bertolucci¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

thayane.miranda@estudante.ufla.br, rafamarlon7@gmail.com,
michaelarogério@gmail.com, maria.souza37@estudante.ufla.br
jeduardo@ufla.br, suzan@ufla.br

Palavras-chave: Planta medicinal, Luz, Clorofila.

A *Mentha spicata* é uma planta medicinal, aromática e condimentar, com potencial uso nas indústrias farmacêuticas, alimentícias e perfumaria. A luz é um dos fatores que influenciam diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas. Objetivou-se avaliar o efeito de malhas coloridas no teor de pigmentos fotossintéticos em plantas de *M. spicata*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições com cinco plantas por repetição, totalizando 100 plantas; cultivadas em vasos de 10dm³ contendo a mistura de 2:1:1 de solo, areia e esterco respectivamente, sendo a dose de esterco de 9 Kg m⁻². Os tratamentos experimentais foram: cultivo em malhas 50% de sombreamento na cor azul, preta, vermelha e sob pleno sol, conduzido até 70 dias após o transplântio das mudas. Para análise de quantificação de pigmentos fotossintéticos clorofila *a*, *b* e carotenóides, foram coletadas três folhas por repetição de cada tratamento; amostras de 50 mg da matéria fresca das folhas foram homogeneizadas em 10 mL de dimetilsulfóxido (DMSO) saturado com carbonato de cálcio (CaCO₃), incubadas em estufa à temperatura de 65°C por 24h, e a leitura em espectrofotômetro nos comprimentos de onda 649, 665 e 480 nm, para clorofila *a* e *b*, e carotenóides respectivamente. As malhas de sombreamento influenciaram de forma positiva no teor de clorofila *a*, *b* e carotenóides nas plantas, o cultivo em malha preta apresentou significativamente maior teor de clorofila *a* e carotenóides (0,98 e 0,24 mg.g⁻¹) respectivamente, sendo o menor teor de clorofila *a* encontrado no cultivo em pleno sol (0,70 mg.g⁻¹); em relação a clorofila *b* as plantas cultivadas em pleno sol (0,35 mg.g⁻¹) obtiveram maior conteúdo; para clorofila total as malhas azul (1,21 mg.g⁻¹) e preta (1,28 mg.g⁻¹) foram superior aos demais tratamentos. Conclui-se que o cultivo de *M. spicata* nas malhas preta e azul favoreceram o aumento do teor de pigmentos fotossintético exceto para clorofila *b*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação de teor de água de lotes de sementes de soja pelo método estufa em diferentes tempos

Francisco Leandro da Silva¹, Ivan David Briceño-Pinzón¹, Yuri de Moraes Barros Dias¹, Raphaela Gomes Martiniano de Pádua, Kaique de Jesus Freire de Carvalho¹, Raquel Maria de Oliveira Pires¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{Francisco.silva11, Ivan.pinzon2, }@estudante.ufla.br, raquelmopires@ufla.br.com

Palavras-chave: *Métodos alternativos, determinação de umidade, equilíbrio higroscópico*

A análise do teor de umidade tem como objetivo principal determinar a quantidade de água presente nas sementes, utilizando métodos adequados para análises de rotina. O nível de umidade afeta o comportamento das sementes em diferentes situações ao longo das etapas de produção, desde a colheita até a comercialização. Portanto, realizar determinações frequentes do teor de água é necessário para estabelecer e adotar procedimentos adequados que visem evitar ou minimizar os danos que podem ocorrer. Existem vários métodos para a determinação da umidade de sementes, os quais são divididos em diretos e indiretos. Sua vantagem em relação à primeira é a rapidez, facilidade de operação e leitura direta da umidade. O método oficial utilizado no Brasil para a determinação do teor de água das sementes é o de estufa à temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas. No entanto, existe outra alternativa, a determinação do grau de umidade, pelo método da estufa à alta temperatura constante, $130-133^\circ\text{C}$, para diferentes tempos segundo a cultura. Diante do exposto, o presente trabalho teve o objetivo de comparar teores de umidade em diferentes tempos; 1, 2 e 4 horas, no método de estufa $130-133^\circ\text{C}$, para 4 lotes de sementes de soja. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os tempos de avaliação, com a menor média observada na primeira hora avaliada com 10,08%, seguido de 11,63% e 11,47%, às 2 e 4 horas de secagem, respectivamente. O menor percentual de secagem no tempo de 1 hora, pode ser explicado pelo comportamento higroscópico e difusivo da água no interior da semente. Embora, em teoria, o aumento do tempo de exposição à temperatura deva promover maior perda de umidade, esse processo depende fortemente da disponibilidade e mobilidade da água interna, bem como da difusividade térmica e do gradiente de umidade entre o interior e o ambiente. Outro fator importante é o ajuste térmico interno da semente. No início da exposição à temperatura de secagem, parte do calor fornecido é utilizada para elevar a temperatura interna do material, e não diretamente para a evaporação da água o que explica a diferença entre o resultado de 1h e os tempos maiores.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

O cultivo de algodão agroecológico no Nordeste

Mariana de Vasconcelos Dias¹, Nathália Brito dos Santos², Joyce Dória³, Moacir Pasqual⁴

^{1,2,3,4} Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{mariana.dias3,nathalia.santos4}@estudante.ufla.br; {joyce.doria,
mpasqual}@ufla.br

Palavras-chave: Semiárido; Gossypium; orgânico.

O algodoeiro (*Gossypium* sp.) está entre as mais importantes fibras do mundo. No Nordeste, já foi considerada uma das principais culturas agrícolas, contribuindo para o desenvolvimento da economia local. Porém na década de 80, o cultivo do algodoeiro entrou em declínio na região, porém nos anos 2000, o cultivo do algodão foi retomado, mas baseando o manejo nos princípios agroecológicos. Assim, empresas de pesquisa e extensão rural fundaram as redes de algodão agroecológico, havendo a participação de agricultores, técnicos, ONGS e empresários. Com o intenso intercâmbio entre essas organizações e empresas do mercado do algodão, seguindo as bases agroecológicas e de comércio justo, otimizou-se a troca de informações sobre práticas de cultivo e beneficiamento. Logo as primeiras áreas de produção foram certificadas e então o algodão passou a ser comercializado com selo de certificação orgânica. Em 2022, mais de mil famílias da agricultura familiar na região Nordeste produziram mais de 255 toneladas de algodão com certificação orgânica participativa e em transição. A área de produção abrange os estados da Paraíba, Ceará, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte, porém, Minas Gerais também vem se destacando no cultivo, principalmente na região do semiárido mineiro. A adoção de um manejo eficiente, junto com boas práticas de combate e/ou convivência com pragas do algodoeiro, uso de variedades precoces e de fibra colorida, redução de uso de agroquímicos, comercialização da pluma com preço justo, acesso a insumos, uso de sistemas agroalimentares e assistência técnica qualificada, foram fatores cruciais para o aumento da produção. Ainda é necessária a contínua busca por inovações tecnológicas e sociais, investimentos e criação de parcerias visando a melhoria da produção de pluma orgânica. Apesar dos desafios, a cultura do algodoeiro orgânico tornou-se uma realidade concretizada e de grande potencial para a região Nordeste, graças ao acúmulo de resultados de pesquisas, como também de experiências dos envolvidos em todos os processos, principalmente os agricultores.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Influência da posição de amostragem na avaliação da saúde do solo em lavouras cafeeiras conduzidas com diferentes manejos de plantas espontâneas

Gabriely Serrão Freire¹, Daniel Penha Silva², Túlio Sales Vieira¹, Cássio Franco Moreira³, Ana Cristina de Souza¹, Tiago Teruel Rezende¹

¹Departamento de Agronomia/DAG, Setor de Cafeicultura – Universidade Federal de Lavras (UFLA) CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil. ²Instituto BioSistêmico, CEP 37757-000 – Poço Fundo - MG – Brasil. ³Tchibo, Campinas – SP - Brasil

gabriely.freire1@estudante.ufla.br, daniel.penha@biosistemico.com.br,
tulio.vieira@estudante.ufla.br, cassiofrancomoreira@gmail.com,
tiago.rezende@ufla.br

Palavras-chave: *Coffea arabica*, arilsulfatase, β -glicosidase, BioAs.

As plantas espontâneas reduzem a produtividade do cafeeiro por sua alta adaptabilidade e competitividade. Seu controle pode ser feito por métodos mecânicos ou químicos, cuja integração, associada ao uso de plantas de cobertura ou à manutenção da vegetação espontânea na entrelinha, favorece a proteção do solo, a biodiversidade, o acúmulo de matéria orgânica e a atividade enzimática ligada à qualidade biológica do solo. Diante disso, objetivou-se avaliar a atividade das enzimas arilsulfatase e β -glicosidase em lavouras cafeeiras conduzidas sob diferentes estratégias de manejo de plantas espontâneas, considerando amostras de solo coletadas na linha e na entrelinha. O experimento foi realizado em São Sebastião do Paraíso (MG), durante as safras 2022/23, 2023/24 e 2024/25, em quatro estratégias de manejo: (1) roçada e/ou trincha na entrelinha e roçadeira costal na linha; (2) aplicação de indaziflam associada a roçadas na entrelinha; (3) roçada no meio da rua combinada com haloxifope-cletodim e carfentrazona; e (4) glifosato intercalado com roçadas. Amostras de solo foram coletadas a 10 cm de profundidade, no início do período chuvoso (novembro), em três repetições por manejo, e analisadas quanto à atividade da arilsulfatase (EA), β -glicosidase (EBG), matéria orgânica (MO), IQS Químico (IQSQ), IQS Biológico (IQSB) e IQS FertBio (IQSFB), utilizando a tecnologia BioAS (EMBRAPA). Os dados foram submetidos à análise de regressão linear de componentes principais no software R. Os resultados indicaram que na entrelinha, de modo geral, as variáveis EA e EBG apresentaram comportamento de tendência decrescente ao longo dos anos, embora superiores aos da linha. Além disso, o modelo de regressão sugere tendência positiva de MO em ambas as posições, com destaque para a entrelinha, que apresentou incremento médio de $0,833 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ no período avaliado. O IQSQ mostrou elevação na entrelinha e relativa estabilidade na linha, comportamento associado ao acúmulo de biomassa morta na superfície do solo. Em contrapartida, o IQSB apresentou tendência de queda em ambas as posições, embora superiores aos da entrelinha. Já o IQSFB manteve-se consistentemente maior na entrelinha em relação à linha. Conclui-se que as atividades enzimáticas e os índices de qualidade do solo são influenciados pela posição de amostragem, evidenciando que o solo da entrelinha apresenta atributos superiores ao da linha do cafeeiro ao longo das safras avaliadas.

Agradecimentos: Instituto BioSistêmico (IBS), Fundação Rabo, TCHIBO.

Indução de estresse salino in vitro de *Selenicereus* spp

Mariana de Vasconcelos Dias¹, Mariana de Souza Ribeiro Silva², Caroline Silva Dambroz³, Joyce Dória⁴, Moacir Pasqual⁵

^{1, 2, 3, 4}Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

mariana.dias3@estudante.ufla.br,
carolinedambroz@gmail.com, {joyce.doria,
mariana.ribeiro6,mpasqual}@ufla.br

Resumo: A pitiaia (*Selenicereus* spp.), tem ganhado destaque crescente no mercado de frutas tropicais. Assim como outras frutíferas, sua produção pode ser influenciada por estresses abióticos, como a salinidade. Diante disto, a cultura de tecidos tem sido amplamente utilizada em estudos que exploram a relação entre plantas e estresses ambientais. Este estudo teve como objetivo avaliar as respostas fitotécnicas, fisiológicas e bioquímicas do cultivo in vitro de três espécies de pitaya sob estresse salino. Pitaya vermelha (*Selenicereus polyrhizus*), pitaya branca (*Selenicereus undatus*) e um híbrido (*Selenicereus polyrhizus* x *Selenicereus undatus*) foram cultivadas sob diferentes concentrações de NaCl: 0, 50, 100 e 150 mM. A pitaya vermelha apresentou a menor redução em altura da planta (43%) a 150 mM de NaCl, em comparação à pitaya branca (63%) e ao híbrido (54%). O desenvolvimento radicular também foi negativamente afetado pelo estresse salino, onde a pitaya branca apresentou uma redução de 48% no comprimento da maior raiz a 150 mM. Já o extravasamento de eletrólitos, aumentou de 49% para 83% entre os tratamentos, enquanto a integridade de membranas caiu de 23% para 7% com o aumento da salinidade. O teor de clorofila a também diminuiu à medida que a concentração de NaCl aumentou, independente da espécie de pitaya. Os resultados indicaram que a pitaya vermelha manteve melhor desempenho fitotécnico sob salinidade, mostrando-se tolerante e uma espécie promissora para o cultivo em ambientes salinos, enquanto a pitaya branca demonstrou ser a mais suscetível. Os resultados também reforçam a efetividade do cultivo in vitro como ferramenta para triagem de tolerância à salinidade.

Palavras-chave: Micropropagação, Salinidade, Pitaya, Cactaceae

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG



GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS



Similaridade fenotípica de parte aérea em população segregante de batata-doce

Diego Costa Carolino¹, Wellington Ferreira Missasse², Igor César da Costa³,
Luis Felipe Lima e Silva², Valter Carvalho de Andrade Junior²

¹Instituto de Ciências Naturais/ICN – Departamento de Biologia/DBI - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

{diego.carolino, igor.costa4}@estudante.ufla.br, wmissasse@gmail.com,
luisufla@hotmail.com, valter.andrade@ufla.br

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*, morfologia, melhoramento genético, variabilidade.

O melhoramento genético de plantas busca reunir características de interesse por meio da seleção de indivíduos ou populações superiores, explorando a variabilidade genética disponível. A batata-doce (*Ipomoea batatas*), espécie alógama com cariótipo $2n=6x=90$, apresenta incompatibilidade gametofítica e, consequentemente, elevada variabilidade genética em suas populações. O uso de matrizes de similaridade auxilia o melhorista no agrupamento de genótipos, otimizando a seleção e a tomada de decisão em programas de melhoramento com elevado número de acessos e restrições técnicas e financeiras. O objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade fenotípica de uma população de irmãos germanos, composta por 108 genótipos. Foram analisadas dez características morfológicas da parte aérea (cor da folha madura e imatura, forma geral da folha, número de lóbulos, formato do lóbulo central, tamanho da folha madura, cor predominante da rama, pigmentação do pecíolo, comprimento do entrenó e do pecíolo), em uma população segregante oriunda do cruzamento recíproco entre a cultivar Ligeirinha e a cultivar Irene, oriunda do Instituto Nacional de Moçambique. Os dados foram codificados em escala binária (1 = presença; 0 = ausência) e utilizados para o cálculo dos coeficientes de similaridade fenotípica, obtidos pelo método de Ligação Simples, conforme Rohlf (1992) e Cruz & Regazzi (1994): $SM = (a+d)/(a+b+c+d)$, em que a representa coincidências positivas, b e c, não coincidências, e d, coincidências negativas. Os genótipos foram agrupados pelo método UPGMA. A matriz de similaridade variou de 0,46 a 1,00, resultando na formação de oito grupos, definidos pelo critério de Mojena (1977), com ponto de corte em 0,275 de dissimilaridade. Os genótipos mais similares foram G26 com G69 e G49 com G52, enquanto G97 apresentou maior divergência, formando um grupo isolado. Os resultados indicam que os genótipos obtidos pelo cruzamento biparental apresentam ampla variabilidade fenotípica, reforçando o potencial da população para programas de melhoramento genético da batata-doce.

Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo apoio financeiro, bem como ao Núcleo de Estudos em Olericultura e aos técnicos do setor de Olericultura da UFLA pela colaboração e suporte técnico às atividades do programa.

Seleção assistida por marcadores moleculares em híbridos de tomate Italiano indeterminado, visando resistência ao TSWV

Matheus Azevedo de Abreu¹, Sebastião Márcio de Azevedo², Marcos Levi Medeiros², Giovana Aparecida Silva²

¹Departamento de Biologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037
CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agricultura – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

matheus.abreu8@estudante.ufla.br, sebastiao.azevedo@ufla.br,
marcos.medeiros2@estudante.ufla.br, giovana.silva7@estudante.ufla.br

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L.; Produtividade; *Orthotospovirus tomatomaculæ*.

O tomateiro é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas no Brasil, com grande importância econômica e social por gerar inúmeros empregos em sua cadeia produtiva. Contudo, doenças como o vira-cabeça do tomateiro, causado pelo tomato spotted wilt virus (TSWV), podem comprometer severamente a cultura, chegando a inviabilizar o cultivo. O objetivo deste trabalho foi selecionar híbridos experimentais de tomateiro do segmento Italiano indeterminado que apresentem alta produtividade, qualidade superior dos frutos e resistência ao TSWV, via seleção assistida por marcadores moleculares. O experimento foi realizado no município de Ijaci, localizado na região sul de Minas Gerais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 16 híbridos (12 experimentais e 4 testemunhas comerciais), quatro repetições e cinco plantas por parcela. Foram realizadas avaliações referentes à produtividade, qualidade dos frutos e aspectos epidemiológicos da incidência de TSWV via infecção natural em campo aberto. Também foi realizada a detecção e caracterização de genes associadas à resistência ao TSWV, via marcadores moleculares. Oito híbridos experimentais se sobressaíram quanto a produtividade de frutos, com destaque para o híbrido TO-014, que também produziu frutos de maior classificação comercial. A maioria dos genótipos apresentou poucos defeitos, revelando boas características qualitativas, com exceção de três híbridos (TO-004, TO-042 e TO-034), os quais apresentaram maior suscetibilidade a ocorrência de manchas ocasionadas pelo TSWV, mostrando que são realmente suscetíveis à doença. Sete híbridos experimentais foram considerados resistentes ao TSWV por possuírem o gene *Sw-5* e não apresentarem sintomas de infecção em campo. Seis destes híbridos se destacaram também em relação à produtividade e qualidade de frutos, o que evidencia que a resistência ao vírus tem impacto direto nos aspectos produtivos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Desempenho produtivo de clones de batata submetidos ao estresse por calor

Mayra Alejandra Rincón Rueda¹, Mikael de Paula Brandão¹, Umar Mohammed Maigwaram¹, Júlia Aparecida Santin de Barros¹, Tiago de Souza Marçal¹, Lucimara Cruz de Souza¹

¹Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{mayra.rueda2, mikael.brandao1, umar.maigwaram, julia.barros}@estudante.ufla.br, {tiago.marcal, lucimaracruz}@ufla.br

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L., massa seca, produção.

A batata é uma das culturas não cerealíferas mais importantes em nível global. No entanto, o cultivo é fortemente afetado pelo estresse por calor. Estudos que buscam compreender a resposta da planta a essas condições são fundamentais para auxiliar programas de melhoramento genético voltados à tolerância ao calor. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de clones de batata submetidos ao estresse por calor. Foram estabelecidos dois experimentos em casa de vegetação da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em safras contrastantes em relação ao estresse por calor, safra da seca e safra de inverno (2025). Em cada safra foi conduzido um experimento em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), no qual foram avaliados três clones desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Batata da Universidade Federal de Lavras (PROBATATA–UFLA: CCF03-09, CCF22-10 e CBM16-16), juntamente com a cultivar comercial Atlantic. Para cada experimento, os clones foram repetidos seis vezes, totalizando 24 Unidades Experimentais (UE). Cada UE consistiu em uma planta cultivada em vaso de 8,5 L preenchido com substrato comercial. Aos 70 dias após o plantio, os tubérculos foram colhidos e contabilizados. A totalidade de tubérculos por planta foi pesado antes e após a secagem em estufa a 65°C até o peso constante. O teor de massa seca (% MS), foi determinado pela relação: $\% \text{ MS} = (\text{massa seca} / \text{massa fresca}) \times 100$. Não foram observadas diferenças significativas entre safras para o teor de massa seca, que variou de 17% a 19% entre os clones, sendo o maior valor registrado para CCF03-09. A produção de tubérculos por planta variou de 6 a 20, com maior valor também observado no clone CCF03-09. A cultivar Atlantic foi a única que apresentou redução expressiva no número de tubérculos, em torno de 50%, quando submetida ao estresse. Os resultados reforçam a tolerância ao estresse por calor dos clones avaliados e destacam seu potencial produtivo, em conjunto com altos teores de massa seca, característica essencial para o processamento em chips.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG, CAPES e CNPq.

Efeito da cobertura de dossel e número de plantas na produtividade de grãos em soja

Bruna Stephani de Paula^{1*}, Carlos Henrique de Souza¹, Afrânio Gabriel da Silva Godinho Santiago¹, Allyson Gabriel de Paula¹, Vitório Antônio Pereira de Souza², Adriano Teodoro Bruzi²

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

*bruna.paula2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: *Glicine max*, plasticidade fenotípica, uniformidade de semeadura

A produtividade de grãos de soja depende de fatores genéticos e ambientais, como práticas de manejo, data e densidade de semeadura, que influenciam diretamente os componentes de produção. Neste sentido, objetivou-se utilizar a fenotipagem de alto rendimento para calcular a porcentagem de cobertura de dossel da parcela e verificar se há efeito na produtividade de soja. Este estudo foi conduzido no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT) da Universidade Federal de Lavras, em Ijaci-MG, durante a safra 2023/24. Foram realizados dois experimentos: um com falhas de semeadura (1) e outro sem falhas (2), ambos utilizando delineamento de blocos completos casualizados com 18 tratamentos e três repetições. A densidade de semeadura dos experimentos sem e com falha foi de 15 e 7 sementes por metro respectivamente. Foi avaliado data de florescimento, altura, acamamento, peso de 100 sementes e produtividade. O aerolevantamento foi conduzido por meio de uma plataforma de fenotipagem composta por uma ARP (aeronave remotamente pilotada) modelo Matrice 300 RTK, equipada com um sensor multiespectral (RedEdge MX, MicaSense). Os voos foram realizados aos 57 e 88 dias após o plantio (DAP). No experimento 2, a cobertura do dossel variou de 33,62% a 93,6% aos 57 DAP e de 73% a 100% aos 88 DAP. No experimento 1, a cobertura variou de 76,25 % a 97,50% aos 57 DAP, enquanto aos 88 DAP todas as parcelas apresentaram valores acima de 95%. A plasticidade fenotípica da soja foi evidente, com plantas em regiões de falhas adaptando-se para compensar a menor densidade populacional, produzindo mais ramos e vagens. O número de plantas por parcela foi significativo para os tratamentos em ambos os experimentos, enquanto a cobertura de dossel não apresentou efeito significativo. Concluiu-se que a fenotipagem de alto rendimento é eficiente para calcular a cobertura de dossel, contudo, a cobertura por si só não teve impacto direto na produtividade dos diferentes tratamentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização de resistência de população F₄ de soja à raça 4+ de *Heterodera glycines*

Carlos Henrique de Souza¹, Paula Andrade Pereira¹, Vitório Antônio Pereira de Souza², Bruna Stephani de Paula¹, Taine Teotônio Teixeira da Rocha², Adriano Teodoro Bruzi²

¹Departamento de Biologia - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Lavras, MG - Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Lavras, MG - Brasil

carlos.souza8@ufla.br

Palavras-chave: Nematóide do cisto, PI434654, melhoramento, Glycine max.

A soja é a cultura de maior importância para o agronegócio brasileiro. Entretanto, sua produtividade pode ser afetada por fatores bióticos, como por exemplo a incidência de patógenos. Dentre os diversos patógenos que afetam a cultura destaca-se o fitonematóide *Heterodera glycines*, nematóide do cisto da soja - NCS. Neste cenário, torna-se necessário o desenvolvimento de cultivares que sejam resistentes a esse patógeno. Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de uma população segregante de soja quanto à reação ao NCS raça 4+. O experimento foi realizado durante a safra 2024/2025 em Cambé - Paraná. Foi adotado o delineamento de blocos aumentados, com nove tratamentos controle (seis repetições) e os genótipos da população (uma repetição). Os indivíduos da população foram obtidos a partir de uma hibridação entre uma linhagem comercial com a PI437654, conduzindo-se a população pelo método Bulk até a geração F₄. Cada parcela foi composta por uma planta cultivada individualmente em tubete. A inoculação foi realizada sete dias após a semeadura, utilizando uma suspensão contendo 4000 ovos e juvenis do NCS raça 4+. Após 30 dias, realizou-se a fenotipagem das raízes, com a contagem do número de fêmeas por planta. Os tratamentos foram classificados como resistentes, moderadamente resistentes ou suscetíveis. Os dados foram submetidos às análises estatísticas via modelos mistos. Foram estimados os componentes de variância, herdabilidade e ganho esperado com a seleção (intensidade de 15%) por meio do ambiente estatístico R. Houve diferença significativa para a característica número de fêmeas entre os tratamentos regulares. O ganho esperado com a seleção (sob intensidade de 15%) foi de -44,61 fêmeas. A herdabilidade para a característica foi de 85%. Estes resultados sugerem que esta população pode ser utilizada como fonte de variabilidade genética para obtenção de genótipos resistentes ao NCS raça 4+. Conclui-se com este estudo que a utilização da PI437654 como genitor, pode ser uma estratégia interessante para obtenção de genótipos resistentes com um diferente background de genes, evitando a quebra de resistência às fontes já consolidadas de resistência.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da GDM e das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Seleção de linhagens de soja adaptadas à região do Sul de Minas Gerais

Vitório Antônio Pereira de Souza¹, Taine Teotônio Teixeira Rocha¹, Allyson Gabriel Santos de Paula², Afrânio Gabriel da Silva Godinho Santiago², Bruna Stephani de Paula², Adriano Teodoro Bruzi¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{vitorio.souza1,taine.rocha1,allyson.paula,afranio.santiago2,bruna.paula2}@estudante.ufla.br, adriano.bruzi@ufla.br

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, melhoramento genético, seleção de múltiplos caracteres, Mulamba e Mock, MGIDI

A cultura da soja é a principal cultura agrícola brasileira e na safra de primavera-verão 2024/2025 ocupou 47 milhões de hectares, representando aproximadamente 60% de toda a área cultivada de grãos do Brasil. No entanto ainda existem regiões com potenciais de crescimento como é o caso do sul de Minas Gerais. Sendo assim, cada vez mais os programas de melhoramento têm investido em desenvolver cultivares adaptadas para essa região. Objetivou-se avaliar e selecionar linhagens de soja produtivas para a região do sul de Minas Gerais e com tolerância ao acamamento. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Ijací-MG, Campanha-MG e Nazareno-MG, durante a safra 2024/25. Foram utilizadas linhagens do programa de melhoramento do Grupo Dom Mario (GDM), principal empresa de melhoramento genético da soja no Brasil. Os experimentos foram realizados seguindo o delineamento em blocos casualizados completos, com três repetições e nove testemunhas. As parcelas foram formadas por quatro linhas de quatro metros. Os parâmetros avaliados foram: nota de acamamento e produtividade de grãos. A análise estatística foi realizada com auxílio do ambiente estatístico R. As linhagens foram selecionadas utilizando duas metodologias de seleção para múltiplos caracteres, soma de postos utilizando Mulamba e Mock e o MGIDI. O ideótipo das duas abordagens foi fixado para maior produtividade e menor nota de acamamento. Foi possível selecionar cinco linhagens de soja superiores pela metodologia de Mulamba e Mock e quatro pelo MGIDI. O destaque foi para as linhagens 18, 16, 13 e 15 que foram selecionadas por ambas as metodologias. A seleção de linhagens de soja produtivas, tolerantes ao acamamento e adaptadas à região sul de Minas Gerais figura-se como eficiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação da pureza varietal em clones de batata

Jacielly Aparecida Carvalho Netto¹, Adelson Lemes da Silva Junior², Norma Edith Zelaya¹, Roberto Henrique de Lima Ribeiro¹, Tiago de Souza Marçal¹, Lucimara Cruz de Souza¹

¹Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

jacielly.netto1@estudante.ufla.br, adelson.lemes@ufla.br, norma.zaldivar@estudante.ufla.br, roberto.ribeiro3@estudante.ufla.br, tiago.marcal@ufla.br, lucimaracruz@ufla.br

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, Melhoramento, Mistura clonal.

No melhoramento genético da batata, um dos principais desafios é assegurar a pureza varietal. O elevado número de clones avaliados em programas de melhoramento aumenta o risco de misturas durante etapas como colheita, armazenamento e transporte. Esse tipo de contaminação é praticamente impossível de ser detectado visualmente nos tubérculos devido às semelhanças fenotípicas entre eles e, quando presente, compromete a confiabilidade das análises e reduz a precisão dos ensaios agrônômicos. O presente estudo tem como objetivo avaliar a pureza genética de quatro clones de batata, (CBM16-16, CCF03-09, CCF22-10 e CCF25-08) provenientes do Programa de Melhoramento Genética da Batata da Universidade Federal de Lavras (PROBATATA), por meio de marcadores moleculares microsatélites, verificando a ocorrência de mistura dentro dos lotes de sementes. O DNA genômico foi extraído do tecido foliar jovem com o método CTAB modificado e amplificado por PCR utilizando quatro *primers* microsatélites (STI0030, STG0016, STM1104, STM1106). Os produtos amplificados foram separados por eletroforese em gel de poliacrilamida (PAGE) a 10% e fotografados em fotodocumentador L-PIX, sob iluminação UV. Os resultados demonstraram que todos os *primers* utilizados apresentaram boa resolução e polimorfismo, possibilitando a distinção entre os clones avaliados. Nos lotes de sementes, os perfis de amplificação foram consistentes, indicando ausência de misturas e confirmando a pureza varietal dos clones avaliados. Os resultados asseguram ao PROBATATA maior confiabilidade nas avaliações experimentais, evitando erros de interpretação nos ensaios agrônômicos essenciais para registro de novas cultivares, além de fortalecer os direitos de propriedade intelectual e de marcas registradas. Ressalta-se que a inclusão de outros *primers* microsatélites pode ampliar a robustez das análises, aumentando ainda mais a confiabilidade na identificação e no monitoramento da pureza genética.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Estratégias para a quantificação de área foliar em plantas de batata

Roberto Henrique de Lima Ribeiro¹, Mikael de Paula Brandão¹, Gabrieli Sales¹,
Júlia Aparecida Santin de Barros¹, Lucimara Cruz de Souza¹, Tiago de Souza
Marçal¹

¹Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{roberto.ribeiro3, mikael.brandao1, gabrieli.sales, julia.barros}
@estudante.ufla.br, {lucimaracruz, tiago.marcal}@ufla.br

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L., modelo de crescimento, validação de método.

A área foliar das plantas de batata tem relação direta com o acúmulo de biomassa e pode ser incorporada a modelos de crescimento, utilizada, por exemplo, na predição de produtividade. No entanto, a batata apresenta folíolos numerosos e de diversos tamanhos que podem se sobrepor, sendo necessário que sejam destacados do pecíolo para quantificação de área foliar, aumentando significativamente o tempo utilizado nas avaliações. Portanto, o objetivo desse trabalho foi validar o uso de folhas completas na quantificação de área foliar de plantas de batata visando otimização de tempo. Durante a safra de inverno de 2025, foram cultivados, em casa de vegetação, seis clones desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Batata da Universidade Federal de Lavras (PROBATATA – UFLA), em três repetições, totalizando 18 plantas. A parte aérea das plantas foi coletada 62 dias após o plantio. As folhas foram destacadas do caule e realizou-se a quantificação da área foliar completa (AFC) com o equipamento LI-COR Biosciences, modelo LI-3100. Posteriormente, os folíolos foram destacados dos pecíolos e suas áreas também foram quantificadas (AFD). Obteve-se um modelo de regressão ajustado com base na área dos folíolos destacados. Foi realizado o teste t pareado para comparação dos dados observados e dos preditos pelo modelo e a razão média entre esses valores. Por meio do coeficiente R^2 , constatou-se que 98% da variabilidade observada é explicada pelo modelo com a AFD como preditora. O teste t pareado não apresentou diferença significativa entre os valores observados e preditos, indicando que as médias das duas amostras são equivalentes. A razão média entre valor observado e valor predito mostrou que quantificar AFC subestima a AFD em cerca de 1%, considerada uma distorção de pequena magnitude. Além disso, o modelo ajustado ($Y1 = -283,3299 + 1,0714 \times B1$) permite que essa distorção seja corrigida aplicando-se a equação aos valores quantificados em folhas completas. Conclui-se que o uso de folhas completas pode substituir o uso de folíolos destacados do pecíolo na quantificação de área foliar em plantas de batata, sobretudo quando se emprega a correção fornecida pelo modelo, podendo reduzir o tempo gasto nas avaliações.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Seleção assistida para resistência ao PVX em clones de batata

Mikael de Paula Brandão¹, Caroline Vitoriano Reis¹, Mayra Alejandra Rincón Rueda¹, Roberto Henrique de Lima Ribeiro¹, Lucimara Cruz de Souza¹, Tiago de Souza Marçal¹

¹Instituto de Ciências Naturais – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{mikael.brandao1, caroline.reis2, mayra.rueda2,
roberto.ribeiro3}@estudante.ufla.br, {tiago.marcal,
lucimaracruz}@ufla.br

Palavras-chave: Resistência genética, marcadores moleculares, viroses em batata.

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é a terceira cultura alimentar mais consumida no mundo, superada apenas pelo arroz e pelo trigo. Seu alto valor nutricional e energético colocam a cultura como promissora na garantia e manutenção da segurança alimentar em diversos países. No Brasil, a cultura enfrenta inúmeros desafios produtivos pela alta incidência de doenças, principalmente aquelas de natureza virótica. Viroses como o *Potato Virus X* (PVX) podem acarretar a perdas de até 80% na produtividade de tubérculos, ressaltando a importância do desenvolvimento de cultivares resistentes. Nesse contexto, a identificação de clones resistentes torna-se mais eficiente e confiável com o auxílio de marcadores moleculares. O objetivo deste trabalho foi caracterizar, por meio de marcadores moleculares, 40 clones de batata do painel clonal do Programa de Melhoramento da UFLA (PROBATATA), quanto à resistência ao PVX. Os clones foram cultivados em casa de vegetação e folhas frescas totalmente expandidas foram coletadas para a extração de DNA, utilizando o método CTAB modificado. As amostras de DNA extraídas foram quantificadas por espectrofotometria no NanoDrop para avaliar a pureza e as concentrações do material genético. Sequencialmente, foram realizados testes de amplificação com o *primer* ISSR UBC 810 para verificar a qualidade do DNA e garantir a ausência de falsos negativos. Por fim, efetuou-se os testes individuais para detectar o alelo *Rx1* que confere resistência ao PVX por meio de PCR. Os produtos das PCRs foram visualizados em gel de agarose a 3%. Os resultados indicaram que 75% dos clones possuem o alelo de resistência ao PVX. Recomenda-se avaliá-los para caracteres agrônômicos de interesse para uma posterior seleção de genótipos superiores.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG, CAPES e CNPq.

Perfil de coexpressão de genes associados ao distúrbio fisiológico do eucalipto

Danilo Flademir Alves de Oliveira¹, Danyllo Amaral de Oliveira¹, Evandro Novaes¹

¹Departamento de Biologia/DBI, Instituto de Ciências Naturais – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

danilo.oliveiral@estudante.ufla.br, pingodanyllo@gmail.com,
evandro.novaes@ufla.br

Palavras-chave: Bioinformática, estresse abiótico, metabolismo vegetal, ontologia genética, WGCNA.

O Distúrbio Fisiológico do Eucalipto (DFE) tem afetado muitas plantações no Brasil e, apesar de várias hipóteses terem sido testadas, as causas deste distúrbio ainda não estão esclarecidas. O objetivo deste estudo foi identificar módulos de genes associados à DFE por meio de uma Análise de Rede de Coexpressão Gênica Ponderada (WGCNA) usando dados de RNA-Seq. As análises foram realizadas utilizando genes diferencialmente expressos em um conjunto de contrastes entre clones de eucalipto resistentes e suscetíveis, em áreas com ou sem incidência do DFE, em dois períodos (manifestação de sintomas e recuperação após o distúrbio). Os módulos de genes associados à resistência do eucalipto à DFE foram analisados e identificados via WGCNA. Os módulos de genes relacionados à resistência ao DFE foram identificados com base na correlação de Pearson com a incidência do distúrbio. Os módulos vermelho e preto foram significativa e positivamente correlacionados com a resistência à DFE ($r = 0,94$ e $r = 0,70$, respectivamente). O módulo vermelho, com 132 genes, foi enriquecido para categorias de Ontologia Gênica (GO), como resposta a estímulos, regulação de processos celulares, comunicação celular, transdução de sinal e ligação à ADP. Já o módulo preto, com 130 genes, contém enriquecimento para categorias de GO relacionadas à atividade catalítica, fosforilação, modificação de macromoléculas, atividade de quinases e de metabólitos secundários, ligação à ADP. Adicionalmente, módulos associados à incidência do DFE foram analisados usando a ferramenta *Cytoscape* para identificar genes altamente conectados associados ao distúrbio. Resultados iniciais mostraram um alto número de conexões gênicas, indicando que alguns genes podem influenciar de forma mais central a rede de coexpressão. O estudo demonstra o potencial das ferramentas computacionais elucidar o papel de módulos de genes e genes centrais na resistência das plantas ao DFE.

Agradecimentos

CAPES, CNPq, FAPEMIG, Suzano, FuturaGene e UFLA.

CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR E SUA RELAÇÃO COM A PARTE AÉREA EM PROGÊNIES DE SOJA

Paula Andrade Pereira¹, Afrânio Gabriel Da Silva Godinho Santiago¹, Bruna Stephani de Paula¹, Carlos Henrique de Souza¹, Allysson Gabriel Santos de Paula¹, Adriano Teodoro Bruzi²

¹Departamento de Biologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202- Lavras: MG - Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{paula.pereira6, afranio.santiago2, bruna.paula2, carlos.souza8, allysson.paula} @estudante.ufla.br, adrianobruzi@ufla.br

Palavras-chave: *Glycine max* L. Merrill; sistema radicular; variabilidade genética.

A arquitetura do sistema radicular é definida como a distribuição espacial das raízes no solo e pode estar associada à maior eficiência ao uso de água. Há variabilidade genética para essa característica, incluindo o comprimento da raiz principal. Assim, objetivou-se mensurar se existe variabilidade genética entre progênies de soja para o comprimento da raiz principal e quantificar se há correlação fenotípica com altura e matéria seca da parte aérea. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do setor de Grandes Culturas/DAG/ESAL. Foram avaliadas 121 progênies ($S_{0.2}$ e $S_{0.3}$) do segundo ciclo do programa de seleção recorrente da UFLA. Adotou-se o delineamento experimental de Blocos Casualizados Completos (DBC), com três repetições. As plantas foram avaliadas no estágio fenológico R1 para a altura da parte aérea, comprimento da raiz principal e matéria seca da parte aérea. A altura foi obtida até o meristema apical, com régua. O comprimento da raiz foi obtido por fotos analisadas pelo software Digital Imaging of Roots Traits (DIRT). A matéria seca foi obtida em estufa de circulação de ar forçada a 65°C. Para as três características avaliadas, foi realizada análise de deviance, considerando como efeito fixo os blocos e como aleatório as progênies. A correlação entre os caracteres foi testada pelo teste T student. Os resultados para comprimento da raiz principal, altura e matéria seca da parte aérea foram significativos para o teste de deviance ($p \leq 0,01\%$). Houve correlação significativa entre altura e matéria seca da parte aérea ($p \leq 0,01\%$), comprimento da raiz principal e altura da parte aérea ($p \leq 0,05\%$) e comprimento da raiz e matéria seca da parte aérea ($p \leq 0,05\%$). Conclui-se que há variabilidade genética entre progênies de soja para comprimento de raiz principal e que há correlação desta com as características de parte aérea avaliadas.

Agradecimentos:

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

RESUMO – XXXIV Congresso da Pós-Graduação**CERTIFICAÇÃO DE CRUZAMENTO ENTRE CULTIVARES *Coffea arabica* POR MARCADORES MOLECULARES**

Norma Edith Zelaya – Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas, UFLA, bolsista CAPES.

Naiara Defelipe Guerra - 10º módulo de ciências biológicas bacharel, UFLA, PIVIC/UFLA

Gabriella Reis Zaccaron – 12º módulo de Ciências Biológicas Licenciatura, UFLA, bolsista PIBIC/CNPq.

Jacielly Aparecida Carvalho Netto - Mestranda em Genética e Melhoramento de Plantas, UFLA, bolsista CAPES.

Lucimara Cruz de Souza – Coorientadora, Professora do Departamento de Biologia, UFLA – lucimaracruz@ufla.br

Flávia Maria Avelar Gonçalves – Orientadora, Professora do Departamento de Biologia, UFLA – avelar@ufla.br

O café arábica (*Coffea arabica* L.) é a espécie de café mais cultivada e valorizada mundialmente, responsável pela produção de grãos de alta qualidade e sabor característico. Entretanto, a cultura enfrenta desafios fitossanitários e comerciais quanto à demanda do mercado. Assim, o melhoramento genético, por meio de cruzamentos controlados, é uma ferramenta eficiente para desenvolver cultivares com maior qualidade de bebida, mais produtivas e resistentes a diversos patógenos. A certificação desses cruzamentos constitui uma etapa essencial no melhoramento genético do café, assegurando a identidade genética e fidelidade parental das progênies. O objetivo deste estudo foi certificar, por meio do uso de marcadores moleculares, o cruzamento entre as cultivares *Coffea arabica* “Sarchimor” e “IPR100”, visando ao desenvolvimento de novas linhagens promissoras. O cruzamento foi realizado pelos pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. Folhas dos 168 híbridos obtidos desse cruzamento juntamente com os genitores foram coletadas na estação experimental de Três Pontas-MG, e transferidas para o Laboratório de Genética Molecular do Departamento de Biologia da UFLA. A extração do DNA foi realizada pelo método CTAB com modificações e as amostras foram quantificadas por espectrofotometria

(NanoDrop®). Realizou-se a amplificação das amostras por PCR empregando sete *primers* microssatélites (SSR): AJ250254, CaEST-30, CaEST-045, CaEST-088, CaEST-002, CaEST-029, CaEST-071 e um primer SCAR: CaRHv10. As reações foram ajustadas com a concentração específica de reagentes para cada *primer* individualmente. Posterior a isso, os produtos amplificados foram analisados por meio de eletroforese em gel de poliacrilamida a 10% corados com GelRed® e os resultados foram fotografados em fotodocumentador. Os *primers* AJ250254, CaEST-30, CaEST-045 e CaEST-088 não apresentaram polimorfismo, por outro lado, os *primers* CaRHv10, CaEST-002, CaEST029 e CaEST-071 apresentaram perfis polimórficos. Conclui-se que, os *primers* CaRHv10, CaEST-002, CaEST029 e CaEST-071 são eficientes para a certificação de cruzamentos entre as cultivares Sarchimor e o IPR100, permitindo a diferenciação entre híbridos e indivíduos oriundos de autofecundação por meio da identificação de alelos não correspondentes ao padrão esperado.

Palavras-chave: Melhoramento Genético, Café arábica, polimorfismo.

Agradecimentos: UFLA, CNPq, CAPES, EPAMIG, FAPEMIG, PPGGM/UFLA

Ganhos esperados com diferentes critérios de seleção de linhagens de feijão vermelho

Maria Luiza Brito Brito¹, Fernanda de Macêdo Silva¹, Maria Eduarda Torbitoni Agostinho¹, Tiago de Souza Marçal¹, Evandro Novaes¹, Vinícius Quintão Carneiro¹.

¹Departamento de biologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

maria.brito7@estudante.ufla.br, fernanda.silva29@estudante.ufla.br, maria.agostinho1@estudante.ufla.br, tiago.marcal@ufla.br, evandro.novaes@ufla.br, vinicius.carneiro@ufla.br

O feijão vermelho tem consumo e produção regionalizados no Brasil, especialmente nas regiões da Zona da Mata e Campo das Vertentes de Minas Gerais. Nesse contexto, a Universidade Federal de Lavras (UFLA) conduz um programa de seleção recorrente com objetivo de obter linhagens de feijão vermelho com maior produtividade de grãos, com plantas com arquitetura ereta e melhor aspecto dos grãos. O objetivo deste estudo foi verificar o impacto de diferentes critérios para selecionar linhagens de feijão vermelho com potencial para serem empregadas em blocos de recombinação. Em um experimento foram avaliadas 680 linhagens de feijão vermelho oriundas da população base do programa de seleção recorrente da UFLA. Esse experimento foi conduzido no município de Lavras na área experimental do Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UFLA durante safra da seca de 2024. O experimento foi conduzido em blocos aumentados com parcelas experimentais de uma linha de dois metros. As linhagens foram avaliadas quanto a arquitetura de plantas (ARQ), aspecto dos grãos (AG) e produtividade de grãos (PG). Foi realizada análise individual de variância para cada característica e foi estimada a herdabilidade. Foram selecionadas as 20 melhores linhagens em cada características para serem preditos os ganhos diretos e indiretos. O efeito de linhagens foi significativo para todas as características. Os coeficientes de variação para ARQ, AG e PG foram 26%, 12% e 18%, respectivamente. As estimativas de herdabilidade para estes caracteres foram 0,58, 0,88 e 0,43. Quando a seleção foi realizada com foco em PG, obteve-se uma predição de ganho de 28% para esse caráter. No entanto, para AG, o ganho indireto esperado foi de 3% e para ARQ observou-se um ganho negativo de 4%. Quando o critério de seleção foi ARQ, observou-se um ganho direto de 44%, além de ganhos indiretos de 5% e 7% para AG e PG, respectivamente. Por fim, ao selecionar para AG, observou-se um ganho predito direto de 71%, com efeitos positivos de 23% para ARQ e 3% para PG. Entre as linhagens selecionadas, destacam-se UFLAV2.10, em razão de seu desempenho superior tanto em ARQ, quanto em AG. Além dessa, destaca-se a UFLAV20.11 pela elevada produtividade e ótima qualidade comercial dos grãos.

Agradecimentos

Agradecimentos: Os autores agradecem à Universidade Federal de Lavras, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), por meio do Código de Financiamento 001, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

Potencial de linhagens de feijão carioca do ensaio de VCU em Minas Gerais quanto ao aspecto comercial de grãos

Rafaela Pereira Carvalho¹, Elaine Aparecida de Souza¹, Pedro Crescencio Souza Carneiro², José Eustáquio de Souza Carneiro², João Vitor Carvalho Cardoso¹, Vinícius Quintão Carneiro¹

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia Geral – Universidade Federal de Viçosa (UFV) CEP 36570-000 – Viçosa, MG – Brasil

rafaela.carvalho4@ufla.br, easouza@ufla.br, carneiro@ufv.br, jesc@ufv.br, joao.cardoso3@estudante.ufla.br, vinicius.carneiro@ufla.br

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., fenotipagem, análise de fatores

O feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.), além de ser o mais produzido e consumido no Brasil, possui grande relevância nutricional e econômica. Sua aceitação no mercado está fortemente associada ao tamanho e à cor do tegumento, atributos essenciais para o desenvolvimento de cultivares que aliem alta produtividade e qualidade comercial. Este trabalho teve como objetivo verificar o potencial de 25 linhagens de feijão carioca quanto ao tamanho e à cor do tegumento dos grãos. Foram conduzidos três experimentos em Minas Gerais no ano de 2023, em delineamento de blocos casualizados com três repetições nas safras das águas (Lavras), de outono-inverno (Coimbra) e da seca (Lavras). De cada parcela experimental, foram capturadas imagens de 100 grãos, em estúdio fotográfico, no Laboratório de Fenômica da UFLA, a partir das quais foram mensuradas características associadas ao tamanho dos grãos (massa de 100 grãos e área) e cor do tegumento (moda do canal L do sistema CIE Lab). Os dados foram submetidos a análises individuais e conjunta de variância e à análise de fatores. Houve efeito de linhagem em todas as análises individuais e conjuntas de variância para todos os caracteres, assim como efeito significativo de interação genótipos por ambientes. A análise de fatores para as variáveis analisadas revelou comunalidade média de 0,88. Os dois primeiros fatores explicaram, respectivamente, 58,17% e 30,52% da variação total observada. O primeiro fator, apresentou forte associação com as características tamanho do grão, principalmente na safra das águas – massa de 100 grãos (0,95) e área (0,92). Já o segundo fator esteve associado à característica de cor, especialmente na safra de inverno - moda do canal L (0,97). As linhagens oriundas da UFLA apresentaram maior massa de 100 grãos e área. Entre elas, MAXIII 3, CXIV196, CXIV150, CXV35.3 e CXIV31 se destacaram por superar a cultivar Pérola quanto ao tamanho de grão e a cultivar ANFC 9 quanto à cor do tegumento, indicando coloração mais clara, característica desejável no grupo carioca. A identificação dessas linhagens promissoras evidencia a eficiência dos critérios de seleção adotados e sinaliza perspectivas concretas para o lançamento de cultivares de feijão carioca com maior qualidade comercial.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

GANHO PREDITOS COM A SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE FEIJÃO DE GRÃOS ESPECIAIS

Constantino Rico Raimundo Artur¹, José Eulário Lampi Dique¹, Tiago de Souza Marçal¹, Elaine Aparecida de Souza¹, Lucimara Cruz de Souza¹, Vinícius Quintão Carneiro¹

¹Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras, MG – Brazil.

{constantino.artur1,tiago.marcal,lucimaracruz,easousa,viniciuscarneiro
}ufla.br,diquejosedique@gmail.com

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., melhoramento genético, seleção recorrente.

O programa de melhoramento de feijão da Universidade Federal de Lavras conduz um programa de seleção recorrente de feijões de grãos especiais desde o ano de 2020. Nesse programa o foco é o desenvolvimento de linhagens com elevada produtividade de grãos, arquitetura ereta de plantas e com grãos com aceitação comercial. O objetivo deste trabalho foi verificar o impacto das seleções direta e simultânea no ganho de seleção de progênies F_{3:6} desse programa de seleção recorrente. As 196 progênies do ciclo zero foram conduzidas em um experimento em látice quadrado triplo com parcelas de uma linha de 2 metros, espaçadas por 0,6 m entre as linhas e com densidade de plantio de 15 sementes por metro. Essas progênies foram avaliadas quanto arquitetura de plantas, produtividade de grãos e aspecto dos grãos. Os dados de avaliação dos caracteres foram submetidos a análise individual de variância, na qual foi verificado efeito significativo de progênies para todos os caracteres avaliados. As 20 melhores progênies F_{3:6} foram selecionadas tanto de forma direta quanto com auxílio do índice genótipo ideótipo para os caracteres arquitetura de plantas, produtividade e aspecto dos grãos. O ganho genético predito por meio da seleção direta foi de 19,02% para arquitetura de plantas, 18,37% para o aspecto de grãos, e 18,75% para produtividade de grãos. Já o ganho genético predito com base no índice genótipo ideótipo foi de 0,99% para porte, 12,15% para o aspecto de grãos, e 5,80% para produtividade de grãos. As cinco melhores progênies ao empregar o índice genótipo ideótipo, foram P34.7; P7.16; P68.10; P66.25; e P7.30. Portanto, verifica-se a possibilidade de ganhos para todos os caracteres avaliados ao realizar a seleção simultânea das 20 melhores progênies de feijões especiais.

Agradecimentos. Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Variabilidade fenotípica entre linhagens elite do Programa de Melhoramento Genético de Arroz de Terras Altas da UFLA

Gabriel Noronha Moretti¹, Isadora Guedes¹, Daniel de Oliveira², Arsênio Daniel Ivo Mulhanga², Janine Guedes³ Flávia Barbosa Silva Botelho²

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) – Campus da UFLA.

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

gabriel.moretti2@estudante.ufla.br, isadora.guedes2@estudante.ufla.br,

dl388900547@gmail.com, arsenio.mulhanga1@estudante.ufla.br,

janine.guedes@epamig.br, flaviabotelho@ufla.br

Palavras-chave: *Oryza sativa* L.; Melhoramento Genético, variabilidade.

O arroz (*Oryza sativa* L.) possui grande relevância agrícola, e o melhoramento genético é fundamental para o desenvolvimento de linhagens adaptadas, produtivas, precoces e com qualidade superior de grãos, contribuindo também para o alcance do ODS 2, voltado à erradicação da fome e à promoção da segurança alimentar. Objetivou-se avaliar a variabilidade fenotípica entre linhagens elite de arroz de terras altas, visando à identificação de materiais superiores de modo a subsidiar estratégias de seleção no programa de melhoramento genético. Ao todo, foram avaliados 20 genótipos pertencentes ao ensaio de valor de cultivo e uso (VCU), incluindo três testemunhas (BRSMG Caçula, CMG 1590 e BRS A502). O experimento foi conduzido no município de Lavras/MG, em delineamento de blocos casualizados (DBC), com três repetições, durante a safra 2024/2025. As avaliações envolveram 15 características agrônômicas, destacando-se número de dias para florescimento, produtividade, altura de plantas, rendimento de grãos inteiros e parâmetros de qualidade, como rendimento de engenho, comprimento, largura, relação comprimento/largura, e proporção de grãos gessados e polidos. Também foi avaliada a resistência a doenças, incluindo brusone foliar e de pescoço, escaladura, mancha-parda e mancha de grãos. A análise de variabilidade foi realizada por meio do software R, com base na distância euclidiana média, e o agrupamento dos genótipos foi realizado pelo método de Ward, resultando na formação de dois grupos distintos. Os genótipos MP2021-127-6 e MP2021-133-9 apresentaram elevada similaridade fenotípica, enquanto CMG1590 e CNAx18360-B-3 destacaram-se pela maior divergência. Os resultados evidenciam a existência de variabilidade fenotípica entre as linhagens avaliadas, possibilitando a identificação de genótipos divergentes e potencialmente promissores para uso em programas de melhoramento genético. Essa variabilidade constitui recurso estratégico para a seleção de materiais superiores, contribuindo para o desenvolvimento de cultivares de arroz de terras altas mais produtivas, adaptadas e com qualidade de grãos adequada, em consonância com as metas do ODS 2 de promoção da segurança alimentar.

Agradecimentos: CAPES, CNPQ e FAPEMIG.

Qualidade física e industrial de grãos em populações segregantes de arroz de terras altas oriundas de programa de seleção recorrente

Isadora Guedes¹, Gleice Aparecida da Silva Lima¹, Karen Eduarda do Lago¹,
Eduarda Azevedo Rosa², Janine Magalhães Guedes Simão³, Flávia Barbosa Silva
Botelho²

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Campus UFLA

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{isadora.guedes2; gleice.limal; karen.lago1; eduarda.rosa2}
@estudante.ufla.br, janine.guedes@epamig.br, flaviabotelho@ufla.br

Palavras-chave: *Oryza Sativa* L., seleção recorrente, melhoramento genético.

Os programas de melhoramento genético da cultura do arroz de terras altas no Brasil têm apresentado como objetivo principal o desenvolvimento de cultivares precoces e produtivas. Para reunir alelos favoráveis a esses atributos, o Programa de Melhoramento Genético de Arroz de Terras Altas da UFLA adota a seleção recorrente como estratégia. Entretanto, para garantir a aceitação do produto pelo mercado consumidor, é igualmente necessário que os grãos apresentem qualidade física e industrial. Nesse contexto, objetivou-se identificar, entre as populações segregantes pertencentes ao primeiro ciclo de seleção recorrente, aquelas mais promissoras para o desenvolvimento de linhagens que combinem elevado rendimento de grãos inteiros com grãos longos e finos. Foram avaliadas 21 populações S₀ do primeiro ciclo (CI), juntamente com as testemunhas BRSMG Caçula e BRS Esmeralda. O experimento foi implantado na safra 2023/24, em delineamento experimental de blocos completos casualizados (DBC), com três repetições, e parcelas compostas por 15 linhas de 4 metros, espaçadas 0,3 metros. Os caracteres avaliados foram renda e rendimentos de grãos inteiros e relação comprimento/largura (C/L). Os dados foram submetidos à verificação dos pressupostos básicos, análise de variância e teste de Scott-Knott, todas conduzidas no software R. Foram observadas diferenças significativas ($P \leq 0,05$) para todas as características. As médias estimadas para renda de grãos e rendimento de grãos inteiros foram de 70,14% e 47,02%, respectivamente. Doze populações superaram a média em renda de grãos, sendo que oito delas também se destacaram em rendimento de grãos inteiros. As populações apresentaram uma média de relação C/L de 3,44, superior à das testemunhas (3,24), sendo que quinze delas exibiram os maiores valores. Ressalta-se, contudo, que embora tenham sido observadas diferenças significativas na relação C/L, nenhuma das populações apresentou valor inferior a 2,75. Assim, todas foram classificadas como de grãos longos e finos (Brasil, 2012). Destacam-se S₀CIP-7, S₀CIP-11, S₀CIP-14 e S₀CIP-17, que apresentaram desempenho promissor para todas as características avaliadas. Portanto, mesmo com foco em precocidade e produtividade, o programa de seleção recorrente foi eficaz na obtenção de populações de arroz de terras altas com qualidade física e industrial de grãos compatível com os padrões do mercado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Correlação entre caracteres e variabilidade genética em progênies de arroz de terras altas

Karen Eduarda do Lago¹, Irenil Lourenço Moço², Fábio Ezequiel Rios Fontoura², Jocilene dos Santos Pereira³, Janine Magalhães Guedes Simão³, Flávia Barbosa Silva Botelho²

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) – Lavras, MG – Brasil Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{karen.lago1, irenil.moco, fabio.fontoura}@estudante.ufla.br, jocilenebiologia2014@gmail.com, janine.guedes@epamig.br, flaviabotelho@ufla.br

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., melhoramento, correlação.

Em programas de melhoramento de arroz (*Oryza sativa* L.) de terras altas dois caracteres são de grande relevância: precocidade e altura de plantas. O caráter precocidade, contabilizado pelo número de dias decorridos da semeadura ao florescimento (NDF), influi diretamente no posicionamento da cultura dentro do sistema de produção agrícola. Em conjunto, linhagens de arroz de terras altas com alturas superiores a 1 metro, apresentam alta tendência ao acamamento, refletindo diretamente na perda de produtividade e qualidade de grãos. Assim, a seleção de genótipos que associem precocidade e reduzido porte de plantas nos programas de melhoramento torna-se essencial. Objetivou-se, em progênies F_{2:4}, comparar as médias obtidas pela ANOVA das características NDF e altura e avaliar a correlação Pearson entre elas. Para isso, 169 progênies F_{2:4} pertencentes ao Ensaio de Rendimento de Família da safra 2024/25 foram conduzidas na área experimental do Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da UFLA. O experimento foi conduzido em látice quadrado parcialmente balanceado simples (13x13) com parcelas constituídas por duas linhas de 4 metros, com densidade de semeadura de 90 sementes por metro e espaçamento de 0,25m entre linhas. As análises foram realizadas no *software* GENES. Para precocidade, a estimativa média foi 96 dias, com coeficiente de variação (CV) de 6,07%. Quanto à altura, a média das progênies foi de 69,24, com CV de 10,6%. Em ambas as análises o teste F expressou valores altamente significativos, sendo eles, respectivamente 62,67 e 90,53, o que sugere que houve diferenças estatisticamente muito significativas entre os 169 genótipos avaliados para esses caracteres. Quanto a correlação de Pearson o resultado obtido foi não significativo entre precocidade e altura de plantas. Conclui-se que o programa de melhoramento de arroz de terras altas detém progênies promissoras para os caracteres avaliadas e que não há correlação entre os mesmos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Embrapa Arroz e Feijão e à EPAMIG, bem como o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Ganho de seleção em progênies de feijão-comum do grupo comercial vermelho visando produtividade e qualidade comercial de grãos

Fernanda de Macedo Silva¹, Ana Luisa Oliveira Silva¹, Elaine Aparecida de Souza¹, José Eustáquio de Souza Carneiro², Tiago de Souza Marçal¹, Vinicius Quintão Carneiro¹

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Agronomia/CCA – Universidade Federal de Viçosa (UFV) Caixa Postal 16 – 36570-900 – Viçosa, MG – Brazil

fernanda.silva29@estudante.ufla.br, ana.silva118@estudante.ufla.br,
easouza@ufla.br, jesc@ufv.br, tiago.marcal@ufla.br,
vinicius.carneiro@ufla.br

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; melhoramento genético; seleção

Minas Gerais é um dos maiores produtores de feijão-comum, com o feijão vermelho destacando-se nas mesorregiões da Zona da Mata e do Campo das Vertentes pela sua importância econômica e cultural. Apesar da cultivar BRSMG Marte destacar-se quanto a arquitetura ereta de plantas, elevada produtividade e boa qualidade comercial dos grãos, persiste a demanda por novas cultivares que superem a atualmente cultivada pela maioria dos produtores. Diante disso, o programa de melhoramento do feijoeiro da Universidade Federal de Lavras (UFLA) concentra esforços no desenvolvimento de linhagens superiores para esses caracteres. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar 115 progênies F_{2:5} de feijão vermelho para predizer o ganho de seleção, considerando a produtividade e o aspecto comercial dos grãos. O estudo foi conduzido na safra da seca de 2025, no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UFLA, localizado em Lavras-MG, utilizando o delineamento Látice Quadrado Triplo, com seis testemunhas (Ouro Vermelho, BRSMG Marte, VR22, Vermelhinho, CT17 e BRSMG UAI). Cada parcela foi constituída por uma linha de 2 metros de comprimento, com espaçamento de 0,6 m entre linhas e densidade de plantio de 15 sementes por metro. A produtividade de grãos foi determinada após a colheita, mediante pesagem da produção por parcela e posterior estimativa da produtividade média por tratamento em kg.ha⁻¹. O aspecto comercial dos grãos foi avaliado por meio de uma escala de notas de 1 a 5, sendo o valor 1 correspondente ao padrão ideal (caracterizado por coloração do tegumento vermelho intenso e com brilho, grãos graúdos com massa de 100 grãos entre 25 a 27 gramas e formato elíptico). O ganho de seleção para ambas as características foi predito mediante seleção das progênies com nota média inferior a 2,5 para o aspecto comercial dos grãos. As análises individuais de variância e a estimação dos parâmetros genéticos foram realizadas utilizando o software GBS (*Genetics, Breeding and Statistics*). Observou-se variabilidade genética significativa para ambos os caracteres. O aspecto comercial dos grãos demonstrou alta herdabilidade (0,87), enquanto a herdabilidade da produtividade atingiu 0,35. A seleção direta mantendo apenas progênies com nota inferior a 2,5 para qualidade visual, demonstrou ser uma estratégia eficaz, resultando em um ganho de seleção de -26,7% para o aspecto comercial. Entretanto, o ganho esperado para produtividade de grãos foi de apenas 0,9%, considerado de baixa magnitude.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Parâmetros genéticos em linhagens elite de arroz de terras altas: um estudo em Angola, África

**Moniky Samy Lopes¹, Janaína Piza Ferreira², Jocilene dos Santos Pereira³,
Estáquio Manuel Maurício Malenga⁴ Yasmin Vasques Berchembrock² Flávia
Barbosa Silva Botelho²**

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)-

²Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)-

³Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)-
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Agronomia – Instituto Superior Politécnico Tundavala (IPST) –
Código postal 244 – Lubango, Huíla –Angola

{moniky_samy@hotmail.com, flaviabotelho@ufla.br}

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., melhoramento genético, continente africano.

A insegurança alimentar global afeta milhões de indivíduos e o continente africano enfrenta grandes desafios para garantir a segurança de seus sistemas alimentares. O arroz desempenha um papel fundamental na base da alimentação e o sistema de terras altas permite a produção do cereal em áreas com menor disponibilidade de recursos. Nesse sentido, o melhoramento genético é uma grande ferramenta para selecionar genótipos adaptados às diferentes condições ambientais, e o estudo de parâmetros genéticos é fundamental para direcionar as seleções. Objetivou-se com este trabalho estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos em linhagens elite, avaliadas na região sul de Angola. Avaliou-se 18 linhagens elite do Programa de Melhoramento Genético da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e três testemunhas no experimento de Valor de Cultivo e Uso (VCU) instalados nas cidades de Chaungo e Maheque (Huíla) em blocos casualizados (DBC), com três repetições, 5 linhas de 4 metros e espaçamento 0,25m. As características avaliadas foram: número de dias decorridos da semeadura até o florescimento (DFL), produtividade de grãos (PROD em ton/ha) e altura de plantas (AP em cm). Todos os dados foram analisados empregando o *software* R, e obtidas as estimativas de variâncias genética (Sigma²G), ambiental (Sigma²E) e fenotípica (Sigma²F) e herdabilidade. Os resultados da ANOVA indicaram diferença significativa para as linhagens e os ambientes. O coeficiente de variação (CV) para as características DFL e AP variou entre 4.58 - 5.33%, respectivamente, o que indica uma alta precisão experimental. Para PROD o CV foi de 24.73%, condizente com o que é encontrado na literatura. Conforme a Sigma²G, existe variabilidade genética para as variáveis analisadas. Além disso, Sigma²E indica influência do ambiente nas variáveis principalmente por se tratar de características quantitativas. Os resultados de herdabilidade foram considerados baixos, variando de 0.129 a 0.339, entretanto condiz com a natureza quantitativa das variáveis. A diferença entre as linhagens e ambientes indica possibilidade de seleção de genótipos específicos para cada local. Portanto, conclui-se que os experimentos demonstraram precisão experimental, possibilitando a identificação dos genótipos superiores do programa MelhorArroz-UFLA com elevado potencial para recomendação nos ambientes Angolanos.

Agradecimentos: CAPES, CNPq, Fapemig, EMBRAPA Arroz e Feijão e EPAMIG.

Seleção de linhagens de soja por meio de índice FAI-BLUP considerando caracteres agronômicos

Allyson Gabriel Santos de Paula¹, Vítório Antônio Pereira De Souza², Paula Andrade Pereira³, Taine Teotonio Teixeira Da Rocha⁴, Carlos Henrique De Souza⁵, Adriano Teodoro Bruzi⁶

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{allyson.paula, vitorio.souza1, paula.pereira6, taine.rochal, carlos.souza6}@estudante.ufla.br, adrianobruzi@ufla.br

Palavras-chave: *Glycine max*, melhoramento, produtividade de grãos.

A seleção de linhagens de soja é um processo crucial que envolve a mensuração de diversos caracteres. Espera-se que as linhagens selecionadas apresentem superioridade em produtividade de grãos e demais caracteres de interesse agrônomo. Objetivou-se comparar e selecionar linhagens considerando múltiplos caracteres, utilizando o índice FAI-BLUP (Best Linear Unbiased Prediction). O experimento foi conduzido no ano agrícola 2024/2025, no Centro de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia (CDTT), da Universidade Federal de Lavras, em Ijaci - MG. O delineamento experimental adotado foi o DBC, com 25 tratamentos e três repetições, em parcelas de 4 linhas com 5 metros de comprimento e 0,5 m de largura. Foram avaliados os caracteres agrônomo: dias para maturação (DPM), expressos em dias, acamamento (ACAM), mensurado por meio de uma escala de notas de 1 a 5 em que 1 corresponde a plantas eretas e 5 plantas totalmente acamadas, e produtividade de grãos (PROD), expressa em kg.ha⁻¹. O índice FAI-BLUP, foi aplicado para identificar as linhagens superiores para as características desejadas utilizando o software R. Foram selecionadas as linhagens 8, 16, 10 e 7, respectivamente. Os resultados evidenciaram ganhos esperados com a seleção (GS%) de -1,78 % para o ACAM, -1,83% para DPM e 0,656% para PROD. Portanto, constata-se que o índice FAI-BLUP foi eficiente e foi possível selecionar 4 linhagens com ganhos em produtividade, mais precoces e menos acamadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Efeito Condicionadores de solo no crescimento, fisiologia e anatomia de plântulas de arroz cultivadas *in vitro*

Mirian do Nascimento Mário¹, Evens Clairvil², Suamith Hermínio Luís Leveque³, Samuel Nana Kwame Dade⁴, Joyce Dória², Flávia Barbosa Silva Botelho¹

¹Departamento de Genética e Melhoramento de Plantas/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Química – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

mirian.mariol@estudante.ufla.br, clairvilevens1@gmail.com,
suamith.leveque@estudante.ufla.br, dadesamuel@estudante.ufla.br,
joyce.doria@ufla.br, flaviabotelho@ufla.br

Palavras-chave: Bioestimulantes, Biotecnologia, Rizicultura.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é uma das principais culturas alimentares globais, consumida por mais de um terço da população mundial, o que justifica pesquisas em biotecnologia para aprimorar sua produtividade, qualidade e resistência a estresses. O cultivo de tecidos vegetais constitui um método fundamental para estudar o desenvolvimento morfofisiológico das plantas. Dessa forma, avaliou-se o efeito do emprego de condicionadores de solo (CS) e zinco (Zn) no desenvolvimento morfofisiológico da cultivar de arroz de terras altas, BRSMG Caçula germinadas *in vitro*. Quatro tratamentos foram aplicados: T₁ (controle, meio MS apenas), T₂ (CS + Zn 1 tonelada/ha), T₃ (CS+ Zn 1,5 toneladas/ha) e T₄ (CS+ Zn 2 toneladas/ha). A quantidade de CS+Zn adicionada ao meio de cultivo foi calculada em função do volume dos tubos de ensaio (15 mL de meio MS por tubo), respeitando-se a proporção dos produtos para uma quantidade definida de solução. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 20 tubos por tratamento, sendo avaliadas cinco plântulas por tratamento após 30 dias quanto a características morfológicas, fisiológicas e anatômicas. Os resultados indicaram que T₃ favoreceu o alongamento radicular (9,5±0,07 cm), T₂ aumentou a massa fresca e seca da parte aérea (0,155±0,08 e 0,021±0,08 g, respectivamente), e T₄ apresentou maior teor de pigmentos, sem diferenças significativas em relação a T₂ e T₃. Anatômicamente, T₁ e T₄ apresentaram maior área e proporção de aerênquima nos colmos (3,056±0,04; 3,058±0,05 mm²; 19,80±0,05 e 20,00±0,03, respectivamente). Esses resultados demonstram que a aplicação de CS e Zn modulou de forma específica o crescimento, a fisiologia e a anatomia das plântulas de arroz *in vitro*, revelando potencial para otimizar o desenvolvimento da cultura e contribuir para uma rizicultura sustentável e de alto desempenho.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Habilidade preditiva de modelos de seleção genômica multi-ambiente em soja (*Glycine max*, L. Merr) usando marcadores genéticos e covariáveis ambientais

Izaguirre E.G.¹; Ferreira G.C.²; Chagas R.R.³; Giasson N.³; Novaes E.¹

¹ Departamento de Biologia/Setor Genética – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Av. Central, s/n - Campus Universitário, Lavras - MG, 37200-900, Brasil

² Jardim Madalena, Av. Selma Parada (Bailarina), 505, 9º andar, Campinas, São Paulo, 13091-901, Brasil

³ N 2700 Parque Industrial Jose Garcia Gímenes Cambé, Rua Antonio Rasteiro Filho, Paraná, 86183-751, Brasil

emanuel.izaguirrel@estudante.ufla.br, evandro.novaes@ufla.br, gferreira@gdmseeds.com, rrchagas@gdmseeds.com, ngiasson@gdmseeds.com

Palavras-chave: Melhoramento genético, ambientômica, interação genótipos × ambientes (GE).

Modelos modernos de seleção genômica (GS) que integram informações genômicas e fenotípicas de ensaios multi-ambiente (MET) permitem modelar a interação genótipo × ambiente (GE). A incorporação de covariáveis ambientais tem aumentado a acurácia preditiva e a resolução espacial na recomendação de genótipos. Este trabalho teve como objetivo treinar e avaliar a habilidade preditiva de modelos GS para produtividade de linhagens de soja (*Glycine max*, L. Merr), utilizando marcadores SNPs e covariáveis ambientais (ECs). Foram utilizados dados de produtividade (kg.ha⁻¹) de ~330 linhagens de soja do programa da GDM Seeds, avaliadas em 30 locais. As linhagens foram genotipadas com ~5.150 marcadores SNPs filtrados para o treinamento dos modelos de GS. Foram utilizadas informações relacionadas com latitude, longitude, variáveis climáticas e ecofisiológicas, para definir as ECs nos locais testados. Foram treinados cinco modelos GS multi-ambiente, considerando os efeitos aleatórios aditivos associados aos marcadores genéticos (G), os efeitos aleatórios das linhagens (L) e dos ambientes (E), os efeitos aleatórios das covariáveis ambientais (W) e suas interações (GE e GW). Foi avaliada a capacidade preditiva dos modelos treinados em três cenários de validação cruzada: linhagens não testadas (CV1), dados faltantes esparsos (CV2) e ambientes não avaliados (CV0). A organização dos dados e análises estatísticas, foram realizadas com o auxílio do software R. Em todos os modelos, os efeitos ambientais (E e W) explicaram a maior proporção da variação fenotípica (59,5%–82,5%), sendo que, quando considerados simultaneamente, W respondeu pela maior proporção da variação total (~47%). O modelo mais parametrizado (G + L + W + E + GW + GE) apresentou os melhores resultados nos três cenários, com acurácia preditiva entre 0,41 e 0,71. Nos cenários CV1 e CV2, o segundo melhor foi o modelo GS multi-ambiente clássico (G + E + GE), com acurácia de 0,65 e 0,70, enquanto no CV0 o melhor modelo foi aquele com as covariáveis (G + W + GW), com acurácia de 0,40. Os resultados indicam que é possível prever a produtividade de linhagens de soja em diferentes ambientes com acurácia moderada a alta, reforçando o potencial da integração entre GS e ambientômica para encurtar ciclos, aumentar a intensidade de seleção e reduzir custos de fenotipagem no melhoramento genético da cultura no Brasil.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Desempenho agrônômico de progênies de feijão carioca provenientes de seleção recorrente à resistência a antracnose

Maria de Jesus e Silva Viana¹, Alex Naves Ferreira¹, Vinícius Quintão Carneiro¹, Elaine Aparecida de Souza¹

¹ Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{maria.viana6, alex.ferreira3}@estudante.ufla.br,
vinicius.carneiro@ufla.br, easouza@ufla.br

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L., melhoramento do feijoeiro, seleção recorrente.

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo comercial carioca é o mais consumido e produzido no Brasil. Devido a sua importância social e econômica, os programas de melhoramento genético dedicam-se a desenvolver genótipos que apresentem características superiores, como arquitetura da planta, produtividade, aspecto comercial do grão e resistência a doenças. O objetivo deste trabalho identificar progênies provenientes do programa de seleção recorrente para resistência à antracnose, que apresentem simultaneamente bom aspecto comercial de grão e produtividade. O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Universidade Federal de Lavras. O delineamento de blocos ao acaso foi utilizado, sendo as parcelas constituídas de duas linhas de 2 metros, com espaçamento de 0,6 metros entre linhas. Foram avaliadas 14 progênies S_{0:4} provenientes de 4 ciclos diferentes de seleção recorrente para resistência à antracnose (I, III, IV e V) e quatro testemunhas (BRSMG Amuleto, IPR Sabiá, BRS Estilo e BRSMG UAI) do tipo carioca na safra da seca 2025. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Dunnet. Houve efeito significativo para ambos os caracteres. Foram identificadas duas progênies dos ciclos I e IV apresentaram comportamento mais similar às testemunhas.

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências: CAPES, FAPEMIG e CNPq.

Efeito de bordadura na avaliação agronômica de cultivares de trigo sob diferentes densidades de semeadura

Camila Helena Teixeira¹, Alan Diego do Rosário Chaves¹, Júlio Francisco Nhamuchenga¹, Dércio Antônio Banze¹, Aurinelza Batista Teixeira Condé², José Airton Rodrigues Nunes¹

¹Departamento de Biologia/Instituto de Ciências Naturais / Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Empresa Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG Sul, Rodovia Lavras/Ijaci, Km 02, CP 176, CEP 37200-970, Lavras, MG, Brasil

{camila.teixeira4, alan.chaves2, dercio.banze}@estudante.ufla.br, julionhamuchenga@gmail.com, aurinelza@epamig.br, jarnunes@ufla.br

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., avaliação de cultivares, experimentação, melhoramento de plantas.

Na cultura do trigo, a bordadura é exigida pela Instrução Normativa do MAPA, embora sua efetividade seja questionada. Além disso, plantas podem responder de forma distinta a diferentes densidades de semeadura. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da bordadura na avaliação agronômica de cultivares de trigo sob diferentes densidades de semeadura. Foram avaliadas 12 cultivares de trigo em experimento conduzido no CDCTA - Fazenda Muquém da Universidade Federal de Lavras na safra 2024. O delineamento experimental foi o alfa-látice 6x8 com duas repetições e com suplementação de água via irrigação. Cada parcela foi composta por cinco linhas de cinco metros, sendo as três centrais a área útil e as duas laterais a bordadura. Testaram-se quatro densidades de semeadura: 250, 300, 350 e 400 sementes viáveis por metro linear. Avaliaram-se altura de plantas (ALT), produção de grãos (PROD) e peso de mil grãos (PMG). Os dados da bordadura e da área útil foram analisados em esquema de parcelas subdivididas no espaço (cultivar como fator da parcela; e posição (bordadura ou área útil), como fator da subparcela), por meio da abordagem de modelos mistos no software R. Não houve diferenças significativas entre cultivares nas densidades avaliadas, nem interações significativas entre cultivar, densidade e posição. Contudo, observaram-se diferenças entre cultivares e entre posições, com médias superiores na bordadura em relação à área útil. Concluiu-se que existe efeito de bordadura para os caracteres avaliados, mas esse efeito não é influenciado pela densidade de semeadura.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise multivariada do impacto do regulador de crescimento TIBA na soja

Afrânio Gabriel da Silva Godinho Santiago¹, Bruna Stephani de Paula¹, Carlos Henrique Souza¹, Vítório Antônio Pereira de Souza², Paula Andrade Pereira¹, Adriano Teodoro Bruzi²

¹Departamento de Biologia - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Lavras, MG - Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL - Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Lavras, MG - Brasil

afranio.santiago2@estudante.ufla.br; bruna.paula2@estudante.ufla.br;
carlos.souza6@estudante.ufla.br; vitorio.souza1@estudante.ufla.br;
paula.pereira6@estudante.ufla.br; adrianobruzi@ufla.br

Palavras-chave: Ácido 2,3,5-triidobenzoico, PCA, Componentes de produção, *Glycine max* (L.) Merrill

Devido à elevada plasticidade fenotípica da cultura da soja em diferentes cenários edafoclimáticos, produtores e assistentes técnicos vêm adotando o uso de reguladores de crescimento a fim de modular o desenvolvimento vegetativo da cultura. No entanto, são escassos trabalhos que elucidem o impacto do regulador de crescimento no balanço dos componentes de produção, assim como demais caracteres agrônômicos na cultura da soja. A partir do exposto, objetivou-se avaliar o balanço dos componentes morfoagronômicos em genótipos precoces de soja, sob aplicação do regulador, a partir de análise multivariada. O experimento foi conduzido durante as safras 2024/2025 e 2025/2026 no CDTT/UFLA, em Ijaci/MG. Os tratamentos consistiram na combinação entre as aplicações do TIBA e controle e 13 genótipos de soja de ciclo precoce. Os experimentos foram implantados em delineamento de blocos completos casualizados, em esquema de faixas, com 3 repetições. O regulador de crescimento foi pulverizado no estádio V5, na dose 0.5 l.ha⁻¹. No estádio fenológico R8 foram avaliados: altura de plantas (ALT), inserção (INS), acamamento (ACAM), dias para maturação (DPM). A partir de amostragem de 3 plantas representativas por parcela, foram avaliados o número total de vagens (NTV), número total de ramos (NTR), número total de nós (NTN) e número total de grãos por planta (NGP). Por ocasião da colheita, foram avaliados, peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD). Posteriormente à coleta dos dados, foi obtida a diferença (Delta) para cada caractere entre aplicação e testemunha. Em seguida, com auxílio do software R Studio, procedeu-se à análise de componentes principais (PCA) a partir da matriz de correlação dos deltas dos caracteres avaliados. Os componentes 1 (PC1) e 2 (PC2), respectivamente, explicaram 56,4% e 21% da variância observada. No quadrante positivo para PC1, temos os vetores para PROD, ALT, PMG e INS, enquanto no negativo temos os vetores para ACAM, NTV, NTG, NTN e DPM. Conclui-se que o incremento em PROD com a aplicação do regulador está associado ao aumento do PMG, redução do ACAM, menor impacto na ALT, refletindo na INS. Todavia, devido à plasticidade fenotípica, houve decréscimo para os caracteres NTV, NTG, NTN e DPM.

Agradecimentos

CAPES, CNPq, FAPEMIG e NITRO.

Aveia e sua potencialidade produtiva para o Campo das Vertentes

Gabriel da Silva Miguel¹, Aurinelza Batista Teixeira Condé², José Maria Villela Pádua³, José Airton Rodrigues Nunes¹

¹Departamento de Biologia/ICN— Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Epamig Sul — Empresa Mineira de Pesquisa Agropecuária

Caixa Postal 176 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{gabriel.miguel3}@estudante.ufla.br, {aurinelza}@epamig.br,
{jose.padua, jarnunes}@ufla.br

Palavras-chave: *Avena sativa*, interação genótipo x ambiente, Adaptabilidade.

A aveia (*Avena sativa*), cereal de inverno versátil para alimentação e cobertura do solo, teve produção mundial de 22,5 milhões de toneladas na safra 2024/2025, com o Brasil contribuindo 1,225 milhão de toneladas, concentradas no Paraná e Rio Grande do Sul. Diante da expansão da aveia para o Brasil Central e da carência de cultivares adaptadas, este trabalho avaliou 16 genótipos registrados para o Sul em três locais do Campo das Vertentes-MG (2025). O delineamento foi em blocos casualizados com três repetições e parcelas de 5 m². Foram avaliados os componentes de produção: produtividade (kg ha⁻¹), peso hectolitro (PH, kg hL⁻¹) e peso de mil sementes (PMS, g). Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, com as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Em Lavras, as médias de produtividade, peso hectolitro (PH) e peso de mil sementes (PMS) foram de 965 kg ha⁻¹, 39 kg hL⁻¹ e 32 g, respectivamente. Para a produtividade, apenas as cultivares Taura e Olada destacaram-se no grupo "a". Para o PH, as cultivares Altiva, Taura, Pujante, Monarca, Afrodite e Poente compuseram o grupo superior. No PMS, Carlusul, Artemis, Monarca, Altanera e outras cinco cultivares formaram o grupo "a". Em Lambari, os valores médios foram 1091 kg ha⁻¹, 40 kg hL⁻¹ e 34 g para produtividade, PH e PMS, respectivamente. Para produtividade, as cultivares Afrodite, Altanera e Andrômeda performaram no grupo "a", enquanto para o PH, Altanera, Afrodite, Andrômeda, Brava, Carlusul e Poente constituíram o grupo de maior desempenho. Em Ingaí, a produtividade, o PH e o PMS médio para o local foram, respectivamente 2281 kg ha⁻¹, 46 kg hL⁻¹ e 34 g. Para produtividade, o grupo "a" foi formado por Pujante, Altiva, Andrômeda e outras sete cultivares. Para o PH, as cultivares Monarca, Andrômeda, Brava e outras quatro compuseram o grupo superior. Não foi observada diferença estatística para PMS em Lambari e Ingaí. A inversão no ranqueamento das cultivares dá indícios da existência de interação genótipo x ambiente, o que é um forte indicativo para expansão das avaliações em mais safras e ambientes para determinar a adaptabilidade e estabilidade produtiva dos materiais na região do Campo das Vertentes.

Agradecimentos: UFLA, CNPQ, CAPES, FAPEMIG e EPAMIG



GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS - PROFISSIONAL



Desempenho tecnológico da madeira de híbridos de *Eucalyptus pellita*

Patrik de Oliveira Guimarães¹, Marcos Rafael Amâncio², Nuno Borralho², Carla da Costa Garcia²

¹MESTRADO PROFISSIONAL EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS/PPGGMPP/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²VERACEL CELULOSE
CEP 45800-000 – Eunápolis, BA – Brasil

patrik.guimaraes@estudante.ufla.br, marcos.Amancio@veracel.com.br,
nunoborralho@sapo.pt, carla.Garcia@veracel.com.br

Palavras-chave: Melhoramento genético, Qualidade da madeira, *Eucalyptus pellita*

Com o avanço das estratégias de melhoramento genético voltadas à adaptação climática e à resistência a patógenos, os híbridos envolvendo *Eucalyptus pellita* têm ganhado destaque. No entanto, essa espécie ainda é pouco utilizada na indústria de celulose no Brasil, e sua viabilidade tecnológica precisa ser mais bem compreendida. Nesse contexto, foram avaliados sete clones híbridos de *urograndis* × *pellita*, selecionados para compor o novo pomar de hibridação da Veracel. O objetivo foi caracterizar a qualidade da madeira desses materiais para produção de celulose ao índice Kappa 18, relativamente às características típicas dos clones *urograndis*. As amostras, coletadas aos 7 anos de idade, foram analisadas quanto a RT (rendimento total), RD (rendimento depurado), AE (ácido hexenurônico), AA (alfacelulose), DB (densidade básica), teor de álcool-tolueno, umidade e ET (extrativos totais). A análise permite identificar materiais com potencial competitivo frente aos genótipos comerciais, além de revelar particularidades da contribuição genética de *E. pellita*. Os clones híbridos apresentaram valores de RD superiores à testemunha *urograndis*, com destaque para Clone6 (54,6%) e Clone5 (54,4%). A DB foi consistentemente mais alta nos híbridos, alcançando até 587 kg/m³ (Clone3), contra 463 kg/m³ da testemunha. Os valores de ET variaram entre 3,5% e 5,6%, valores favoráveis relativamente à testemunha (5,3%). Embora alguns clones tenham exibido AE levemente elevados, os teores de AA foram robustos, como nos Clones2 e Clone3 (23,1% e 23,3%, respectivamente), compatíveis com a testemunha (23,2%). O teor de álcool-tolueno foi inferior a 2,5% na maioria dos clones, exceto Clone4 (3,3%), enquanto a testemunha registrou 2,96%. Esses resultados indicam que os híbridos *urograndis* × *pellita* possuem qualidade de madeira igual ou superior à testemunha, especialmente em termos de DB, RT e RD. As diferenças encontradas entre clones reforçam a oportunidade em selecionar materiais com perfis industriais adequados às demandas específicas da fábrica. Conclui-se que a introdução de *E. pellita* nos cruzamentos com *E. grandis* × *urophylla*, além de ampliar a base genética e contribuir para a resiliência dos plantios, apresenta viabilidade tecnológica para uso industrial. A caracterização realizada fornece subsídios estratégicos para o uso dos novos genitores no pomar de hibridação, fortalecendo a integração entre melhoramento genético, qualidade da madeira e competitividade florestal na Veracel.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da VERACEL CELULOSE.



LETRAS



O PROCESSO DE APRENDIZAGEM DE LÍNGUA INGLESA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Um olhar na perspectiva dos professores

Octavio Henrique Sales de Abreu

RESUMO

A aprendizagem da língua inglesa durante a formação inicial de professores representa um desafio significativo no contexto brasileiro, especialmente em cursos de Letras com habilitação dupla em Português-Inglês (PAIVA, 2019). De acordo com a autora, elas precisam ser revistas, não apenas em função dos novos tempos trazidos pela pandemia, mas por já estarem obsoletas face às pesquisas sobre ensino e aprendizagem (PAIVA, 2021). Diversos fatores, cognitivos, emocionais e socioculturais influenciam esse processo, impactando diretamente a aquisição da proficiência necessária para a atuação docente. Nesse sentido, o presente estudo busca compreender como esses elementos interferem na trajetória de aprendizagem dos futuros professores de inglês. O problema de pesquisa que norteia esta investigação é: quais são os principais desafios enfrentados pelos professores de Letras Português-Inglês no processo de aprendizagem da língua inglesa e quais estratégias são utilizadas para superá-los? Diante desse questionamento, a pesquisa justifica-se pela necessidade de aprofundar a compreensão dos obstáculos enfrentados por esses professores, além de identificar caminhos pedagógicos que possam apoiar a formação de profissionais mais competentes e confiantes no uso de língua inglesa. O objetivo geral da pesquisa é investigar o processo de aprendizagem da língua inglesa por professores de inglês, com foco nas dificuldades e estratégias utilizadas e nos fatores motivacionais envolvidos. Como objetivos específicos, pretende-se: identificar os principais desafios enfrentados no processo de aprendizagem de língua inglesa durante o curso de Letras; analisar as estratégias de estudo adotadas durante o curso e compreender como a motivação influencia o desempenho e a persistência na aprendizagem. Será adotada uma abordagem qualitativa (BOGDAN, 2014), com a aplicação de entrevistas presenciais a 10 professores formados em Letras – Português/Inglês, utilizando uma entrevista com perguntas abertas como instrumento de coleta de dados (GIL, 2017). A análise será feita por meio da categorização das respostas, permitindo a identificação de padrões e tendências. A relevância deste estudo reside na sua contribuição para o campo do ensino-aprendizagem de línguas estrangeiras, ao fornecer dados que podem subsidiar práticas pedagógicas mais eficazes, além de poder colaborar com políticas institucionais voltadas à melhoria da formação de professores de inglês no Brasil.

Palavras-chave: Aprendizagem da Língua Inglesa; Dificuldades e estratégias; Desafios enfrentados.

A construção social da identidade da mulher com visibilidade pública que opta pela não maternidade

Vívian Vilela França

¹Departamento de Estudos da Linguagem / DEL – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{autor1 vivian.franca1@estudante.ufla.br}

Palavras-chave: análise do discurso, construção da identidade, não maternidade.

Os discursos sobre as mulheres moldam o que é socialmente reconhecido como “ser mulher” e, com isso, a maneira como elas são vistas e representadas na sociedade pode afetar diretamente a construção de sua identidade. Um imaginário cristalizado, em muitas sociedades, associa a maternidade à felicidade e completude feminina, sustentando a ideia de que, sem filhos, a mulher seria infeliz e amargurada. Quando uma mulher decide não ter filhos, ela rompe com esses discursos normativos que sustentam a feminilidade, o que leva ao questionamento social de sua escolha. Motivado pela experiência pessoal da autora, uma mulher casada e sem filhos que enfrenta cobranças sociais de familiares e amigos sobre a maternidade, o presente estudo busca compreender como mulheres com visibilidade pública que escolheram não ser mães se constroem e são construídas discursivamente. Como fundamentação teórica, elegeu-se a Análise de Discurso produzida por Michel Pêcheux (2014), Eni Orlandi (2015, 2023) e Jean-Jacques Courtine (2016), o conceito de ideologia de Louis Althusser (2010) e reflexões sobre “ser mulher” propostas por Beauvoir (1967, 1970) e questões sobre gênero de Judith Butler (2004). A Análise de Discurso busca compreender como os discursos são produzidos, que efeitos de sentido promovem, considerando as condições históricas, sociais e ideológicas de diferentes acontecimentos. A escolha dessa temática configura um estudo de grande importância para a sociedade em geral porque trata da condição social de muitas mulheres na atualidade. No entanto, observa-se que há poucos trabalhos voltados para a construção social da maternidade na área da Análise de Discurso, o que também justifica a escolha da temática abordada. O trabalho terá como corpus depoimentos de mulheres com grande visibilidade nas mídias e celebridades que optaram pela não maternidade, por meio de publicações disponíveis em plataformas de notícias on-line, publicadas entre 2010 e 2025, para revelar como os discursos sociais moldam e limitam a construção da identidade feminina, considerando as relações de poder e o silenciamento das vozes que desafiam as normas convencionais. Como se trata de um trabalho em fase inicial, foi feita uma análise preliminar que revelou que, na medida em que a construção da identidade se dá nas práticas discursivas, a sociedade, através do questionamento constante sobre a maternidade, contribui para construir mulheres como sujeitos que precisam se justificar por suas escolhas de vida, enfatizando o impacto emocional e psicológico do silenciamento e da censura vividos por elas.

Agradecimentos: A autora agradece o apoio financeiro da agência CAPES.

A representação discursiva da não parentalidade segundo a análise de discurso de linha francesa

Vívian Vilela França

¹Departamento de Estudos da Linguagem / DEL – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{autor1 vivian.franca1@estudante.ufla.br}

Palavras-chave: análise do discurso, representações sociais, não parentalidade, discurso religioso.

Este artigo analisa como pessoas que escolhem não ter filhos são representadas dentro do discurso religioso, especialmente em contextos cristãos. Parte-se da ideia de que, apesar da sociedade valorizar a liberdade individual, ainda há uma forte pressão social, sustentada por imaginários sociodiscursivos, para que todos sigam padrões, como a parentalidade obrigatória. Dessa maneira, pretende-se compreender como as pessoas que não querem ter filhos são representadas dentro do discurso religioso. Para tal, a pesquisa articula a Análise Semiolinguística do Discurso, de Patrick Charaudeau (2001, 2017, 2018), com a Análise de Discurso Materialista, de Eni Orlandi (2023). Charaudeau contribui com conceitos, como contrato de comunicação, imaginários sociodiscursivos e ethos, enquanto Orlandi ajuda a compreender o discurso religioso como um discurso autoritário, que impõe sentidos e limita posições de sujeito. O estudo busca refletir sobre os efeitos de sentido que esses discursos produzem e como eles operam para manter certas representações sociais como naturais e incontestáveis. O corpus analisado é um videocast disponível no YouTube, no qual a influenciadora digital e pastora Tatiane Joslin fala sobre a decisão de ter filhos dentro da lógica cristã. A análise revela a presença de discursos que reforçam a parentalidade como destino natural, sustentando estereótipos e promovendo a marginalização de quem se afasta desse ideal. Além disso, este estudo evidencia como o discurso religioso contribui para a manutenção de um sistema que desconsidera a não parentalidade.

Agradecimentos

A autora agradece o apoio financeiro da agência CAPES.

Entre a floresta e o arquivo: contramemória e resistência em O som do rugido da onça

Henrique Barbosa Justini¹, Denis Leandro Franciscos²

¹Departamento de Estudos da Linguagem /DEL– Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem /DEL– Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

henrique.justini1@estudante.ufla.br, denisfrancisco@ufla.br

Palavras-chave: Literatura decolonial, memória, contranarrativa.

Este trabalho analisa o romance **O som do rugido da onça** (2021), de Micheline Verunschik, à luz do pensamento decolonial (BHABHA, 1998; HALL, 2003) e dos estudos da memória (LE GOFF, 1990), buscando compreender como a obra reinscreve vozes e cosmologias indígenas silenciadas pela colonialidade (MIGNOLO, 2003). O objetivo principal é evidenciar de que modo a narrativa propõe uma revisão crítica da história oficial e da epistemologia eurocêntrica, instaurando um espaço de enunciação híbrido e insurgente. A metodologia adotada baseia-se em pesquisa bibliográfica e análise interpretativa, articulando conceitos decoloniais, de identidade e de memória cultural à leitura do romance. Os resultados obtidos apontam que Verunschik desloca o olhar colonial ao devolver agência às personagens subalternizadas e ao tensionar a língua portuguesa como território de resistência simbólica. Constatou-se que a autora não apenas denuncia a violência epistêmica do colonialismo, mas também mobiliza elementos cosmogônicos, afetivos e culturais como estratégias de reexistência, configurando uma poética de restituição e cura. Conclui-se que **O som do rugido da onça** contribui para o debate sobre literatura e decolonialidade ao propor uma ética do olhar e uma política da memória que desafiam os paradigmas modernos, afirmando a literatura como espaço de criação de novos horizontes de existência.

O dialogismo e a não maternidade: uma análise discursiva sob a perspectiva de Bakhtin

Vívian Vilela França

¹Departamento de Estudos da Linguagem / DEL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{autor1 vivian.franca1@estudante.ufla.br}

Palavras-chave: análise do discurso, dialogismo, identidade feminina.

Este trabalho apresenta como a não maternidade é representada em um contexto social marcado por normas de conduta que associam a identidade feminina à maternidade. Ele se insere em um contexto em que embora as mulheres, atualmente, tenham mais autonomia e poder do que em épocas passadas, ainda persistem pressões normativas para que elas assumam papéis historicamente construídos como femininos, como a imposição da maternidade. Com o objetivo de compreender como as mulheres que rejeitam o ideal materno dialogam com discursos que lhes são contrários e constroem suas identidades, utiliza-se, como método de análise, o conceito de dialogismo de Bakhtin (2016), segundo o qual o sujeito se constitui na relação com os discursos que o atravessam. Dessa maneira, observa-se que a forma como o discurso da maternidade atua como hegemônico e normativo, restringe outros sentidos possíveis para a existência de muitas mulheres. O *corpus* de análise utilizado consiste no artigo de opinião intitulado “8 coisas que quem não quer ser mãe está cansada de ouvir”, de Júlia Warken, no qual são expostos julgamentos direcionados às mulheres que rejeitam a maternidade, acompanhados das respostas da autora, uma mulher que escolheu não ter filhos. A análise mostra que as mulheres que optam pela não maternidade estão em constante diálogo com o discurso dominante, seja para reafirmá-lo ou para refutá-lo, o que revela os conflitos em torno da questão. O estudo contribui para a compreensão das disputas de sentido em torno da maternidade, evidenciando que muitas mulheres não estão em silêncio diante de cobranças e imposições, mas respondem a elas, contradizendo-as e impondo suas vozes.

Agradecimentos: A autora agradece o apoio financeiro da agência CAPES.

A (des)construção estética de *Jardim Zoológico*: uma poética de sintomas e tensões

Carlos Henrique Inácio Lopes¹, Rodrigo Garcia Barbosa²

¹Programa de Pós-Graduação em Letras/FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – CEP 37203-202 – Lavras/MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem/FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – CEP 37203-202 – Lavras/MG

¹carlos.lobes1@estudante.ufla.br, ²rodrigobarbosa@ufla.br

Palavras-chave: Zooliteratura Contemporânea, Bestiários, Sintoma.

Indefinível, fragmentário e sutilmente grotesco, *Jardim Zoológico* (1999), animalário de Wilson Bueno, e as criaturas que nele habitam devoram e digerem a tradição, dilaceram os limites da representação e fazem do paradoxo, do informe e da multiplicidade os alicerces de sua configuração. Tendo isso em vista, este trabalho analisa de que modo a obra reescreve criticamente a tradição dos bestiários Medievais e Renascentistas, buscando compreender em que medida essa produção cultural é atravessada pelo *sintoma* (Didi-Huberman, 2013) ao constituir-se de uma rede de relações que a conectam à tradição zoopoética e zooliterária ocidental, ao mesmo tempo em que a situam em um território de reordenamentos filosóficos, ontológicos e estéticos que refletem as discussões sobre a representação dos seres não humanos na contemporaneidade. Essa proposta parte de hipóteses construídas com base na reflexão dialógica entre o corpus elencado, os conceitos estético-filosóficos estudados e o montante bibliográfico atrelado à tradição zooliterária ocidental, adotando uma abordagem qualitativa, bibliográfica e exploratória. Inicialmente, além de aprofundar nos processos de formação, transformação e desaparecimento dos Bestiários, discute sobre os modos de representação dos seres não humanos nesses textos e os processos de releitura dessas produções zooliterárias na contemporaneidade. Em seguida, etapa ainda em desenvolvimento, busca refletir sobre as tensões presentes no corpus analisado, em diálogo com a tradição zooliterária inicialmente estudada. Observa-se, inicialmente, que a obra compõe-se de tensionamentos em duas dimensões: a) o desenvolvimento de um *devenir-animal* (Deleuze, Guattari, 1997), em relação à ausência da exploração concreta de um *devenir-escrita* (Deleuze, Guattari 2002); b) a representação dos seres não humanos atrelada ao *informe* (Bataille, 2018) e à *virtualidade visual-conceitual* (Didi-Huberman, 2013), em contraste com a representação figurativa, positivista e antropocêntrica que constitui a tradição zooliterária Ocidental. A partir desses aspectos, é possível concluir que a obra de Bueno se desenvolve a partir de uma dinâmica paradoxal, pois estabelece relações disjuntivas em diferentes níveis e instâncias, sem deixar de concretizar um projeto estético que possibilita outros modos de representação dos seres não humanos e da animalidade, e outros modos de produzir sentidos e saberes sobre ambos.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

As experiências emocionais na construção da pesquisadora: analisando os meus diários reflexivos.

Dandara Mesquita da Silva¹, Tania Regina de Souza Romero²

¹Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Letras – Universidade Federal de
Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brasil

²Professora do Departamento Estudos da Linguagem – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) – Lavras, MG – Brasil

dandaramesk@gmail.com, taniaromero@ufla.br

Palavras-chave: Diários da Pós-Graduação; Avaliatividade; Identidade de Pesquisadora.

Área: Letras – Programa de Pós-Graduação em Letras (Linguagem, Cultura e Sociedade)

Resumo: As emoções humanas possuem diversos significados e influenciam diretamente a interação cultural e social, bem como os processos formativos. Neste trabalho, busco compreender como as emoções vivenciadas durante o meu percurso no mestrado impactaram a minha construção identitária como pesquisadora. O objetivo principal é analisar, a partir dos 67 diários reflexivos escritos no primeiro ano da pós-graduação, alguns excertos que relatam emoções experienciadas, desafios enfrentados e de que modo esses elementos contribuíram para a minha formação acadêmica. A pesquisa segue uma abordagem qualitativo-interpretativa (Paiva, 2019), inserida no campo da pesquisa narrativa autobiográfica, complementada por uma análise linguística apoiada na Linguística Sistêmico-Funcional (Fuzer & Cabral, 2014), com foco no sistema de Avaliatividade (Martin & White, 2005). Os resultados indicam a recorrência de emoções como ansiedade, medo, insegurança, assim como emoções como satisfação e superação, evidenciadas em escolhas linguísticas que revelam meu posicionamento afetivo diante de situações acadêmicas. Constatou-se também que a escrita dos diários funcionou não apenas como registro das emoções, mas também como prática de autorreflexão e ressignificação das experiências, favorecendo o letramento emocional (Barcelos, 2024) e fortalecendo minha identidade como pesquisadora em Letras. Conclui-se que as emoções desempenham papel importante no engajamento acadêmico, atuando como mediadoras da aprendizagem e da construção identitária. Além disso, a pesquisa contribui para a Linguística Aplicada ao discutir as emoções em contextos

acadêmicos e sua relação com a formação de pesquisadores, ancorando-se em evidências linguísticas.

Agradecimentos: Agradecimento à FAPEMIG pelo apoio financeiro concedido por meio da modalidade Programa de Apoio à Pós-graduação (PAPG -MESTRADO) que permitiu a realização dessa pesquisa.

Discursos constituintes e violência heroica: religião, ódio e legitimação social.

Antonelly Machado Vaz de Faria¹, Márcio Rogério de Oliveira Cano¹

¹Departamento de Estudos da Linguagem/ DEL – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

antonelly.faria1@estudante.ufla.br, marciocano@ufla.br

Palavras-chave: Análise do Discurso, Discurso Religioso, Violência, Discurso de Ódio, Heroísmo.

Este artigo analisa a relação entre discurso religioso, violência e a construção de figuras heroicas na contemporaneidade, fundamentando-se na Análise do Discurso de Dominique Maingueneau (2008; 2015; 2020), nos estudos de Judith Butler (2015; 2019; 2020) sobre discurso de ódio e na teoria da Jornada do Herói de Joseph Campbell (1990; 2004; 2007). Parte-se da hipótese de que a violência, quando atravessa o discurso religioso, deixa de ser representada como prática condenável para se tornar justificada e validada socialmente, especialmente quando articulada à narrativa heroica. Como corpus, examina-se o discurso proferido por Pablo Marçal na celebração dos 25 anos da Igreja Videira, em Goiânia, em 2024, ocasião em que o enunciador mobiliza imagens de “guerra espiritual”, referências bíblicas e construções messiânicas para consolidar um ethos de herói ungido, capaz de conduzir o povo à vitória contra inimigos simbólicos e políticos. A metodologia segue os pressupostos da Análise do Discurso francesa, com atenção às condições de produção, ao interdiscurso e à cenografia enunciativa (Maingueneau, 2008). Os resultados preliminares apontam que a legitimação da violência nesse discurso se apoia em dois eixos: (i) a transposição de arquétipos heroicos, que transformam o líder em salvador do coletivo (Campbell, 2007); e (ii) a performatividade excludente do discurso religioso, que cria fronteiras entre “salvos” e “inimigos”, operando como forma de discurso de ódio (Butler, 2019). Conclui-se que a violência, ao ser narrada religiosamente como missão heroica, é reconfigurada em valor positivo, o que contribui para reforçar práticas de intolerância e exclusão em nome de um suposto bem maior.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

A Oratura como forma de (re)existência à sociedade neoliberal

Rodrigo Martins¹, Dalva de Souza Lobo ²

¹Departamento de Letras, Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Letras Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

Rodrigo.martins4@estudante.ufla.br, dalva.lobo@ufla.br,

O objetivo desta pesquisa, ainda em curso, é investigar de que maneira a oratura se constitui como prática de (re)existência em uma sociedade neoliberal, evidenciando o papel da voz e da ludicidade na subjetivação e na cultura. Cunhado por Pio Zirimu nos anos 1960 para superar a contradição do termo “literatura oral” (apud Moolla, 2012), o conceito de oratura designa formas de transmissão oral baseadas na presença e na performance. Kaboré (2014) a caracteriza como um sistema estético híbrido e dinâmico, que entrelaça diferentes gêneros em um só, articulando corpo, voz e performance, com implicações críticas e políticas. A voz, nesse contexto, assume papel central: singular, como resto pulsional que marca o sujeito em sua relação com o Outro (Vivès, 2018), e coletiva, como acontecimento simbólico que funda vínculos e memórias (Zumthor, 2010). O lúdico por sua vez, é uma dimensão essencial da simbolização (Castro, 2010), enriquece as trocas sociais e amplia o campo dos signos, permitindo transformar experiências em representações. A oratura, nesse horizonte, é prática lúdica que participa da subjetivação e reafirma o que Candido (2004) defendeu como direito à literatura: o acesso às formas simbólicas como condição de humanização. Esse campo simbólico, como mostram Freud (2011) e Gagnebin (2006), é também espaço de perlaboração, em que a repetição e a reelaboração narrativa transformam experiências em memória compartilhada. Contudo, vivemos um contexto que fragiliza essa dimensão simbólica. Benjamin (2012) identifica um empobrecimento da experiência na modernidade, quando a arte de narrar cede espaço à informação e ao isolamento. Esse processo se intensifica pela lógica neoliberal, que rompe laços e captura o sujeito no consumo (Soler, 2011), pela mercantilização do lúdico (Castro, 2010) e pelo agravamento da rarefação dos espaços de escuta durante a pandemia (Jerusalinsky, 2021). Além disso, a expansão das tecnologias digitais, ao mesmo tempo, acelera a comunicação, mas fragiliza a experiência partilhada. A partir desse referencial teórico, serão analisados e interpretados fragmentos de entrevistas com habitantes de cidades de Minas Gerais para identificar como a oratura e o lúdico se configuram nas narrativas desses sujeitos. Desse modo, esperamos verificar a importância da oratura como prática simbólica que reitera a relevância da preservação da memória e do laço social, resultando em modos singulares de subjetivação que sustenta formas coletivas de vida, mesmo em contextos de fragmentação, silenciamento e captura neoliberal.

Palavras-chave: oratura e voz; subjetividade; ludicidade; laço social, neoliberalismo

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro da agência Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

REFERÊNCIAS

BENJAMIN, Walter. O narrador: considerações sobre a obra de Nikolai Leskov (1936). In:

BENJAMIN, Walter. *Magia e técnica, arte e política: ensaios sobre literatura e história da cultura*. Tradução de Sergio Paulo Rouanet. 8. ed. rev. São Paulo: Brasiliense, 2012. (Obras escolhidas, v. 1). p. 113–121.

BENJAMIN, Walter. Experiência e pobreza (1933). In: __. *Magia e técnica, arte e política: ensaios sobre literatura e história da cultura*. Tradução de Sergio Paulo Rouanet. 8. ed. rev. São Paulo: Brasiliense, 2012. (Obras escolhidas, v. 1). p. 113–121.

CANDIDO, Antonio. O direito à literatura. In: CANDIDO, Antonio. *Vários escritos*. 3. ed. São Paulo: Duas Cidades; Ed. 34, 2004. p. 169–191.

CASTRO, Norida Teotônio de. A função reguladora do lúdico: representação, afeto e laço social. São Paulo: LCTE Editora, 2010.

FREUD, Sigmund. Recordar, repetir e elaborar (1914). In: FREUD, Sigmund. *Obras completas*. Tradução de Paulo César de Souza. São Paulo: Companhia das Letras, 2011. v. 10. p. 193–209.

GAGNEBIN, Jeanne Marie. O que significa elaborar o passado? In: GAGNEBIN, Jeanne Marie. *Lembrar, escrever, esquecer*. São Paulo: Editora 34, 2006. p. 97–105.

JERUSALINSKY, Julieta. Pandemia, infância e laço social. In: KELLY, Roberta Ecilde de Oliveira Gomes; SILVA, Kelly Cristina Brandão da (org.). *Geração pandêmica: reflexões sobre a infância e a adolescência em tempos de pandemia*. Curitiba: Appris, 2023. p. 23–51.

KABORÉ, André. Orature as a Characteristic of the Literatures of Werewere-Liking and Pacéré. *International Journal on Studies in English Language and Literature (IJSELL)*, v. 2, n. 4, p. 13–30, abr. 2014. Disponível em: <https://www.arcjournals.org/pdfs/ijSELL/v2-i4/2.pdf>. Acesso em: 18 maio 2025.

MOOLLA, Fiona. When Orature Becomes Literature: Somali Oral Poetry and Folktales in Somali Novels. *Comparative Literature Studies*, v. 49, n. 3, p. 434–460, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236787351_When_Orature_Becomes_Literature_Somali_Oral_Poetry_and_Folktales_In_Somali_Novels. Acesso em: 18 maio 2025.

SOLER, Colette. O que faz laço? Tradução de Elizabeth Saporiti. São Paulo: Escuta, 2016.

VIVÈS, Jean-Michel. Variações psicanalíticas sobre a voz e a pulsão invocante. Tradução de Vera Avellar Ribeiro. Rio de Janeiro: Contra Capa; Corpo Freudiano Seção Rio de Janeiro, 2018.

ZUMTHOR, Paul. Introdução à poesia oral. Tradução de Jerusa Pires Ferreira. 1. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

Fenômenos fonético-fonológicos em textos escritos de alunos da EJA

Thamires Barbosa de Oliveira¹, Raquel Márcia Fontes Martins²

¹Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

thamires.oliveira2@estudante.ufla.br, raquelmartins@ufla.br

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar como fenômenos fonético-fonológicos se apresentam nos textos escritos de alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), com foco nos desvios ortográficos causados pela influência da fala na escrita. Dentre esses fenômenos, destaca-se a haplologia que consiste na redução da última sílaba átona ou da vogal dessa sílaba em uma palavra ou, quando seguida de outro vocábulo também iniciado por sílaba átona, como por exemplo *‘litro de leite’* > *‘li [-] de leite’* e *‘massa de tomate’* > *‘mas [-] de tomate’*. Esse fenômeno é muito comum na fala dos mineiros, os quais são conhecidos por “comerem” o final das palavras (Evangelista, 2018). A EJA é uma modalidade de ensino ofertada a alunos que, por diversos motivos, não puderam terminar seus estudos em idade regular, além de ser composta por um público bastante heterogêneo e tratada de forma secundária, enfrentando desafios como evasão escolar e falta de recursos. Este trabalho pretende contribuir para a área de EJA, avaliando os fenômenos fonético-fonológicos na escrita de estudantes dessa modalidade de ensino. Para cumprir esse objetivo, foi realizada uma coleta de dados de produção textual de alunos da alfabetização e do 6º ano do Ensino Fundamental da EJA, de uma escola pública localizada no município de Lavras (MG). Também foram coletados alguns cadernos desses alunos, bem como dados de formação e de atuação profissional das docentes das turmas investigadas. Para a análise e discussão dos dados, a Teoria de Integração de Múltiplos Padrões (IMP) será utilizada e também a Sociolinguística Educacional será considerada, avaliando-se fatores sociais como idade, escolaridade e sexo. O trabalho pretende contribuir para o ensino da Língua Portuguesa no contexto da EJA.

Palavras-chave: EJA, Ortografia, Fenômenos fonético- fonológicos.

Agradecimentos: O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A construção identitária do professor iniciante à luz da linguística sistêmico-funcional

Jean Figueiredo de Oliveira¹, Tania Regina de Souza Romero²

¹Departamento de Linguagens – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Linguagens – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

jean.oliveira6@estudante.ufla.br, taniaromero@ufla.br

Palavras-chave: Identidade Docente, Pesquisa Narrativa, Linguística Sistêmico-funcional.

Este trabalho é o início da minha autorreflexão sobre a minha travessia entre ser estudante e me tornar professor. E é justamente pensando na travessia como algo que nos modifica, altera e afeta a própria vida é que realizo esta pesquisa a fim de investigar a questão da formação da identidade docente no contexto da iniciação na carreira docente. Parto da premissa de que a identidade profissional docente é construída de forma processual e contínua, atravessada por experiências pessoais, sociais, culturais e institucionais. Esse estudo tem como bases teóricas as contribuições da Linguística Aplicada e da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF) (Halliday; Matthiessen, 2014), bem como dos conceitos de construção identitária (Romero, 2020). A abordagem adotada é a qualitativa (Minayo, 2009), na perspectiva da pesquisa narrativa (Clandinin e Connely, 2015), no qual, o corpus da pesquisa será composto por narrativas autobiográficas produzidas pelo pesquisador após dois anos de atuação como docente na educação básica mineira. A análise buscará, a partir dos conceitos da LSF e de identidade docente, mostrar como os desafios e tensões vivenciados por mim, enquanto professor de línguas em início de carreira na educação básica, impactam a construção da minha identidade docente. Além disso, busco compreender como a análise das minhas narrativas (auto)biográficas, à luz da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF), pode atuar como mediadora nesse processo de formação identitária. Espera-se que os resultados contribuam para uma compreensão mais aprofundada da constituição da identidade docente no início da carreira, destacando o papel formativo das (auto)narrativas como ferramentas de reflexão, empoderamento e (re)significação das práticas docentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Cultura Incel e o discurso de ódio em fóruns do Reddit

Elisa Natália Rodrigues

Departamento de Estudos de Linguagem – DEL – UFLA

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

`elisa.rodrigues2@estudante.ufla.br`

Palavras-chave: Incel, discurso de ódio, mulheres, fórum.

A sociedade brasileira foi construída com base em um sistema patriarcal, em que as principais funções sociais eram atribuídas aos homens, restando as mulheres o papel de coadjuvantes na vida privada e pública. Nesse cenário, mesmo com as mudanças proporcionadas pelos movimentos feministas, a luta pela defesa à igualdade de gênero e o reconhecimento dos direitos das mulheres são ameaçadas em todas as esferas pelo machismo estrutural e o discurso de ódio. Nas últimas décadas, o ambiente digital se consolidou como espaço privilegiado para a circulação desses discursos. Com o avanço das Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e a popularização das redes sociais, multiplicaram-se comunidades virtuais nas quais se articulam formas específicas de sociabilidade, produção de sentido e construção identitária. Nesse viés, observa-se o surgimento e a consolidação de grupos que se organizam em torno de discursos de ódio, entre esses, destaca-se a comunidade Incel. São objetivos desse trabalho analisar como se desenvolve o discurso de ódio contra as mulheres em postagens de fóruns Incel no Reddit e examinar como se apresentam os imaginários sociodiscursivos dessas comunidades. O principal referencial teórico são os estudos de Charaudeau (2018), pois fundamentam-se na relação entre linguagem e sociedade, em que se verifica as representações sociais através da efetivação linguístico-discursiva. Esta é uma pesquisa qualitativa, que está em andamento, que compreende o discurso como uma prática social e ideológica, que é atravessada pelos imaginários sociodiscursivos. O corpus está sendo constituído por postagens realizadas em um subreddit Incel no Reddit: `r/theredpill`. As análises iniciais indiciam que os imaginários desses sujeitos se constroem através de sentimentos de frustração e isolamento, em que os saberes de crença dão base as suas narrativas

Agradecimentos

A autora agradece o apoio financeiro da agência CNPq.

Horizontes de leitura, horizontes de si: a leitura literária como caminho para o desenvolvimento de competências socioemocionais

Maira J. S. Nascimento¹, Andréa Portolomeos²

¹Departamento de Estudos da Linguagem (DEL) – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem (DEL) – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

maira.nascimento1@estudante.ufla.br , portolomeos@ufla.br

Palavras-chave: Leitura literária, Competências socioemocionais, Sequência didática.

Este trabalho tem como objetivo propor uma aula de leitura literária como meio de desenvolver as competências socioemocionais dos estudantes do ensino básico. Partimos do reconhecimento de que a educação brasileira é atravessada por um viés neoliberal, que privilegia práticas produtivistas em detrimento da formação integral (Cosson, 2021). Ainda que dialogue com essa lógica, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017) ressalta a importância de competências ligadas à subjetividade e à construção do ser, aproximando-se das discussões sobre as competências socioemocionais, entendidas como fundamentais para o desenvolvimento humano (Morin, 2000; Gardner, 1995; OCDE, 2015). Para discutir sobre o processo particular de leitura literária que demanda habilidades específicas, as postulações de Vincent Jouve (2002) e Rildo Cosson (2021) são recuperadas, junto às diretrizes da BNCC (Brasil, 2017). Em diálogo com essa perspectiva, utilizam-se as quatro posturas de leitura propostas por Judith Langer (2005), que compreendem o ato de ler como um movimento dinâmico de construção de representações, favorecendo reflexões que ampliam a dimensão social e emocional do sujeito. Diante disso, objetiva-se desenvolver uma sequência didática fundamentada em Antoni Zabala (1998), Rildo Cosson (2014), Andréa Portolomeos e Glauco Soares Joaquim (2025) e Judith Langer (2005). A proposta busca, em contraposição à lógica utilitarista do neoliberalismo (Han, 2015), desenvolver práticas de leitura que unam formação literária e desenvolvimento socioemocional, contribuindo para a constituição de sujeitos mais críticos, sensíveis e abertos às diferenças que os constituem.

Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG.

O conceito de escrevivência de Conceição Evaristo: uma práxis para a educação antirracista

Alice Souza Barbosa¹, Andréa Portolomeos²

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Letras/Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Docente orientadora do Programa de Pós-graduação em Letras/Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de São João del-Rei – R. Padre João Pimentel, 80 - Dom Bosco, São João del Rei - MG, 36301-158, MG – Brasil

alice.barbosal@estudante.ufla.br, portolomeos@ufsj.edu.br

Palavras-chave: Escrevivência; Educação Antirracista; BNCC.

Este trabalho analisa o potencial pedagógico do conceito de escrevivência (Evaristo, 1996) como ferramenta para a decolonização de práticas de ensino de literatura, tendo em vista que a maioria dos nossos alunos das escolas públicas se autodeclara pardos e negros e não se sente representada pelo cânone tradicional, predominantemente branco, presente em grande medida na sala de aula. Desse modo, a pesquisa parte da dissonância existente entre o ensino de literatura na educação básica e o contexto sociocultural de estudantes. Assim, a comunicação investiga como o currículo oficial e as práticas docentes, a despeito da Lei nº 11.645/2008 e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), perpetuam uma lógica colonial que gera apatia e exclusão. O suporte teórico para discutir uma educação decolonial está pautado em autores como bell hooks (2013, 2020), que versa sobre a educação como prática de liberdade; Nilma Lino Gomes (2003-2024), que estabelece uma conexão entre Movimento Negro e currículo; Cida Bento (2022), que discute o pacto da branquitude e Frantz Fanon (2008) que considera os impactos psíquicos do racismo. Os resultados parciais apontam que o conceito de escrevivência pode tornar-se uma potente práxis docente, unindo corpo, memória e coletividade, sendo, portanto, significativo para validar vozes historicamente silenciadas na sociedade. Indicam também a urgência da revisão do ensino de literatura, pois, apesar do avanço representado pela citada Lei, ratificada pela BNCC, a efetivação dessa Lei se revela bastante insuficiente nas escolas e nos materiais didáticos. Por fim, a pesquisa revela que a aplicação do conceito em questão voltado para práticas de sala de aula pode garantir a representividade dos alunos e criar vínculos étnico-racial e de classe, tornando esses discentes mais preparados para o combate ao racismo que os afeta diretamente.

Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Concepções sobre Norma Linguística e Gramática de Uso Contemporânea nas questões fechadas do ENEM (2018 a 2024): Uma análise sob a perspectiva da Sociolinguística Educacional

Juliana Aparecida da Cruz Furtado ¹

¹ Departamento de Estudos da Linguagem / DEL – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

¹ juliana.furtado1@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Sociolinguística Educacional. Gramática. Gramáticas de uso contemporâneas. Norma linguística. ENEM.

Desde o avanço na sociolinguística educacional brasileira, com trabalhos de estudiosos como Bagno (1999, 2001, 2009), Bortoni-Ricardo (2004, 2005) e Faraco (2008, 2017), tem-se discutido a importância de se ensinar sobre a pluralidade linguística. No entanto, no contexto escolar, essa ainda não é uma realidade geral, tendo em vista que as aulas de português, por vezes, ainda se baseiam em uma concepção prescritivista, referenciada no ensino de nomenclatura dentro da gramática tradicional. Apesar de documentos norteadores do ensino, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), abordarem a importância do ensino da variação linguística e a reflexão sobre os conceitos de norma linguística e de gramática como parte da formação crítica dos estudantes, percebe-se ainda pouco avanço na aplicação da sociolinguística educacional em contextos de sala de aula. Por outro lado, observa-se que avaliações em larga escala, como o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), influenciam o ensino nas escolas. E, diante do peso dessas avaliações nas práticas escolares e no currículo educacional, faz-se necessário investigar se esses exames também refletem a perspectiva teórica da sociolinguística educacional no que se diz respeito ao ensino da gramática e da norma linguística. Assim, a presente pesquisa se propõe a analisar, na avaliação do ENEM, nas questões objetivas de múltipla escolha das provas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, durante as edições de 2018 a 2024, as concepções de norma linguística e de gramática, investigando, inclusive, se esse exame adota a perspectiva de gramáticas de uso contemporâneas. Este estudo se apresenta como uma pesquisa qualitativa, descritiva, de natureza básica e de caráter documental-bibliográfica, constituído por um *corpus* com as referidas questões objetivas das avaliações do ENEM, de 2018 a 2024, período em que as provas desse exame passaram por reformulações e também um período pós-instituição da BNCC. Os dados levantados serão analisados, a fim de se compreender se e em que medida os fundamentos da sociolinguística educacional estão presentes na avaliação do ENEM e se o exame está de fato alinhado à BNCC no que diz respeito à discussão sobre a norma linguística e a adoção de gramáticas de uso contemporâneas. Acredita-se que o estudo poderá contribuir para discussões sobre essa importante avaliação em larga escala em específico e sobre o ensino de língua portuguesa de forma geral, com vistas a um ensino reflexivo, crítico e que valorize a pluralidade linguística.

Agradecimentos

A autora agradece o apoio financeiro da agência CNPq.

O uso político da religião e o uso religioso da política no PL 580/2007

Natália Neto Farche¹, Márcia Fonseca de Amorim²

¹Departamento de Estudos da Linguagem/FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Estudos da Linguagem/FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

natalia.farche1@estudante.ufla.br, marcia.amorim@ufla.br

Palavras-chave: Análise do discurso, discurso religioso, homossexualidade.

As religiões têm exercido, historicamente, uma significativa influência e participação na vida dos sujeitos no que tange aos valores morais, aos costumes e às crenças que os constituem e sustentam as suas existências. Nas últimas décadas, no entanto, essa influência tem sido amplamente disseminada e direcionada à esfera política, principalmente no que diz respeito ao entrecruzamento entre religião e sexualidade. Considerando que o atual cenário sociopolítico brasileiro vive uma polarização afetiva impulsionada por grupos religiosos, essa pesquisa se justifica por expor a forma como o poder e a verdade são constituídos, exercidos e propagados por meio das práticas discursivas e a maneira como isso afeta aqueles que se encontram à margem. O presente trabalho tem como objetivo geral promover uma análise dos discursos religiosos que são evocados no parlamento brasileiro como estratégia argumentativa na tramitação do Projeto de Lei 580/2007 – que inclui no Código Civil a união estável entre casais homoafetivos. Os objetivos específicos, por sua vez, buscam a) analisar a maneira como os sujeitos homossexuais são vistos e constituídos pela perspectiva de parlamentares religiosos; b) refletir sobre o modo como os dogmas religiosos têm influenciado a visão social em relação a esses sujeitos; e c) analisar a interdição e o silenciamento impostos a eles, bem como a ideologia que perpassa esse silenciamento. Para tanto, o presente trabalho apoia-se nos pressupostos teóricos da Análise de Discurso Materialista, a partir dos estudos de Pêcheux (1996, 2014), de Orlandi (2007, 2011, 2015) e de Denise Maldidier (2003); e nos estudos de Foucault (2014, 2021) acerca da sexualidade, do discurso e do poder. Considerando o caráter qualitativo da pesquisa e o cunho documental-analítico-interpretativista, foi selecionado o trecho da leitura, pelo relator, do relatório aprovado em uma sessão plenária da Comissão de Previdência, Assistência Social, Infância e Família acerca do PL580/07. A pesquisa é financiada pela CAPES e visa desvelar os efeitos de sentidos no corpus selecionado que será analisado a partir de conceitos como sujeito, ideologia, formações discursivas e vontade de verdade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

A Projeção da Voz Latina: Bad Bunny e a (Re)construção Cultural de Porto Rico

Alice Souza Barbosa¹, Dalva de Souza Lobo²

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Letras/Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Docente do Programa de Pós-graduação em Letras/Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

alice.barbosa1@estudante.ufla.br, dalva.lobo@ufla.br

Palavras-chave: Identidade Cultural; Pós-colonialidade; Bad Bunny.

O presente estudo analisa as inter-relações entre arte e identidade cultural sob uma ótica pós-colonial. Tomando como eixos teóricos as contribuições de Schwarz (2001), Hall (2006), Bhabha (1998), Canclini (1997) e Benjamin (1987), a pesquisa examina a condição neocolonial de Porto Rico. Discute-se a formação cultural porto-riquenha, marcada por tensões entre subalternidade e resistência frente à hegemonia dos Estados Unidos, país ao qual o território foi cedido após a Guerra Hispano-Americana de 1898. Nesse cenário de tensões entre subalternidade e resistência, a produção artística de Bad Bunny é analisada como um objeto cultural que articula denúncia social e afirmação identitária. Através de uma sonoridade que hibridiza ritmos tradicionais porto-riquenhos, como a *plena*, a *salsa* e a música *jibara*, com a música urbana global, e da escolha política de usar predominantemente o idioma espanhol, o artista problematiza os efeitos do neocolonialismo. Entre os temas abordados está a gentrificação, um processo de exclusão com fins estéticos que transforma a cultura local em mercadoria para investidores e turistas, forçando os habitantes originais a deixarem seus bairros. A análise demonstra, portanto, como Bad Bunny utiliza sua plataforma global para ir além do entretenimento. Tanto em suas letras quanto em suas performances visuais, ele ressignifica as tradições de Porto Rico para denunciar os apagamentos históricos e as políticas de subordinação que a ilha sofre. Ao fazer isso, sua obra fortalece os laços comunitários e projeta uma identidade latina potente e complexa, que se recusa a ser invisível e reafirma seu lugar no mundo como um campo de disputa e resistência cultural.

Memória cultural e a Terra Média: o papel do imaginário tokieneano na construção de cenários de RPG

Eron Marcelino da Silva¹, Rodrigo Garcia Barbosa²

¹Departamento de Estudos da Linguagem– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Estudos da Linguagem– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

eron.silva2@estudante.ufla.br, rodrigobarbosa@ufla.br

Palavras-chave: Memória Cultural, Role Playing Game, Tolkien.

Resumo: Este resumo propõe um estudo da obra do escritor John Ronald Reuel Tolkien, a fim de compreender sua influência nas muitas propostas narrativas de criação de mundos ficcionais presentes nas mesas dos jogos de Role Playing Game (RPG). Partindo desse corpus, e apoiando-se nos postulados de teóricos como Joseph Campbell, Tzvetan Todorov, Wolfgang Iser e outros, pretende-se estudar o processo de criações de personagens e mundos imaginários compartilhados pelo grupo de jogadores. Desse modo pretende-se observar a experiência coletiva dentro de ambientes ficcionais observando a presença de uma memória cultural que, segundo a pesquisadora Aleida Assmann, ocorre nas interações coletivas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Representações literárias da violência em Angola e no Brasil

Ana Flávia Alves de Souza¹, Rodrigo Garcia Barbosa²

¹ Mestranda no Programa de Pós-graduação em Letras - Departamento de Estudos da Linguagem - Universidade Federal de Lavras (UFLA)

² Departamento de Estudos da Linguagem – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ana.souza41@ufla.br, rodrigobarbosa@ufla.br

Palavras-chave: Violência, memória, Angola, Brasil.

A violência institucionalizada tem sido representada na literatura como forma de resistência, denúncia e memória diante de regimes autoritários em diferentes contextos históricos. Partindo desse reconhecimento, a presente pesquisa tem como objetivo analisar como essa violência é retratada na obra *A vida verdadeira de Domingos Xavier* (2024), publicada em 1961 pelo escritor angolano José Luandino Vieira, e no livro *Em câmara lenta* (2022), publicado em 1977 pelo brasileiro Renato Tapajós, a partir de uma perspectiva comparatista que privilegia o diálogo, e não a subordinação, entre as duas literaturas. No texto angolano, a narrativa inclui uma cena de tortura do protagonista em uma prisão por conduta anticolonial, que será o ponto central para a análise da representação da violência. Por sua vez, no texto brasileiro, o foco está na descrição de uma situação de perseguição, prisão e tortura durante a ditadura militar, que leva à morte de uma das personagens, após ser parada por policiais e reagir. A partir dessas passagens, serão analisadas e comparadas as formas de representar, na literatura, a violência, especialmente ao se levar em conta a sua dimensão corporal. Para isso, o trabalho, que é de natureza qualitativa e de caráter bibliográfico, será fundamentado em aportes teóricos sobre violência e memória, com autores como Achille Mbembe (2018, 2022), Frantz Fanon (2022), Hannah Arendt (1999, 2023), Christine Greiner (2010) e Terry Eagleton (2013, 2022). Por se tratar de uma pesquisa em andamento, ainda não houve a realização de análises conclusivas. Entretanto, espera-se que o estudo evidencie como os textos literários transformam os cenários de repressão e tortura em narrativas que transfiguram o corpo violado em resistência. Dessa forma, espera-se que a pesquisa possa contribuir para ampliar a compreensão e reflexão sobre as formas de representação da violência em contextos políticos autoritários, além de fortalecer os estudos comparatistas voltados para as literaturas pós-coloniais e de resistência.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A utilização do ChatGPT para revisão de resumos acadêmicos

Larissa Alvarenga de Souza Honorato¹, Helena Maria Ferreira²

¹Programa de Pós-Graduação em Letras/Faelch – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Letras/Faelch – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

larissa.honorato1@estudante.ufla.br, helenafferreira@ufla.br

RESUMO

O objetivo deste estudo se direciona para a tarefa de analisar as potencialidades e as limitações do ChatGPT para o processo de revisão de resumos acadêmicos, com relação às dimensões ortográficas, gramaticais, textuais e discursivas. Esta pesquisa se filia ao campo teórico da Linguística Aplicada. A metodologia utilizada foi a bibliográfica e documental. No contexto do estudo bibliográfico, esta pesquisa delimita a discussão no uso do ChatGPT na educação; nos estudos sobre o gênero resumo acadêmico; no processo de revisão de textos e o uso do ChatGPT para revisão de textos. Além disso, são tratados pontos fundamentais, como a elaboração e o uso adequado de prompts. Com relação à pesquisa documental, foi feita uma análise de 3 (três) resumos acadêmicos produzidos por discentes de graduação e de pós-graduação, em versões iniciais, submetidas para revisão, para, posteriormente, serem encaminhados para um congresso acadêmico. A análise dos resultados das correções do ChatGPT realizadas em resumos acadêmicos foi averiguada mediante a leitura de autores como Coelho e Antunes (2010), Ribeiro e Romano (2024), Oliveira (2024), Pereira e Barros (2023), Melo et al. (2025), além da proposta da plataforma Webleia. Como resultado preliminar, foi possível evidenciar que, embora o ChatGPT faça apontamentos relevantes para a revisão dos resumos, é necessário o acompanhamento de um revisor experiente, para que a ferramenta alcance as expectativas de revisar esse gênero acadêmico, de modo a contemplar as diferentes dimensões (ortográficas, gramaticais, textuais e discursivas) e contribuir para a qualificação dos textos e para o adequado atendimento às demandas acadêmicas.

Palavras-chave: ChatGPT; Resumos acadêmicos; Webleia

Desafios da igualdade de gênero no contexto digital

Angelita Pereira dos Santos¹, Márcio Rogério de Oliveira Cano²

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Letras/Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Professor do Programa de Pós-Graduação em Letras/Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

santos.angelitapereira@gmail.com¹, marciocano@ufla.br²

Palavras-chave: Discurso da violência, violência de gênero, mídias sociais.

A violência de gênero, historicamente marcada e socialmente acobertada pelo sistema patriarcal ocidental, se estrutura no modelo de sociedade centrada no homem branco urbano no Brasil desde os períodos colonial e imperial. Entre as formas de violência de gênero contra as mulheres, observadas no atual cenário brasileiro, há aquelas que transitam pelo meio digital, promovendo um discurso de ódio que se propaga facilmente pelas funcionalidades inerentes às diferentes mídias sociais e pela não moderação de conteúdo. Percebe-se um discurso da violência contra as mulheres potencializado pelos recursos tecnológicos e crescente em comunidades exclusivamente masculinas que defendem lutas de homens que se opõem ao feminismo e deturpam conquistas a favor da igualdade de gênero. Nesse sentido, este trabalho justifica-se pela inquietude quanto aos processos linguístico-discursivos que perpetuam o discurso da violência contra as mulheres e que, de certa forma, disseminam o estabelecimento e manutenção das desigualdades e da hierarquia entre os gêneros, além da misoginia. Nesse viés, e em consonância com o tema "O papel das universidades no avanço dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU" e com as pesquisas desenvolvidas no Grupo de Pesquisa Leitura e Produção de Discursos (GPLPD), este trabalho busca agregar reflexões com ênfase no ODS 5 (Igualdade de gênero). O objetivo principal deste trabalho é analisar o processo de constituição do discurso da violência contra as mulheres em enunciados produzidos em mídias sociais (Instagram, Facebook, X), que tratam de discursos que engendram falsas narrativas sobre o feminismo e a igualdade de gênero. Os objetivos específicos são: (1) analisar a cenografia em que se dá o discurso da violência contra as mulheres; (2) analisar o sujeito que emerge na enunciação do discurso da violência contra as mulheres e (3) estudar a historicidade que compõe os efeitos de sentido desse discurso. A fundamentação teórica principal tem amparo nos pressupostos da teoria enunciativo-discursiva de Dominique Maingueneau (2008; 2015; 2025). O trabalho abrange, como corpus, materialidades coletadas em mídias sociais digitais. As análises preliminares apontam que os enunciados evocam diferentes sujeitos e historicidade no discurso da violência contra as mulheres, especialmente no que se refere à disseminação de falsas narrativas sobre o feminismo e a igualdade de gênero.

Análise multimodal de Campanha Publicitária de Utilidade Pública: contrastes entre leitura por Inteligência Artificial e pela Gramática do Design Visual

Pammela Faria de Oliveira Santos¹, Helena Maria Ferreira²

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Letras/Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Docente orientadora do Programa de Pós-graduação em Letras/Departamento de Estudos da Linguagem/DEL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

panmela.santos2@estudante.ufla.br, helenaferreira@ufla.br

Palavras-chave: Semiótica Social; Multimodalidade; GDV; Campanha Publicitária, Inteligência Artificial.

Este trabalho apresenta um recorte da pesquisa de dissertação intitulada: “Um olhar sob as análises de campanhas publicitárias de utilidade pública realizadas por inteligência artificial: potencialidades e limitações”. O objetivo é observar como a inteligência artificial realiza análises de campanhas e quais aspectos são considerados em comparação à leitura de um pesquisador humano fundamentado na Gramática do Design Visual (Kress; van Leeuwen, 2006), vinculada à Semiótica Social. Neste recorte, será analisado o vídeo de conscientização à respeito da quantidade de produção e consumo de plástico no país, publicado no perfil oficial da ONU Brasil no Instagram, com foco em três critérios da GDV: representacional (formas narrativas e conceituais de construção dos atores sociais), interacional (estratégias de engajamento e posicionamento frente ao espectador) e composicional (organização de elementos visuais em termos de valor da informação, saliência e moldura). Pretende-se, assim, comparar os resultados da análise proposta por um *chatbot* com a leitura realizada por um pesquisador humano, identificando elementos multimodais reconhecidos ou ignorados pela inteligência artificial. A investigação busca discutir as potencialidades e limitações do uso da IA na leitura multimodal, destacando sua relevância para o debate contemporâneo sobre tecnologia e práticas discursivas.

Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A aquisição da escrita ortográfica por um adolescente surdo portador de implante coclear: um estudo de caso a partir da teoria de integração de múltiplos padrões

Dandara Cristina Orozimbo Ferreira¹, Raquel Márcia Fontes Martins²

¹ Mestrado em Letras - Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas, Educação e Letras (FAELCH) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

² Departamento de Estudos da Linguagem (DEL) – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

dandara.ferreira@estudante.ufla.br, raquelmartins@ufla.br

Palavras-chave: Aquisição da escrita, Integração de Múltiplos Padrões, implante coclear.

Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre a aquisição da escrita por um adolescente surdo portador de implante coclear, fundamentando-se na teoria da Integração de Múltiplos Padrões (IMP). O objetivo consiste em examinar fenômenos fonológicos presentes na ortografia desse adolescente surdo de quinze anos, matriculado no 7º ano do ensino fundamental II, a partir da perspectiva da IMP de Treiman e Kessler (2014). A metodologia a ser utilizada adota uma abordagem qualitativa e descritiva, com base em revisão bibliográfica para fundamentação teórica e na coleta de textos produzidos pelo participante que serão analisados com suporte de um protótipo didático buscando mapear padrões ortográficos gerados por ele, com foco na identificação de desvios ortográficos e de suas causas (fonológicas, fonéticas, gráficas, morfossintáticas, semânticas). Os desvios encontrados serão analisados com base nessa teoria que permite identificar erros ortográficos ao considerar a relação entre fonemas, grafemas e conhecimentos morfossintáticos. O estudo visa verificar se a ausência de alfabetização prévia em LIBRAS e a cirurgia de implante coclear influenciam desvios na escrita do adolescente. Espera-se que a pesquisa contribua para o entendimento da ortografia de surdos com implante coclear, oferecendo subsídios para intervenções pedagógicas que considerem a IMP como fio condutor na interpretação dos erros e na orientação de estratégias de ensino da escrita.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE LETRAS: UMA ANÁLISE PRELIMINAR DO USO DO GEMINI SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DA ATIVIDADE

Raphael Soares Sales¹

¹Faculdade de Filosofia, Ciências Humanas, Educação e Letras (FAELCH) - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

raphaelsoaressales@gmail.com

Palavras chave: Inteligência Artificial Generativa; Gemini; Teoria da atividade.

Esta etapa preliminar da pesquisa “Inteligência Artificial na formação de professores de Letras: uma análise crítica do uso do Gemini sob a perspectiva da Teoria da Atividade” tem como propósito compreender o perfil e as percepções de licenciandos em Letras sobre o uso de ferramentas de Inteligência Artificial Generativa. A pesquisa está fundamentada na Teoria da Atividade (Vygotsky, 1998; Engeström, 2001; Nardi, 1998) a qual entende a tecnologia como elemento mediador no processo de aprendizagem, no qual sujeitos, artefatos e objetos se inter-relacionam. Metodologicamente, adota-se a Análise de Conteúdo Temática (Bardin, 2011), aplicada aos dados obtidos via formulário, com pré-análise, exploração e tratamento dos dados.

As respostas indicam que os licenciandos encontram-se em um momento de descoberta e experimentação. Observou-se que, mesmo a maioria dos alunos declare já ter usado tais ferramentas, o uso hoje, se estabelece, de forma majoritária, como instrumental e voltado a tarefas pontuais. A conceituação de IA Generativa ainda não se mostra clara a tais alunos, algo que reflete diretamente a um uso mais “espontâneo”, carente de uma mediação. As respostas qualitativas nos levam a uma visão ambivalente: de um lado entusiasmo pela potencialidade, de outro, receio quanto à superficialidade, autonomia intelectual e questões éticas.

Esses resultados iniciais, potencializam a necessidade de práticas formativas que incorporem essas ferramentas de forma ética, mediada e reflexiva. Reforçando também a relevância de se olhar para além do uso instrumental da ferramenta, integrando-a como objeto de reflexão e de construção ativa do conhecimento, tal qual vem a propor a teoria da atividade.

**“EU GOSTARIA DE CONVIDÁ-LO PRA SER MEU VICE EM 26”: UMA
ANÁLISE SEMIOLINGUÍSTICA SOBRE O “CONVITE” DE BOLSONARO A
ALEXANDRE DE MORAES**

Márcio Rogério de Oliveira Cano¹, Sthefeson Rony Lima da Silva Júnior²

¹Departamento de Estudos da Linguagem/FAELCH– Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estudos da Linguagem/FAELCH– Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

marciocano@ufla.br, sthefeson.junior1@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Discurso Político; Semiolinguística; Contrato de Comunicação; Humor

O presente artigo propõe uma análise discursiva do episódio em que o ex-presidente Jair Bolsonaro, durante seu depoimento ao Supremo Tribunal Federal (STF) acerca dos eventos de 8 de janeiro de 2023 — quando manifestantes bolsonaristas invadiram e depredaram as sedes dos Três Poderes —, dirige-se ao Ministro Alexandre de Moraes com um convite, que se constituiu nesse contrato comunicativo como uma espécie de brincadeira, para que este fosse seu candidato à vice-presidência de 2026. À luz da Teoria Semiolinguística da Análise do Discurso, de Patrick Charaudeau, interpreta-se essa enunciação como um ato ambíguo, em que o humor emerge em meio a um contexto de tensão institucional e responsabilização judicial, no qual Bolsonaro figura como depoente investigado por possível participação indireta nos ataques à democracia. Tal uso do humor rompe com o contrato de comunicação jurídico e desafia as expectativas de formalidade e seriedade que regem a referida enunciação. Inserida no panorama político brasileiro de 2016 a 2022 — marcado pela polarização ideológica —, a investigação busca compreender de que modo o discurso jocoso pode funcionar, simultaneamente, como estratégia de adesão e como forma de resistência discursiva. A análise fundamenta-se na concepção charaudeauana de discurso como prática social regulada por papéis comunicacionais e orientada por um contrato de comunicação que organiza a produção e a interpretação de sentidos. Metodologicamente, o estudo segue

uma abordagem qualitativa e interpretativa, centrada na observação das condições de produção do discurso. Argumenta-se que o humor, quando mobilizado em um cenário judicial, atravessado pelo político, não atua apenas como atenuante de tensões, mas como instrumento de reposicionamento simbólico, capaz de deslocar a responsabilidade enunciativa e reconstruir a imagem do sujeito comunicante diante do público. Nessa perspectiva, o convite proferido por Bolsonaro adquire valor estratégico: simula cordialidade, introduz ambiguidade e relativiza a gravidade do contexto, permitindo ao enunciador redefinir as fronteiras do aceitável no discurso político. O diálogo entre a teoria semiolinguística e o campo da comunicação política demonstra que a comicidade, ao ser deslocada para a esfera institucional, deixa de representar mera espontaneidade para tornar-se um dispositivo discursivo de poder. Conclui-se que, no episódio analisado, o humor funciona como um mecanismo de enfrentamento e de controle simbólico, revelando o modo como o discurso político contemporâneo se vale da ironia para reconfigurar papéis comunicacionais e tensionar os limites entre o sério e o risível na cena pública.

CHATGPT como recurso de ensino de Língua Inglesa: análise das potencialidades, limitações e interações linguísticas com a máquina

Roberto Magalhães¹, Patrícia Vasconcelos Almeida²

¹ Departamento de Estudos da Linguagem/FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Estudos da Linguagem/FAELCH – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

magalhaes@ufla.br, patricialmeida@ufla.br

Palavras-chave: ChatGPT; Inteligência artificial generativa; Ensino de língua inglesa.

A crescente integração de tecnologias na educação tem transformado as práticas de ensino de línguas estrangeiras. Nesta pesquisa, o ChatGPT, uma ferramenta de Inteligência Artificial (IA), foi explorado como recurso pedagógico no ensino de língua inglesa (LI). O estudo tem como objetivos identificar a percepção dos participantes sobre as potencialidades e limitações do ChatGPT como ferramenta de ensino de LI; analisar a percepção desses sujeitos acerca das interações linguísticas com essa IA; e analisar a percepção desses sujeitos sobre o processo de criação de atividades de ensino de LI com o uso dessa tecnologia. A metodologia adotada incluiu uma abordagem exploratório-descritiva, com coleta de dados por meio de questionários online aplicados a graduandos de um curso de licenciatura em Letras/Inglês de uma universidade federal. Os resultados indicaram que os participantes reconheceram a rapidez, praticidade e criatividade do ChatGPT na elaboração de atividades bem como seu potencial para economizar tempo, gerar ideias e oferecer suporte criativo ao planejamento pedagógico. No entanto, apontaram limitações, como a imprecisão de algumas respostas, a falta de confiabilidade das informações e a necessidade de prompts bem elaborados para resultados satisfatórios. Além disso, evidenciou-se o interesse dos participantes em continuar utilizando o ChatGPT, inclusive para outras finalidades, destacando a importância da mediação docente para adaptar e revisar o conteúdo gerado e garantindo sua adequação ao contexto educacional. O trabalho permite concluir que o ChatGPT apresenta potencial significativo como ferramenta de apoio ao ensino de LI, oferecendo agilidade, criatividade e acessibilidade na criação de atividades, mas seu uso demanda uma postura crítica, conhecimentos técnicos para a formulação de prompts e mediação docente para garantir a qualidade e a adequação dos conteúdos gerados. A pesquisa reforça a necessidade de formação docente contínua para o uso eficaz de tecnologias de IA no contexto educacional, contribuindo para o aprimoramento das práticas pedagógicas e abrindo caminho para futuras investigações sobre o impacto dessas ferramentas no ensino de línguas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES.

A aliança entre o teatro e a prática docente na formação da identidade do professor

Ernani Augusto de Souza Junior¹, Tania Regina de Souza Romero²

¹Programa de Pós-Graduação em Letras - PPGL – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Faculdade de Estudos Linguísticos e Ciências Humanas – FAELCH – Universidade
Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ernani.junior2@estudante.ufla.br, taniaromero@ufla.br

Palavras-chave: teatro, identidade docente, autobiografia.

Esta pesquisa, ainda em curso, de caráter qualitativo e natureza autobiográfica, visa investigar as relações entre o teatro e a prática docente na constituição da identidade do professor-pesquisador. O estudo parte do entendimento de que as experiências artísticas e pedagógicas se entrecruzam na formação de sujeitos sensíveis, críticos e criativos, capazes de transformar suas práticas educativas. Fundamentada nos princípios da pesquisa narrativa (Paiva, 2019; Romero & Casais, 2019) e em estudos sobre identidade docente (Norton, 2013; Barcelos, 2017; Block, 2007), o trabalho parte da experiência do autor como professor e artista para compreender de que modo as vivências cênicas e pedagógicas se entrelaçam na formação do sujeito docente. Além disso, o aporte teórico também contempla autores que discutem o teatro em sua dimensão estética, pedagógica e social (Stanislavski, 1999, 2001; Roubine, 2004; Artaud, 1964; Brook, 1968; Simpson, 2020; Liberali, 2016), além de estudos que abordam o teatro como linguagem formativa e performativa (Taylor, 2013; Berthold, 2004). A partir da análise de excertos da autobiografia do pesquisador, pretende-se identificar momentos em que Arte e Docência se cruzam, revelando saberes, crenças e escolhas que configuram o professor-artista. Desse modo, as perguntas que orientam o estudo são: (a) quais temas emergem da autobiografia e se manifestam na prática de ensino?; (b) como as experiências de teatro e docência se entrelaçam?; e (c) de que modo o olhar autobiográfico pode contribuir para a compreensão da identidade docente?.



MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL – PROFMAT



O Teorema de Euler para poliedros e algumas aplicações

Yasmin de Oliveira Laraia¹, Fernando Lourenço¹

¹Departamento de Matemática e Matemática Aplicada /ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

yasmin.laraia@estudante.ufla.br, fernando.lourenco@ufla.br

Palavras-chave: Teorema de Euler, Poliedros, Geometria.

O Teorema de Euler estabelece que, para qualquer poliedro convexo, vale a relação $V - A + F = 2$, em que V é o número de vértices, A o número de arestas e F o número de faces. Publicado por Leonhard Euler em 1758, esse resultado unifica propriedades geométricas e topológicas, e é considerado um dos marcos da transição da geometria clássica para a topologia moderna.

Sob a ótica topológica, para toda superfície compacta e orientável, a relação $V - A + F$ se generaliza como a Característica de Euler χ . Para superfícies homeomorfas à esfera, $\chi = 2$, e a um toro $\chi = 0$. Essa generalização fundamenta a classificação de superfícies e o conecta o Teorema à homologia simplicial, em χ corresponde à soma alternada dos números de Betti e descreve propriedades topológicas essenciais.

As aplicações do Teorema abrangem diferentes áreas. Na geometria clássica, justifica a existência exclusiva dos cinco sólidos de Platão. Na teoria dos grafos, a relação de Euler é essencial para o estudo de grafos planares e fornece a base combinatória utilizada em resultados de coloração, entre eles o Teorema das Quatro Cores. Em engenharia, arquitetura e computação gráfica, assegura a consistência topológica de malhas poligonais usadas em cálculos estruturais e simulações.

Assim, o Teorema de Euler sintetiza uma propriedade universal das formas convexas e inaugura uma visão topológica, permanecendo como um dos resultados mais influentes e elegantes da matemática com aplicações em diversas áreas do conhecimento.

No ensino, o Teorema pode ser explorado em diferentes níveis escolares: no Ensino Fundamental, por meio da contagem de vértices, arestas e faces em poliedros simples, favorecendo a observação e a descoberta de padrões; no Ensino Médio, como ferramenta para compreender propriedades da geometria espacial e transitar do caráter empírico para o dedutivo; e no Ensino Superior, associado a demonstrações e à característica de Euler, estabelecendo conexões com a topologia. Essa progressão didática permite que o teorema seja tanto um recurso introdutório acessível quanto um elo entre diferentes áreas da matemática.

Referências

FILHO, Z. A. **Uma demonstração elementar do Teorema de Euler para poliedros.** Revista do Professor de Matemática, São Paulo: SBM, n. 3, p. 15–20, 1983.

LIMA, E. L. **A característica de Euler-Poincaré.** Revista Matemática Universitária, n. 1, 1985.

História da Matemática e jogos digitais como estratégia no ensino de números reais

Karina de Fátima Mesquita Silva¹, Graziane Sales Teodoro¹, Maria do Carmo Pacheco de Toledo Costa¹

¹Departamento de Matemática e Matemática Aplicada/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

karina.silva12@estudante.ufla.br, graziane.teodoro@ufla.br, mctoledo@ufla.br

Palavras-chave: Ensino de Matemática; jogos de RPG digitas; sequência didática.

O ensino dos números reais no 9º ano do Ensino Fundamental frequentemente apresenta obstáculos, como dificuldades conceituais na distinção entre números racionais e irracionais e um baixo engajamento dos estudantes, especialmente quando abordado de forma excessivamente formal. Diante desse desafio, esta pesquisa investigou a integração de duas estratégias alternativas: a História da Matemática e os jogos digitais. O estudo teve como objetivo analisar as contribuições de uma proposta didática que articula a História da Matemática com um jogo digital de RPG para a compreensão conceitual dos números reais e para a motivação discente.

A pesquisa, de natureza qualitativa, foi desenvolvida com uma turma do 9º ano de uma escola pública mineira. Foi elaborado e aplicado o jogo de RPG *O Guardião da História da Matemática: O Legado dos Números*, integrado a uma sequência didática. Os dados foram coletados por meio de questionários, observações e produções dos estudantes, analisados em categorias como compreensão conceitual, percepção histórica e engajamento com o jogo.

Os resultados evidenciaram avanços na distinção entre números racionais e irracionais, maior valorização da perspectiva histórica e expressivo aumento da motivação discente. Conclui-se que a integração entre História da Matemática e jogos digitais constitui uma ferramenta didática promissora para ressignificar o ensino dos números reais, tornando-o mais atrativo e compreensível. A proposta demonstrou ser uma estratégia metodológica alternativa e passível de adaptação para outros conteúdos da Educação Básica, superando a abordagem puramente formal e contribuindo para um aprendizado mais profundo e contextualizado.



MICROBIOLOGIA AGRÍCOLA



Efeitos da *Kluyveromyces lactis* sobre patógenos de origem alimentar na etapa de maturação

Maria Eduarda Lacerda Pinto¹, Danilo José Machado de Abreu¹, Ádrian Rodrigues Oliveira¹, Whasley Ferreira Duarte¹

¹Departamento de Microbiologia Agrícola/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

maria.pinto10@ufla.br, danilo.mabreu@gmail.com,
adrianrooliveira@gmail.com, whasley.duarte@ufla.br

Palavras-chave: Leveduras Antagônicas, Segurança Alimentar, Bactérias Patogênicas.

A contaminação por bactérias patogênicas é um dos principais desafios para a segurança de produtos lácteos, motivando a investigação de novas barreiras de controle biológico. Neste contexto, o Queijo Minas Padrão (QMP), um laticínio de elevada importância econômica e cultural, foi utilizado como matriz para avaliar o potencial da levedura *Kluyveromyces lactis* B10 como agente de biocontrole contra *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 durante 21 dias de maturação. Foram produzidos cinco tratamentos: controle (sem microrganismos), *K. lactis* B10 isolada e sua combinação com cada patógeno, e os dados foram submetidos ao teste de Tukey ($p < 0,05$). A dinâmica microbiana foi monitorada por contagem em meios seletivos, enquanto as alterações físico-químicas foram avaliadas por análises de pH, acidez titulável, atividade de água (a_w), perda de massa e parâmetros colorimétricos. Os resultados demonstraram que *K. lactis* B10 promoveu inibição completa de *E. coli* e redução de 45% na população de *Salmonella* Typhimurium, enquanto *S. aureus* manteve crescimento estável. As análises físico-químicas revelaram diminuição da atividade de água e pH estável (6,5–7,0) entre os tratamentos, indicando compatibilidade da levedura com o processo de maturação. Esses resultados confirmam o potencial de *K. lactis* B10 como cultura protetora de dupla funcionalidade: inibir patógenos e manter as características tecnológicas e sensoriais do queijo. Essa característica posiciona *K. lactis* B10 como uma cultura promissora para a indústria de laticínios, contribuindo para o desenvolvimento de produtos mais seguros e de maior valor agregado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Crescimento de tomateiros inoculados com fungos endofíticos e infectados com *Xanthomonas vesicatoria*

Maria Isabela Arruda Santana¹, Aline Noberto Ferreira², Andrêssa Cardozo de Almeida¹, Sarah da Silva Costa Guimarães¹, Patrícia Gomes Cardoso¹.

¹Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG - Brasil

²Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG - Brasil

{maria.santana3, andressa.almeida1} @estudante.ufla.br, sarahscosta80@gmail.com, {aline.ferreira, patricia}@ufla.br

Palavras-chave: Estresse bacteriano, *Muscodor*, Promoção de crescimento

O tomateiro é uma cultura de grande relevância econômica e nutricional, porém altamente suscetível a doenças bacterianas que reduzem sua produtividade. Entre as estratégias para reduzir esses impactos, o uso de fungos endofíticos tem se destacado pelo potencial de promover o crescimento vegetal e induzir respostas de defesa. Este estudo avaliou os efeitos de isolados de *Muscodor* spp. em mudas de tomateiro sob infecção por *Xanthomonas vesicatoria*. Os isolados (TMI 4043, TMI 4036, TMI 4039, TMI 4044) e a bactéria fitopatogênica foram cultivados em meios específicos e utilizados na inoculação dos tomateiros ‘Supremo R’ por imersão de sementes (24 h) ou pulverização foliar (15 dias após a semeadura). As plantas foram transplantadas para vasos com solo e substrato e, no estádio de quatro folhas, inoculadas com *X. vesicatoria*. Após sete meses, foram avaliadas variáveis de crescimento, biomassa e produção de frutos. Os dados foram analisados por ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). As mudas tratadas com *Muscodor* spp., especialmente com o isolado TMI 4043 aplicado via sementes, apresentaram aumentos estatisticamente significativos no diâmetro do caule, biomassa seca total e atributos de qualidade dos frutos, como peso, comprimento e largura, quando comparadas aos controles. Esses resultados indicam que os efeitos promotores de crescimento associados a *Muscodor* spp. não apenas se mantêm mesmo na presença de *X. vesicatoria*, como também são potencialmente ampliados pela ação conjunta entre o fungo e os mecanismos fisiológicos da planta. A manutenção do desempenho agrônômico sob infecção sugere que o isolado TMI 4043 pode estar envolvido na modulação de respostas de defesa vegetal ou em mecanismos de tolerância ao estresse biótico, reforçando seu potencial como bioinoculante para culturas em condições adversas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Potencial de fungos endofíticos na indução de antioxidantes em tomateiros infectados por *Xanthomonas vesicatoria*

Maria Isabela Arruda Santana¹, Aline Noberto Ferreira², Andrêssa Cardozo de Almeida¹, Sarah da Silva Costa Guimarães¹, Patrícia Gomes Cardoso¹.

¹Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG - Brasil

²Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG - Brasil

{maria.santana3, andressa.almeida1} @estudante.ufla.br, sarahscosta80@gmail.com, {aline.ferreira, patricia}@ufla.br

Palavras-chave: Atividade antioxidante, Compostos fenólicos, Fungos endofíticos, Estresse biótico

O estresse causado por fitopatógenos pode induzir alterações bioquímicas nos frutos do tomateiro, afetando sua qualidade funcional. A inoculação com fungos endofíticos pode ativar mecanismos de defesa e aumentar a produção de metabólitos secundários. Este estudo avaliou a atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos em frutos de tomate sob infecção bacteriana e tratamento com isolados de *Muscodora* spp. (TMI 4043, TMI 4036, TMI 4039, TMI 4044). Tomateiros ‘Supremo R’ foram inoculados via sementes ou pulverização foliar com os isolados do fungo, sendo posteriormente infectados com *Xanthomonas vesicatoria*. Frutos coletados foram submetidos à extração com solventes hidro-orgânicos e analisados pelos métodos DPPH, fosfomolibdênio e Folin-Ciocalteu. As análises foram realizadas em triplicata, e os dados submetidos à ANOVA, com comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Os tratamentos, especialmente a aplicação foliar do isolado TMI 4043 e da mistura dos quatro isolados, resultaram em diferenças significativas na atividade antioxidante e no teor de fenólicos totais, indicando resposta bioquímica associada à inoculação com o fungo. O aumento da atividade antioxidante sugere a ativação de mecanismos de defesa da planta frente ao estresse biótico, contribuindo para a produção de compostos bioativos com potencial funcional e papel na proteção celular. Esses resultados evidenciam o potencial de *Muscodora* spp. como agente indutor de defesa em tomateiros sob infecção bacteriana.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Evaluation of the survival of *L. monocytogenes* in ripened cheese by plating methods and MALDI-TOF

Manuel Alejandro Pajoy-Trujillo¹, Nathan Felipe Morais de Sousa¹, Jessica Raquel Sales Carvalho de Souza², Anderson Henrique Venancio², Cháid Acácio Antônio Mussalafo², Elaine Maria Seles Dorneles³, Roberta Hilsdorf Piccoli²

¹Departamento de Micobiologia Agrícola – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Ciencia dos Alimentos – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG – Brazil

Keywords: Foods, Dendrograms, Unpasteurized, Pasteurized, Milk.

Artisanal cheese is one of the foods produced in the state of Minas Gerais, and being one of the artisanal products makes it one of the oldest and traditionally produced cheese in Brazil. This cheese is made with unpasteurized milk, which is an ideal substrate for the growth of different foodborne pathogens. In this sense, the aim of this study was to evaluate the growth and survival of *L. monocytogenes* in cheese at four different time points. Before the cheese was made, the milk was pasteurized and inoculated with *L. monocytogenes*. The growth of *L. monocytogenes* was evaluated at two locations in the cheese: in the center and on the rind. All cheeses were produced with a weight of 500 g, and the center was standardized to an average of $158.486 \text{ g} \pm 0.212$, while the rinds showed an average variability of 195.952 ± 93.727 during the ripening period. Plate growth was assessed on Oxford agar supplemented with *Listeria*. Both the center and the rind, as well as the comparison between them, showed no significant statistical differences in growth during the ripening period. However, *L. monocytogenes* exhibited higher growth in the rinds than in the centers of the cheeses. Five typical colonies of *L. monocytogenes* identified on the plates at each stage of ripening were transferred to tryptic soy agar with 0.2% yeast extract and subsequently identified by MALDI-TOF in triplicate. The degree of identification had an average of 2.019 ± 0.109 , confirming that the strains analyzed were *L. monocytogenes*. The results of *Listeria* confirmation by MALDI-TOF were represented graphically in a dendrogram using R, with *E. coli* as a reference for branch separation. These results confirmed that *L. monocytogenes* can survive in ripening cheese, growing differently in the center and on the rind, which is an important consideration in artisanal cheese production.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Uneven Landscapes: How Funding Shapes the Study of Saline Environments

Camila de Souza Vieira¹, Bárbara Alvarenga¹, Victor Satler Pylro¹

¹ Department of Biology, Federal University of Lavras

Microorganisms adapted to high salinity are valuable both for biotechnology and as models for life in extraterrestrial environments such as Mars, Europa, and Enceladus. This study aimed to map the global distribution of research on these organisms and reveal how financial resources shape scientific attention to saline ecosystems. We compiled and analyzed publicly available metadata from studies that performed shotgun metagenomic sequencing in saline habitats. After refining our dataset, we identified studies covering 42 countries. Most samples originated from China, the United States, and European nations, while regions with extensive saline environments—such as Latin America and the Arabian Peninsula—remained underrepresented. Research activity increased over the years but not uniformly. A sharp decline occurred in 2020, likely due to the COVID-19 pandemic, while a strong rebound in 2023 reflected a few large-scale national projects, particularly in China and Brazil. These patterns indicate that global scientific coverage depends less on the number of saline ecosystems and more on the financial capacity of countries to support high-throughput studies. Overall, our findings reveal that economic inequality strongly influences where and how saline-environment microbiology advances. Expanding international funding and collaborations will be essential to achieve a more balanced and comprehensive understanding of life in extreme environments.

Keywords: Halophiles; Metagenomics; Research funding; Microbial diversity

Acknowledgments

The authors acknowledge the financial support from CAPES, CNPq, and FAPEMIG.

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE *EXOPHIALA SPINIFERA* UTILIZANDO GLICEROL BRUTO COMO FONTE DE CARBONO

Maria Cecília e Silva dos Santos¹, Andreísa Teixeira de Castro², Disney Ribeiro Dias³

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Campus Universitário – Caixa Postal 3037 – CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras
(UFLA)
Campus Universitário – Caixa Postal 3037 – CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

¹ceciliasantos463@gmail.com, ²andreisa.castro@ufla.br ³diasdr@ufla.br

Palavras-chaves: Lipídeos, leveduras, fermentação

Os óleos microbianos têm se destacado como alternativas sustentáveis às fontes tradicionais de lipídios em diversos setores industriais. Sua aplicação depende principalmente do perfil de ácidos graxos produzido e do microrganismo utilizado. Entre as espécies de leveduras capazes de converter substratos de baixo custo, como o glicerol bruto, em lipídios, encontra-se *Exophiala spinifera*. Embora essa espécie já tenha sido estudada em outros aspectos, seu potencial na produção de lipídios ainda é pouco explorado. Este trabalho teve como objetivo caracterizar o perfil de ácidos graxos produzido por *E. spinifera*, utilizando glicerol bruto como fonte de carbono. Inicialmente foi realizado o cultivo da cepa CCMA 2073, isolada de fezes de gado nelore, obtida da Coleção de Culturas da Microbiologia Agrícola CCMA/UFLA, em meio contendo (g/L): glicerol bruto (50), glicose (3,0), extrato de levedura (0,2), ureia (0,3), KH₂PO₄ (1,0) e MgSO₄ (0,5), com pH ajustado para 6,0. Ao final do cultivo, foram coletadas amostras de 100 mL, a biomassa foi seca, pesada e, em seguida, realizada a extração lipídica utilizando os solventes clorofórmio e metanol. Posteriormente, os ácidos graxos foram identificados por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (GC-MS). Os resultados indicaram um teor médio de lipídios de 1,46 g/L, correspondendo a uma porcentagem média de 23,18%. O perfil lipídico foi composto majoritariamente por ácidos graxos saturados (C16:0 e C18:0), monoinsaturados (C16:1 e C18:1) e poli-insaturados (C18:2), com predominância de insaturados. Esse perfil confere interesse biotecnológico, especialmente para aplicações industriais, como na formulação de biocombustíveis ou na produção de emulsificantes. Desta forma, a *E. spinifera* demonstrou eficiência na conversão do substrato alternativo em produto de valor agregado, evidenciando seu potencial como fonte alternativa de lipídios para processos biotecnológicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Relato de Caso: Esporotricose Zoonótica Intradomiciliar Causada pelo Fungo *Sporothrix Brasiliensis* em Lavras, Minas Gerais

Maria Alice Ferreira Guimarães¹, Victor Satler Pylro², Joziana Muniz de Paiva Barçante³

¹Departamento de Microbiologia Agrícola/ICN – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Microbiologia Agrícola/ICN – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

³Departamento de Medicina/FCS – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

maria.guimaraes7@estudante.ufla.br, victor.pylro@ufla.br,
joziana@ufla.br

Palavras-chave: *Sporothrix*, transmissão, gato.

A esporotricose zoonótica é uma micose subcutânea causada pelo fungo dimórfico *Sporothrix brasiliensis* pertencente ao complexo *Sporothrix Schenckii*. No Brasil, a doença é considerada um problema de saúde pública devido ao aumento de casos humanos e felinos. A transmissão ocorre pela inoculação traumática do fungo na derme, por meio de mordidas, arranhaduras ou contato direto com lesões de animais infectados. Neste contexto, o trabalho objetivou relatar um surto intradomiciliar de esporotricose ocorrido em Lavras, Minas Gerais, no ano de 2023, envolvendo três indivíduos da mesma família expostos a um gato errante infectado. Uma paciente de 20 anos, sexo feminino, apresentou lesões inicialmente puntiforme que evoluíram para úlcera no IV quirodáctilo esquerdo e palma da mão, além do ombro, região clavicular e queixo. Posteriormente, o pai, de 52 anos, apresentou lesões no joelho e antebraço esquerdo. Em seguida, a mãe, de 50 anos, apresentou uma lesão na região do primeiro músculo interósseo dorsal da mão direita. Em todos os casos, as lesões surgiram após contato com o gato infectado e evoluíram para ulcerações com exsudato purulento. Após a busca por atendimento médico, todos foram tratados com itraconazol 200 mg/dia durante 7 meses. O caso reforça o alto potencial zoonótico de gatos infectados por *S. brasiliensis*, tornando-se urgente ações integradas entre saúde humana, animal e meio ambiente, conforme os princípios de Uma Só Saúde, além de estratégias como educação em saúde que contribuam para o controle da doença e a redução de estigmatização associada aos gatos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEM

Diversidade microbiana do solo sob plantação de banana prata: Avaliação de fungos filamentosos e contribuição para a ODS 15

Nicholas de Campos Ferreira¹, Harisson Guimarães de Souza¹, Fatima Maria de Souza²,
Moreira, Teotonio Soares de Carvalho², Fabiana Reinis Franca Passamani³, Luis
Roberto Batista⁴

1Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

2Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

3Doutora em Microbiologia e Ciência dos Alimentos – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

4Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras
(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

nicholas.ferreira1, harisson.souza1@estudante.ufla.br, fmoreira,
teotonio.carvalho@ufla.br, fabireinis@gmail.com
luisrb@ufla.br

Palavras-chave: *Aspergillus*, *Penicillium*, biodiversidade, sustentabilidade ambiental, conservação da biodiversidade.

Resumo

O uso do solo para a produção de alimentos pode modificar a composição microbiana quando comparado a ecossistemas nativos, conforme relatado em diversos estudos. A expansão agrícola frequentemente altera a microbiota do solo, reduzindo a abundância e a diversidade de fungos filamentosos e comprometendo funções ecológicas, como a ciclagem de nutrientes e a manutenção da fertilidade. Os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* destacam-se pela ampla distribuição, relevância ecológica e potencial biotecnológico. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo isolar, quantificar e identificar fungos filamentosos desses gêneros presentes no solo sob plantação de banana prata, no município de Jaíba (MG), área caracterizada por histórico de desmatamento da vegetação nativa. As amostras foram coletadas em cinco pontos distintos da plantação e processadas por diluição seriada. As suspensões foram plaqueadas em duplicata nos meios seletivos Dicloran Glicerol (DG18) e Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol (DRBC), incubadas a 25 °C por sete dias. Após o período de incubação, realizou-se a contagem das Unidades Formadoras de Colônias (UFC) e a identificação morfológica com base em características macroscópicas e microscópicas, segundo Pitt (1988) e Samson (2019). Foram obtidos 251 isolados fúngicos, dos quais 4,8% pertenciam ao gênero *Aspergillus* e 2,8% ao gênero *Penicillium*, enquanto o restante correspondia a outros morfotipos não identificados nesses gêneros. A análise das UFC mostrou variação entre os pontos amostrais, com valores de 3,54 a 4,14 log UFC/g, indicando heterogeneidade local no solo da plantação. Embora não tenha sido realizada amostragem

em área nativa adjacente, a riqueza reduzida de morfotipos observada, quando comparada a valores reportados em solos de ecossistemas naturais descritos na literatura, sugere possível efeito do uso agrícola intensivo sobre a micobiota local. Esses resultados reforçam a importância de estudos comparativos entre áreas cultivadas e nativas e a necessidade de monitoramento contínuo da microbiota do solo, em consonância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15 (Vida Terrestre), que visa conservar a biodiversidade e promover o uso sustentável dos ecossistemas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

“IA na agricultura sustentável: avaliação da saúde dos solos sob cafeeiros em Minas Gerais”

**Bárbara C. N. S. de Alvarenga¹, Moisés de S. Feitosa², Camila de S. Vieira¹,
Teotonio S. de Carvalho², Victor S. Pylro¹**

¹ Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras

² Departamento de Microbiologia do Solos/DCS – Universidade Federal de Lavras

(barbara.alvarenga, moises.feitosa1, camila.vieira1)@estudante.ufla.br,

(teotonio.carvalho, victor.pylro)@ufla.br

Palavras-chave: IA, café, agricultura digital, saúde do solo, modelo preditivo-prescritivo.

A agricultura atual é incapaz de suprir as crescentes demandas causadas pelo aumento da população. Nesse cenário, o estudo do impacto da mudança de uso de solo na monocultura do café precisa ser elucidado para o manuseio sustentável dos recursos naturais. Para auxiliar nessas questões, a inteligência artificial surge como uma ferramenta capaz de analisar grandes quantidades de dados, possibilitando prever situações e prescrever soluções. O objetivo deste projeto é selecionar indicadores biológicos responsivos à conversão de área de mata em monocultura de café para avaliar a saúde do solo. O Segundo objetivo é desenvolver um modelo de IA capaz de prever cenários possíveis do cultivo de café e prescrever soluções ao produtor. Para isso, serão avaliados parâmetros biológicos e físico-químicos de 10 áreas contemplando a maioria das macrorregiões produtoras de café do estado. 10 genótipos foram selecionados dentre as cultivares teste da EPAMIG. Dentre os parâmetros biológicos será realizado o estudo da comunidade microbiana, respiração microbiana e atividade enzimática. Em relação à caracterização das áreas serão realizadas análises físico-químicas. Para fins comparativos, solo de mata preservada adjacente foi coletado. Essas informações serão inseridas em um banco de dados para treinamento de um modelo de inteligência artificial com o objetivo de buscar quais parâmetros são mais relevantes para melhorar a produtividade e a qualidade da bebida. Como resultados parciais, a respiração basal microbiana e a atividade da enzima arilsulfatase apresentaram maior diferença entre as áreas, sendo que Zona da Mata e Sul de Minas foram as regiões com maiores índices desses parâmetros. Dentre as cultivares, os mesmos indicadores diferiram entre genótipos em cada área, sendo que Catucaí 2SL e Catuai amarelo IAC 62 apresentam maior atividade na maioria das áreas avaliadas. As próximas etapas consistem da avaliação da comunidade microbiana por metataxonômica e caracterização físico-química dos solos. Ao final do trabalho espera-se obter indicadores de qualidade de solo e um modelo preditivo-prescritivo robusto e preciso, que possa ser aplicado na cafeicultura de Minas Gerais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Cepas epifíticas de bactérias do ácido láctico aumentam a estabilidade aeróbia da silagem de planta inteira de milho

Victória Silva¹, Yolanda F. A. J. Mapanzene², Marcos P. R. Sousa², Luana C. Vasconcelos², Beatriz F. Carvalho², Carla L. S. Ávila²

¹Departamento de Microbiologia Agrícola/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Zootecnia/DZO – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{victoria.silva8, yolanda.antonio.; marcos.sousa7; luana.vasconcelos} @estudante.ufla.br, beatrizfc1985@gmail.com, carlaavila@ufla.br

Palavras-chave: Fermentação, Inoculante, Silo

A silagem de milho se deteriora após a exposição aeróbia (EA), devido a ação de microrganismos indesejáveis, dessa forma, bactérias lácticas (BAL) são utilizadas para aumentar a estabilidade após abertura dos silos. Objetivou-se avaliar o efeito da inoculação com *Lentilactobacillus farraginis* (LF) ou em co-cultura com *Lactiplantibacillus plantarum* (LF+LP) sobre a estabilidade aeróbia (EST) da silagem de milho. O milho foi colhido [39,7% de matéria seca (MS)], picado (3 mm) e compactado em sacos plásticos (20 kg) com densidade de 364 ($\pm 7,6$) kg/m³. Quatro repetições foram preparadas para cada tratamento: controle (C - sem inoculante), LF (5×10^7 UFC/g) e LF+LP ($\approx 3 \times 10^7$ UFC/g de cada BAL). Após 63 dias de estocagem, a EST foi avaliada em recipientes com 3 kg de silagem e data loggers mediram a temperatura da massa e do ambiente a cada 30 min, durante 8 dias de EA. Foi registrada a temperatura máxima (T_{máx}) e o tempo para alcançar a temperatura máxima (TT_{máx}). Amostras foram retiradas e foi preparado um extrato aquoso (30 g de amostra + 270 ml água peptonada 0,1%) para quantificar a população de leveduras e bactérias aeróbias formadoras de esporos (BAFE). Foi quantificada a concentração dos ácidos láctico (AL), acético (AA) e propiônico (AP) e de etanol por HPLC e medido o pH por potenciômetro. A EST (h) foi maior em LF+LP (23,5h) (P=0,02). A T_{máx} (°C) foi menor nas silagens LF (32,3) e LF+LP (30,6) que na C (35,4) (P=0,01). O TT_{máx} (h) foi maior em LF+LP (172,0), mas as silagens C e LF não diferiram (média 84,0). O pH foi menor nas silagens LF (4,33) e LF+LP (4,78) que em C (6,59) (P<0,01). A concentração de AL (g/kg MS) foi maior nas silagens inoculadas (2,48), em relação a C (0,80) (P=0,02). A concentração de AA (g/kg MS) foi maior em LF+LP (1,64), seguido por LF (0,96) (P<0,01). A presença de AP só foi observada na silagem inoculada (média de 1,59 g/kg MS). A população de BAFE e leveduras (Log UFC/g) foi menor em LF (3,45; 3,91) e LF+LP (3,54; 5,25), que a C (7,06; 6,40) (P<0,01). A concentração de MS, perda de MS e etanol não diferiu entre os tratamentos. Conclui-se que a inoculação com LF ou LF+LP resultou em silagens mais estáveis, com maiores concentrações de ácidos desejáveis e menores populações de BAFE e leveduras.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Co-cultura de bactérias do ácido láctico aumenta a estabilidade aeróbia de silagem de planta inteira de milho

Bilma R. Caero¹ Yasmim A. Silva², Gabriela Martins Garcia², Yolanda Mapanzen², Beatriz F. Carvalho², Carla L. S. Ávila¹²

¹Departamento de Biologia/DBI - ²Departamento de Zootecnia/DZO – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{[bilma.caero](mailto:bilma.caero@estudante.ufla.br); [yasmim.silva6](mailto:yasmim.silva6@estudante.ufla.br); [gabriela.garcia2](mailto:gabriela.garcia2@estudante.ufla.br); [yolanda.antonio](mailto:yolanda.antonio@estudante.ufla.br)}@estudante.ufla.br;
beatrizfc1985@gmail.com; carlaavila@ufla.br

Palavras - chave: Heterofermentativa, homofermentativa, inoculantes, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lentilactobacillus* spp.

A estabilidade aeróbia (EST) da silagem de planta inteira de milho é um desafio, pois o seu alto valor nutritivo possibilita que haja crescimento de microrganismos deterioradores. O objetivo foi avaliar o impacto de cepas epifíticas de bactérias do ácido láctico sobre a EST e características químicas e microbiológicas da silagem após exposição ao ar (EA). O milho foi colhido e armazenado em silos experimentais de 30L (densidade de $667 \pm 2 \text{ kg/m}^3$) por 68 dias. Os inoculantes foram: Controle (CON-sem inoculante), *Lentilactobacillus farraginis* (LF), *Lentilactobacillus hilgardii* (LH), *Lactiplantibacillus plantarum* (LP) e as combinações LF+LH, LF+LH+LP. Após 68 dias de estocagem os silos foram abertos, foram coletadas amostras na abertura (0) e após 2 e 10 dias de EA. A temperatura da silagem foi avaliada a cada 30 min, foi feito um extrato aquoso para mensuração de pH, análises microbiológicas e produtos de fermentação. Os dados foram analisados pelo SISVAR e as médias foram comparadas pelo Teste Scott-Knott. A inoculação aumentou a EST (240h vs. 33,3h) e o tempo para atingir a temperatura máxima (240h vs. 151,5h) e reduziu a temperatura máxima em 37,6%. A silagem inoculada com LF ou com a co-cultura LF+LH+LP tiveram menor perda de Matéria Seca (MS) após EA. A inoculação foi responsável por manter o pH estável até os 10 dias de EA ($P < 0,01$). Durante a EA houve redução no teor de ácido láctico na silagem CON e LF+LH+LP, essa redução foi mais intensa no CON. O teor de ácido acético (6,5 vs 19,5 g/kg MS) e 1,2-propanodiol (0,5 vs 3,8 g/kg MS) foi maior nas silagens inoculadas ($P < 0,01$). Durante a EA a silagem CON teve maior crescimento de leveduras (1 log UFC/g-dia 0 para 7,39-dia 10; $P < 0,01$). No T0 a silagem LF apresentou a menor população de bactérias esporulantes que igualou-se às demais silagens inoculadas após 10 dias de EA, neste período o maior crescimento de bactérias esporulantes foi no CON (3,39 para 8,88 log UFC/g). A inoculação com essas cepas afeta positivamente as características da silagem após a EA. A cepa LF e a co-cultura LF+LH+LP se destacaram em reduzir as perdas de MS após EA da silagem de planta inteira de milho.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação do óleo essencial de manjerona (*Origanum majorana* L.) no controle de *Staphylococcus aureus* isolado de peixe

Poliana Cardoso¹, Anderson Henrique Venâncio², Bruna Azevedo Balduino², Maria Emilia Gomes², Roberta Hilsdorf Piccoli², Tatiana Cardoso e Bufalo³

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Física/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, – Lavras, MG – Brasil

{poliana.cardoso}@estudante.ufla.br, anderson123dfgh21@gmail.com,
brunacienciadealimentos@gmail.com, maria.emilia@ufla.br,
rhpiccoli@ufla.br, tatiana.cardoso@ufla.br

Palavras-chave: Bactérias de peixes, Conservantes naturais, Toxinose.

A carne mecanicamente separada (CMS) de peixe representa uma alternativa econômica para o aproveitamento de subprodutos da indústria de processamento, mas apresenta risco elevado de contaminação por microrganismos patogênicos. Entre eles, o *Staphylococcus aureus* destaca-se pela capacidade de produzir toxinas responsáveis por surtos alimentares. Frente a essa preocupação, cresce o interesse por compostos naturais com ação antimicrobiana, como os óleos essenciais. O óleo essencial de manjerona (*Origanum majorana* L.) tem se mostrado promissor no controle de patógenos, podendo ser utilizado como conservante natural em produtos derivados de pescado. O presente estudo avaliou a ação antibacteriana do óleo essencial de manjerona frente a isolados de *S. aureus* provenientes de CMS de tilápia. A Concentração Mínima Bactericida (CMB) foi determinada por meio do método de microdiluição em caldo infusão cérebro-coração (BHI), suplementado com 0,5% de *Tween* 80, utilizando suspensões bacterianas padronizadas a 10⁸ UFC/mL. Após incubação a 37 °C por 24/48 h, alíquotas foram plaqueadas em ágar triptona de soja (TSA) para verificar a sobrevivência microbiana. A CMB do óleo essencial de manjerona foi estabelecida em 4%. Os resultados evidenciam que o óleo essencial de manjerona apresenta efeito inibitório frente a *S. aureus*, demonstrando sua aplicabilidade como conservante natural na conservação de CMS de peixe e seus derivados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG, CAPES e CNPq.

Restauração de solos degradados: efeitos da adubação orgânica e inoculação microbiana sobre *Mimosa acutistipula*

Leandro Israel da Silva¹, Laís Silva Braga², Joyce Dória²

¹Departamento de Biologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agricultura – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal

3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{leandro.silva14, lais.braga}@estudante.ufla.br, joyce.doria@ufla.br

Palavras-chave: Saúde do Solo, Consórcio Microbiano, Crescimento Vegetal

A reabilitação de áreas degradadas em solos inférteis, compactados e com baixa colonização microbiana, representa um dos maiores desafios para a restauração ecológica. A ausência de vegetação nessas áreas intensifica a erosão e compromete a resiliência ambiental. Estratégias baseadas na adição de matéria orgânica e na inoculação microbiana têm sido apontadas como alternativas promissoras para a reativação da funcionalidade do solo e promoção da revegetação. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de esterco bovino (0, 15, 30 e 60 t ha⁻¹), associadas à inoculação microbiana autóctone (nativa de solo de mata) ou alóctone (*Azospirillum brasilense*, *Bradyrhizobium japonicum* e *Rhizopagus irregularis*), sobre o crescimento de *Mimosa acutistipula* cultivada em solo de baixa fertilidade. O experimento foi conduzido em delineamento fatorial, com tratamentos compostos pelas doses de esterco e pelos tipos de inoculação. Foram avaliados caracteres morfológicos (massa seca da parte aérea e raiz e altura) e fisiológicos (taxa relativa de crescimento, proporção raiz/parte aérea) sendo os dados submetidos à análise multivariada por PCA. As doses de esterco foram o principal fator de crescimento, promovendo ganhos expressivos na biomassa e no vigor das mudas, sobretudo entre 0 e 15 t ha⁻¹. A partir dessa faixa, observou-se saturação dos efeitos, sem ganhos adicionais significativos. O tipo de inoculação não promoveu diferenças estatisticamente relevantes, possivelmente devido à heterogeneização da microbiota promovida pela própria adição de esterco. A análise revelou forte associação entre os caracteres de crescimento, concentrados no eixo PC1 (62,8%), com maior desempenho nos tratamentos com doses intermediárias e altas de esterco (T3, T4, T6 e T7). A relação raiz/parte aérea foi inversamente associada ao crescimento. O tratamento sem inoculação (T9) e os sem adição de esterco (T1, T5) ficaram concentrados à esquerda do gráfico, evidenciando baixo desempenho. A aplicação de esterco bovino, mesmo em baixas doses, foi suficiente para estimular o crescimento de *Mimosa acutistipula* em solo infértil, reduzindo a necessidade de inoculação direta. Esses resultados são relevantes para programas de restauração ecológica, indicando que a adição de matéria orgânica pode reativar processos edáficos e favorecer a revegetação em ambientes severamente degradados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Caracterização microbiológica de masatos produzidos a partir de milho, arroz e trigo

Leidy Machado Cuellar¹, Silvia Juliana Martinez¹, Disney Ribeiro Dias², Rosane Freitas Schwan²

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

leidy.cuellar@ufla.br, silvia292004@gmail.com, diasdr@ufla.br, rschwan@ufla.br

Palavras-chave: Masatos, BAL e leveduras, fermentações espontâneas.

As bebidas tradicionais na América Latina têm grande importância cultural. Essas bebidas são elaboradas de forma empírica ou artesanal, por meio de fermentações que ocorrem espontaneamente, nas quais intervêm microrganismos como bactérias e leveduras. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar os grupos microbianos de bactérias lácticas (BAL) e leveduras de diferentes masatos-bebida artesanal da Colômbia. Os masatos foram elaborados no Laboratório Multiusuário de Microbiologia de Fermentações – LaMFe, utilizando milho/arroz/trigo, água, açúcar, cravo e limão, sendo fermentadas espontaneamente durante 48 h. A população total de bactérias lácticas (BAL) e leveduras foi avaliada durante o processo de fermentação. Os meios de cultura utilizados foram ágar De Man Rogosa e Sharpe (MRS) com nistatina (0,4%) para BAL e ágar YEPG com cloranfenicol (0,01%) para leveduras. Após plaqueamento os meios foram incubados a 37 °C durante 48 h para as BAL e a 27 °C durante 72 h para as leveduras. A população microbiana foi expressa em unidades formadoras de colônias (UFC/mL). Além disso, variáveis como pH e temperatura foram registradas durante o processo de fermentação. Os resultados do pH revelaram valores iniciais de 5,78, 5,60 e 4,85, respectivamente, para as matrizes de trigo, arroz e milho, e valores finais de 2,90, 3,10 e 3,10, para trigo, milho e arroz. Quanto à temperatura, foram apresentados valores iniciais de 21,63 a 21,13 °C e finais de 21,15 a 20,67 °C. As BAL dominaram o processo de fermentação, onde, no início da fermentação, as bebidas de arroz apresentaram a maior população com $7,8 \times 10^7$ UFC/mL, e ao final da fermentação foi o tratamento de trigo com $2,16 \times 10^8$ UFC/mL. Quanto às leveduras, as bebidas de arroz apresentaram a maior contagem no início da fermentação com $5,2 \times 10^4$ UFC/mL e no final foi a matriz de milho com $2,33 \times 10^5$ UFC/mL. Conclui-se que as bebidas fermentadas permitiram o crescimento de BAL e leveduras, resultando em alterações significativas no pH.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO VERDE A PARTIR DA LIGNINA EM SISTEMAS BIOELETROQUÍMICOS MICROBIANOS

Caio Silas Ferreira Ribeiro¹, Joyce Doria Rodrigues Carvalhor², Eustáquio Souza Dias³, Tatiana Cardoso e Bufalo⁴

¹Instituto de Ciências Naturais/ICN– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/DBI– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Física/DFI– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

caio.ribeiro5@estudante.ufla.br, joyce.doria@ufla.br, esdias@ufla.br, tatiana.cardoso@ufla.br

Palavras-chave: Lignina; Hidrogênio verde; Sistemas bioeletroquímicos microbianos; Bioeconomia circular.

Resumo

A lignina, um dos principais componentes da biomassa lignocelulósica, é uma fonte abundante e pouco explorada de carbono com grande potencial para geração de energia renovável. Este trabalho propõe o uso de sistemas bioeletroquímicos microbianos (SBEMs) para converter lignina em hidrogênio verde, utilizando microrganismos eletrogênicos capazes de oxidar compostos lignínicos e transferir elétrons para um circuito externo. Durante o processo, a degradação microbiana da lignina gera prótons e elétrons que participam da formação de gás hidrogênio no cátodo. A pesquisa envolve a seleção e adaptação de cepas microbianas com capacidade de metabolizar compostos lignínicos e a análise de parâmetros operacionais, como densidade de corrente, taxa de produção e eficiência coulômbica. Ao valorizar resíduos lignocelulósicos, especialmente de origem agroindustrial, o estudo busca transformar um subproduto de baixo valor em uma fonte limpa e sustentável de energia.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq. Agradecemos também ao Instituto de Ciências Naturais (ICN), ao Departamento de Biologia (DBI) e ao Departamento de Física (DFI) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelo apoio institucional e técnico à pesquisa.

Avaliação das atividades proteolítica e *killer* em leveduras isoladas da casca de Queijo Minas Artesanal

Kelly Aparecida da Cunha Pereira¹, Nathalia Lenzi Costa Nascimento², Giovana Paula da Silva², Bruna de Almeida Valerio², Miriam Aparecida de Aguiar Santos², Luís Roberto Batista²

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{kelly.pereira5,nathalia.nascimento3,giovana.silva3,bruna.valerio, miriam.santos2,luisrb}@ufla.br

Palavras-chave: Queijo maturado, Biopreservação, Atividade Enzimática.

As leveduras são essenciais na microbiota dos queijos por metabolizarem vários compostos e interagirem com bactérias e fungos filamentosos de modo competitivo ou cooperativo. Entre as funções fisiológicas importantes estão a produção de enzimas extracelulares, como proteases, e a liberação de toxinas *killer*, que podem impedir o crescimento de outras leveduras sensíveis. Assim, este trabalho buscou avaliar a presença de atividades proteolítica e *killer* em isolados de leveduras obtidos da casca de Queijos Minas Artesanais (QMA), como forma de caracterizar o potencial funcional dessa microbiota. Foram analisados 49 isolados de leveduras cultivados em meio Extrato de Levedura Peptona Dextrose (YEPD), oriundos da casca de QMA maturados por 20 dias. A atividade proteolítica foi avaliada em meio Skim Milk Agar (SMA), incubado a 28°C/48 h. A atividade *killer* foi avaliada em meio YEPD tamponado com citrato-fosfato (pH 4,6) e suplementado com azul de metileno (0,003%), utilizando *Saccharomyces cerevisiae* sensível como tapete, e incubação a 25°C/48h. Dentre as 49 leveduras testadas, apenas duas (4,08%) apresentaram atividade proteolítica positiva, evidenciada pela formação de halos translúcidos em torno das colônias após 48h de incubação. Os demais isolados foram classificados como negativos para atividade proteolítica extracelular, mesmo que alguns (36,7%) tenham mostrado coloração amarelada ao redor das colônias, indicando acidificação local decorrente da produção de ácidos orgânicos, mas sem hidrólise detectável da caseína. Para a avaliação *killer*, um isolado (2,0%) exibiu efeito positivo, caracterizado por halo azul ao redor da colônia após incubação. Os demais isolados foram considerados inconclusivos (38,8%) ou não exibiram efeito inibitório detectável (59,2%). A baixa frequência de isolados com atividades extracelulares é compatível com o perfil ecológico das leveduras da casca de queijos maturados. Ainda assim, a realização desses testes é fundamental para confirmar o perfil ecológico da microbiota da casca e identificar isolados com potencial tecnológico diferenciado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

LEVEDURAS TOLERANTES A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ESTRESSE PRESENTES NA COMPOSTAGEM DE SERRAGEM ENRIQUECIDA COM FARELOS

Maria Aparecida Gomes Souza-Dias¹, Beatriz Ferreira Carvalho², Nádia Nara Batista¹, Rosane Freitas Schwan¹

¹Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Zootecnia/FZMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras MG - Brasil

{maria.dias, rschwan}@ufla.br, {beatrizfc1985, ndianara.batista}@gmail.com

Palavras-chave: Leveduras, caracterização fisiológica, *Wickerhamomyces anomalus*, *Pichia membranifaciens*.

A compostagem é um processo biológico que resulta na degradação da matriz orgânica por meio da ação multienzimática da população microbiana autóctone, composta por bactérias, leveduras e fungos filamentosos. Entre esses microrganismos, as leveduras se destacam, pois algumas espécies têm a capacidade de produzir aromas. O presente estudo teve como objetivo selecionar leveduras isoladas do processo de compostagem com potencial para produção de aromas. Para isso, foram avaliadas 127 cepas obtidas da compostagem de serragem enriquecida com farelos. Esses isolados foram previamente identificados por meio de espectrometria de massas por time of flight (MALDI-TOF MS) e, posteriormente, submetidos a testes fisiológicos, incluindo a assimilação de diferentes fontes de carbono (glicose, sacarose, maltose e frutose, 25 mM), osmolaridade (50 e 60% de glicose; 10 e 16% de NaCl), termotolerância (15, 28, 35 e 50 °C) e resistência a etanol (0, 5, 10, 15 e 20%) e salinidade (0, 5, 10, 12, 14, 16 e 18% de NaCl). Todos os isolados assimilaram glicose, sacarose e frutose e resistiram a até 5% de etanol. Eles também apresentaram crescimento nas temperaturas de 15, 28 e 35 °C. Das 127 cepas, 25 não assimilaram a maltose e cinco (nº 37, 81, 93, 107 e 127) não cresceram em concentrações elevadas de NaCl (igual ou superior a 10%). Em condições de alta osmolaridade (50% de glicose), 37 cepas não cresceram, e apenas uma manteve o crescimento a 60%. No teste de resistência ao etanol, 10, 47 e 120 cepas, não cresceram em 10%, 15% e 20% de etanol, respectivamente. A 50 °C, 28 cepas não apresentaram crescimento. Com base nos resultados, 11 cepas foram selecionadas por apresentarem características fisiológicas associadas à produção de aromas. Dessas, seis foram identificadas como *Wickerhamomyces anomalus*, uma como *Pichia membranifaciens* e quatro não foram identificadas. Dessa forma, as espécies *W. anomalus* e *P. membranifaciens* demonstraram potencial promissor para aplicação biotecnológica na produção de aromas.

Agradecimentos: os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Influência de bactérias promotoras de crescimento na síntese de carotenoides na cultura do café

Tainá Torres¹, Caroline Dambroz², Mariana Ribeiro³, Jorge Braga⁴, Joyce Doria⁵

¹Departamento de Biologia/DBI- ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

^{2,3,4,5}Departamento de Agricultura/DAG- ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

taina.torres@ufla.br , carolinedambroz@gmail.com,
mariana.ribeiro6@ufla.br, jorge.junior1@estudante.ufla.br ,
joyce.doria@ufla.br

Palavras-chave: BPCV, *Coffea arabica*, Carotenoides, Estresse Abiótico, Resiliência.

A cafeicultura é um pilar do agronegócio brasileiro, com Minas Gerais liderando a produção. Bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCVs) são alternativas sustentáveis para aumentar a resiliência de mudas de *Coffea arabica* a estresses abióticos, como déficit hídrico, promovendo crescimento e absorção de nutrientes. Dessa forma, a pesquisa avaliou o efeito de isolados bacterianos na concentração de carotenoides e no desenvolvimento de mudas de *Coffea arabica* sob condições controladas, sem estresse, visando identificar inóculos com potencial para aumentar a resiliência a estresses hídrico. Para isso, foram selecionados 20 isolados bacterianos para avaliação em mudas de *Coffea arabica* sob condições sem estresse hídrico. As mudas foram cultivadas em vasos de 5 L com substrato estéril, recebendo 10 mL do inóculo a cada 15 dias, além de um controle, totalizando 21 tratamentos e 105 unidades experimentais. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados com cinco repetições, e os dados analisados por ANOVA tipo III e testes de comparação de médias (Tukey, SNK, Duncan e Scott-Knott). A ANOVA indicou diferenças altamente significativas entre os 11 tratamentos avaliados para carotenoides ($\mu\text{g/g}$) ($p < 0,0001$; $F = 162,18$). O teste de Scott-Knott formou quatro grupos distintos, destacando o Tratamento 19 com a maior concentração ($0,2908 \mu\text{g/g}$), enquanto o controle e os Tratamentos 8 apresentaram as menores médias: ($0,1505 \mu\text{g/g}$) e ($0,0826 \mu\text{g/g}$), respectivamente. A baixa variabilidade entre repetições confirma a consistência dos resultados. Os carotenoides atuam na fotoproteção, defendendo as plantas contra estresse oxidativo, radiação UV e seca. Assim, o Tratamento 19 apresenta potencial como inóculo promotor de crescimento para uso em culturas expostas a estresse hídrico. Os resultados reforçam o potencial de determinados isolados como promotores de crescimento vegetal e candidatos promissores para manejo de mudas de café sob condições adversas.

Agradecimentos: Os autores agradecem à CAPES, à CNPq, à FAPEMIG e à Universidade Federal de Lavras (UFLA) pelo apoio financeiro e institucional, essenciais para a execução deste estudo



MULTICÊNTRICO EM QUÍMICA DE MINAS GERAIS



Otimização da extração de compostos voláteis provenientes da fermentação de leveduras não-*Saccharomyces* por HS-SPME/GC-MS utilizando planejamento fatorial completo

Thamyres Victoria Quaresma Gonçalves¹, Wellington Barros dos Santos²,
Elisangela Jaqueline Magalhães¹, Luís Roberto Batista³, Marcio Pozzobon
Pedroso¹

¹Departamento de Química/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil; ²Departamento de Biologia /ICN – UFLA; ³Departamento de Ciência dos Alimentos/ESAL – UFLA.

thamyres.goncalves3@estudante.ufla.br, marciopedroso@ufla.br,
wellington.santos2@estudante.ufla.br, jaqueline.magalhaes@ufla.br,
luisrbb@ufla.br

Palavras-chave: Vinho; cromatografia; quimiometria.

Leveduras não-*Saccharomyces* (LNS) têm se destacado na enologia moderna por contribuírem significativamente para o perfil volátil dos vinhos, geralmente compostos associados a notas frutadas, mas também a outros descritores aromáticos relevantes. Este trabalho apresenta a etapa experimental inicial de uma pesquisa voltada à caracterização de compostos voláteis produzidos por LNS autóctones isoladas de cascas de uvas *Syrah*, com o objetivo de otimizar os parâmetros de extração pela técnica de microextração em fase sólida no *headspace* (HS-SPME), com posterior análise por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS). Foram avaliados três fatores: temperatura de extração (°C), tempo de extração (min) e salinidade da amostra (% NaCl), por meio de planejamento fatorial completo (FF) avaliando seus efeitos sobre a eficiência da extração. Dois FF distintos foram desenvolvidos a partir de 11 experimentos, diferenciando-se pelas variáveis-resposta adotadas: número de picos cromatográficos e área total dos picos. Os gráficos de Pareto apontaram a temperatura como fator significativo para ambos os planejamentos, enquanto o teor de NaCl foi significativo apenas para o planejamento com área total como resposta. Os modelos de superfície de resposta exibiram bom ajuste para o número de picos e notável interação temperatura x tempo. O planejamento estatístico demonstrou eficiência na otimização dos parâmetros de HS-SPME, reduzindo experimentos e aprimorando a amostragem de compostos voláteis potencialmente formados durante a fermentação com LNS. A condição ótima determinada foi de 60°C, 43 min de extração e 36% de NaCl, optando-se pelos níveis mais altos devido ao efeito positivo observado para todos os fatores. Testes preliminares de compostos produzidos pela fermentação de suco de uva integral com LNS resultaram na formação de compostos como: Linalool, Nonanal, Terpeneol, Ocimenol, Decanal e Vitispirano, os quais estão associados a notas doces, cítricas e florais.

Agradecimentos

FAPEMIG, DQI, CAPQ, DCA e URMICRO.

Inclusão de ácido benzóico em β -ciclodextrina em diferentes solventes (água, etanol e dimetil sulfóxido): um estudo de múltiplos equilíbrios utilizando GFN2-xTB

João Paulo Rodrigues da Silva¹, Gabriel Maciel Rezende², Cleber Andrada Anconi³

¹Departamento de Química/DQI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Química/DQI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Química/DQI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

joao.silva90@estudante.ufla.br,
gabriel.rezendell@estudante.ufla.br, cleberanconi@ufla.br

Palavras-chave: Complexos de inclusão, ciclodextrinas, constante de equilíbrio

O ácido benzoico (BZA) é amplamente utilizado como conservante alimentar e como intermediário na produção de plásticos, corantes e produtos farmacêuticos. Apesar de ser um composto orgânico simples, pode apresentar problemas ambientais, como toxicidade aquática, persistência no meio ambiente, potencial de bioacumulação e acidificação local. A formação de complexos de inclusão com ciclodextrinas (CDs), oferece várias vantagens ambientais e tecnológicas, incluindo toxicidade reduzida, solubilidade em água aumentada, liberação controlada e proteção contra degradação. É essencial e viável simular possíveis condições de uso ou transporte do complexo de inclusão para entender como o meio afeta a formação desse composto, avaliar as melhores condições para aplicações industriais, farmacêuticas e ambientais, otimizar a eficiência de encapsulamento e liberação do ativo. Relacionado a investigações sobre a aplicabilidade do método semiempírico GFN2-xTB no âmbito dos múltiplos equilíbrios para tratar sistemas baseados em CD, o presente trabalho investigou os compostos de inclusão formados entre β -CD e BZA em água, etanol (EtOH) e dimetil sulfóxido (DMSO), com foco nas constantes de associação dos sistemas. Todos os arranjos supramoleculares investigados (1512), gerados automaticamente pelo software UD-APARM, foram totalmente otimizados no nível teórico GFN2-xTB. Posteriormente, a solvatação foi considerada por meio do modelo ALPB. Os dados obtidos para a inclusão de BZA na β -CD, usando diferentes solventes, mostraram uma boa correlação linear ($R^2 = 0,9673$) entre os valores experimentais e teóricos para $\log K$. A análise dos complexos de inclusão revela que em DMSO puro não há a promoção de inclusões de BZA. Experimentalmente, as constantes de associação foram avaliadas para uma fração molar de 0,10, e uma correlação adequada entre os valores teóricos e experimentais, com foco na contribuição da energia de Gibbs de solvatação, está em estudo em nosso grupo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



NUTRIÇÃO E SAÚDE



ADULTOS CADASTRADOS EM UM BANCO DE ALIMENTOS: RELAÇÃO ENTRE (IN) SEGURANÇA ALIMENTAR E RISCO CARDIOVASCULAR

Dyovanna Carvalho Botelho¹, Helena Mariano Coelho Costa Monteiro², Luiza Graziela de Sena Lopes³, Maysa Helena de Aguiar Toloni⁴, Isabela Coelho de Castro⁵

1 Programa de Pós-graduação em Nutrição e Saúde/ FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

2 Programa de Pós Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, RJ - Brazil

3 Departamento de Nutrição – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brazil

4 e 5 Docentes no Departamento de Nutrição/FCS - Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG – Brazil

dyovanna.carvalho@gmail.com¹, hmccmonteiro@gmail.com², luiza.lopes@estudante.ufla.br³, maysa.toloni@ufla.br⁴, isabela.castro@ufla.br⁵

Palavras-chave: Doenças crônicas, EBIA, populações vulneráveis.

A insegurança alimentar se dá quando não há acesso regular e permanente a alimentos, de forma quantitativa e qualitativamente suficiente para a sobrevivência. Estudos apontam associação de IA com subnutrição e obesidade, indicada pela ocorrência de doenças carenciais e também por alterações em padrões alimentares e parâmetros antropométricos que aumentam o risco de doenças cardiometabólicas (DCM). Assim, o objetivo desta pesquisa foi verificar a associação da IA e os parâmetros antropométricos de risco cardiometabólicos: Índice de Massa Corporal (IMC) circunferência da cintura (CC), circunferência do pescoço (C.Pesc) e relação cintura-estatura (RCE). Trata-se de um estudo transversal realizado com adultos assistidos pelo Banco Municipal de Lavras (BMAL), aos quais foram aplicados a Triagem para Risco de Insegurança Alimentar (TRIA), um questionário socioeconômico e aferidas as medidas antropométricas. Em domicílios com risco de IA moderada ou grave (analisados pela TRIA) aplicou-se também a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA). Para a análise estatística, com o uso do *software* JAMOV versão 2.6.44, foi verificada normalidade com teste de Shapiro-Wilk e avaliadas as diferenças por Análise de Variância (ANOVA), em dados paramétricos, ou teste de Kruskal Wallis, em dados não-paramétricos. A associação em variáveis categóricas foi avaliada pelo teste Qui-quadrado. O nível de significância considerado foi de 5%, com um intervalo de confiança de 95%. Os resultados indicaram 82,5% (n=80) da composição amostral constituída por mulheres, 87,8% (n=79) afrodescendentes, com mediana de idade de 31 anos, e 66,7% (n=52) com renda familiar menor ou igual a um salário mínimo. Verificou-se que 56% (n=42) da população assistida pelo BMAL, vivia em domicílios com IA leve, 17,3% (n=13) em IA moderada e 10,7% (n=8) em IA grave. Dos adultos, 53,3% (n= 49) demonstraram IMC de excesso de peso e mais da metade risco de DCM, sendo elevados: CC em 58,9% (n=56), C.Pesc em 60% (n=57) e RCE em 60,4% (n=55). Além disso, nenhuma medida antropométrica contínua demonstrou associação significativa à EBIA. Sugere-se que por já se tratar de uma população em vulnerabilidade não se observou associação significativa entre as variáveis testadas. Logo, faz-se necessário a manutenção da assistência às famílias cadastradas ao BMAL bem como a elaboração de projetos que direcionem à melhora de padrões alimentares, bem como à prevenção de Doenças Crônicas Não Transmissíveis.

Agradecimentos

As autoras agradecem o apoio financeiro das agências CNPq e FAPEMIG.

Associação entre insegurança alimentar e dados sociodemográficos de adultos atendidos em unidades de saúde em Lavras, MG: uma análise preliminar

Paula Karoline Nascimento Abreu¹, David Miller de Oliveira Coelho¹, Giovanna Rodrigues Silva¹, Maryellen Azevedo Lavercio¹, Thaís Maria Rezende Reis¹, Isabela Coelho de Castro¹

¹Departamento de Nutrição/DNU – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

paula.abreu3@estudante.ufla.br, david.coelho2@estudante.ufla.br, maryellen.lavercio@estudante.ufla.br, thais.reis@estudante.ufla.br, isabela.castro@ufla.br

A Insegurança Alimentar (IA) é um problema de saúde pública. Segundo o State of Food Security and Nutrition in the World (SOFI) de 2025, 13,5% da população, 28,7 milhões de pessoas, vivem em insegurança alimentar moderada ou grave. Tal situação está associada à inadequação do acesso, seja em quantidade ou qualidade dos alimentos consumidos no dia a dia do brasileiro. Estudos recentes apontam que adultos residentes em lares em situação de IA, estão mais propensos a desfechos de saúde desfavoráveis, principalmente as mulheres. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar, de forma preliminar, a associação entre IA e determinantes sociodemográficos. Trata-se de um estudo transversal (COEP/UFLA parecer 7.259.340), que foi realizado com indivíduos com idade entre 18 e 59 anos, residentes na cidade de Lavras - MG, que buscaram atendimento nas ESF's do município. A coleta de dados foi feita com a aplicação de um questionário socioeconômico e pela TRIA (Triagem para Risco de Insegurança Alimentar). Para análise estatística foi utilizado o software Jamovi (Version 2.4.8), com uso do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, correlação de Spearman e Teste do qui-quadrado de Pearson para verificar associação dos dados. Considerando significativo $p < 0,05$. O estudo contou com uma amostra de 247 indivíduos, sendo a maioria do sexo feminino (78,9% $n=195$), com mediana de idade de 39,1 anos (Mín.18 e Máx.59 anos) com cerca de 45% ($n=113$) com escolaridade entre 10 e 12 anos de estudo, enquanto 20,6% ($n=51$) com o ensino fundamental (entre 7 e 9 anos) e 33,6% ($n=83$) com ensino superior. O risco de IA moderada ou grave esteve presente em 30% da amostra ($n=74$), de forma que mulheres correspondem a 90% ($n=67$) desse total. Além disso, foi encontrada associação inversa entre escolaridade e risco de IA, ou seja, quanto maior o grau de escolaridade, menor o risco de insegurança alimentar ($p=0,025$). Concomitantemente, foi encontrada associação entre sexo e TRIA ($\chi^2(1) = 8,54$; $p = 0,003$), com o sexo feminino apresentando maior risco. Desse modo, foi possível sugerir que nesta população a IA apresentou associação com fatores sociodemográficos, sendo mais prevalente em mulheres e naqueles com menor nível educacional.

Palavras-chave: Segurança alimentar e nutricional, fatores sociais, epidemiologia, nutrição.

ALIMENTAÇÃO, CARÊNCIA DE FERRO E INSEGURANÇA ALIMENTAR: REFLEXOS DA VULNERABILIDADE SOCIAL NA SAÚDE NUTRICIONAL INFANTIL

Leticia Ohara de Paiva¹, João Paulo Lima de Oliveira¹, Maysa Helena de Aguiar Toloni¹

¹Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde, Faculdade de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição – Universidade Federal de Lavras (Lavras, MG, Brasil)

leticia.paiva1@estudante.ufla.br, joao.oliveira10@ufla.br, maysa.toloni@ufla.br

Palavras-chave: anemia ferropriva; saúde da criança; programas e políticas de alimentação e nutrição.

Introdução: A insegurança alimentar e a anemia ferropriva são expressões distintas de um mesmo fenômeno: a desigualdade social e nutricional que compromete o desenvolvimento infantil. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo investigar a associação entre o consumo alimentar e a ocorrência de anemia ferropriva e risco de insegurança alimentar domiciliar em crianças menores de cinco anos. **Metodologia:** Estudo transversal com 72 famílias e 105 crianças menores de 5 anos, residentes em Lavras-MG, selecionadas a partir do cadastro da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social, no Programa Cesta Verde (2023), destinado a famílias com crianças de até três anos vinculadas ao Programa Criança Feliz. Através de visitas domiciliares foram coletados dados sociodemográficos, habitacionais e de saúde infantil. O consumo alimentar do dia anterior foi obtido a partir de uma adaptação do marcador de consumo alimentar do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional. A hemoglobina foi dosada em sangue capilar por hemoglobímetro portátil (Hemocue®). O risco de insegurança alimentar foi avaliado pela TRIA, classificando-se em moderada/grave (IAMG) quando houve resposta afirmativa às duas perguntas. As análises foram realizadas no Jamovi (v2.3) pelos testes qui-quadrado e exato de Fisher, com significância de $p \leq 0,05$. **Resultados:** A prevalência de anemia foi de 41,9% ($n = 44$), sendo 21,9% leve e 19% moderada. O risco de insegurança alimentar moderada ou grave foi identificado em 86,1% ($n = 62$) dos domicílios e esteve associado à menor renda familiar ($p = 0,021$) e ao aumento do consumo alimentar após o recebimento da Cesta Verde ($p = 0,020$). Além disso, observou-se que famílias em risco consumiram menos verduras ($p = 0,039$), frango ($p = 0,027$) e mais guloseimas ($p < 0,01$). Enquanto isso, a presença de anemia ferropriva esteve associada ao consumo de produtos ultraprocessados no dia anterior à entrevista, como petit suisse ($p = 0,002$), salgadinhos ($p = 0,023$), sorvete ($p = 0,022$), salgado frito ($p < 0,001$) e pipoca salgada ($p = 0,041$). **Conclusão:** Os resultados indicam que, em crianças menores de cinco anos, risco de insegurança alimentar domiciliar e anemia ferropriva estão associados a baixo consumo de alimentos in natura e elevado consumo de ultraprocessados, evidenciando o papel central da alimentação inadequada na vulnerabilidade nutricional infantil e reforçando a necessidade de políticas públicas que promovam acesso a alimentos saudáveis, Educação Alimentar e Nutricional (EAN) e segurança alimentar.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.

Película do café como ingrediente funcional: efeitos nos parâmetros de crescimento e glicemia no modelo zebrafish (*Danio rerio*)

Mariana Milagres Solis¹, Bárbara do Carmo Rodrigues Virote², Guilherme Antonio de Gouvêa Lopes², Kiara Cândido Duarte da Silva², Bernardo Camara do Nascimento², Laura Cristina Jardim Porto Pimenta¹

¹Programa de Pós-graduação em Nutrição e Saúde/PPGNS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária /PPGCV– Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

mariana.solis1@estudante.ufla.br, barbara.virote1@ufla.br
laurap@ufla.br, kiara.silva2@estudante.ufla.br,
guilherme.lopes8@estudante.ufla.br,
bernardo.nascimento@estudante.ufla.br

Palavras-chave: peixes, peso corporal, crescimento.

A película do café, um dos principais subprodutos da indústria do café, é gerada durante a torrefação. Esse resíduo, tem se mostrado uma alternativa sustentável de reaproveitamento, pois contém substâncias bioativas, como antioxidantes e fibras, que possibilitam sua utilização em aplicações alimentícias. O objetivo deste estudo foi identificar os efeitos da película do café nos parâmetros de crescimento e níveis de glicose em machos e fêmeas de zebrafish. O experimento foi realizado no Biotério Central – Ala de Peixes e registrado sob o número N°2901220125 pelo Comitê de Ética Animal. Foram utilizados 240 zebrafish com idade de 5 meses, sendo 120 machos e 120 fêmeas, distribuídos em seis tratamentos experimentais. Os tratamentos foram: controle (sem adição de película de café), T1 (2%), T2 (4%), T3 (6%) e T4 (8%), com substituição da farinha de peixe pela película nas respectivas proporções. Cada tratamento contou com quatro repetições por sexo, sendo cada repetição representada por um aquário de 2 L contendo 6 animais em sistema automatizado com parâmetros apropriados para a espécie (Rack Hydrus). A fase experimental de alimentação dos animais teve duração de 45 dias. No final do experimento os peixes foram eutanasiados com tricáína para avaliação dos seguintes parâmetros: peso final, ganho de peso, taxa de crescimento específico e fator de condição de Fulton e níveis de glicose sanguínea que foi mensurado com glicosímetro (Accu-chek Active). Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk, e posteriormente foi realizada ANOVA two-way pelo programa GraphPad Prisma®. As análises revelaram efeito significativo ($p < 0,05$) dos tratamentos e do sexo sobre os parâmetros de crescimento, com melhor desempenho observado nas fêmeas e no tratamento com 8% de película. Não foi

identificada interação significativa entre sexo e tratamento ($p > 0,05$). Em relação à glicemia, os machos que receberam 4%, 6% e 8% de película apresentaram reduções significativas nos níveis de glicose em comparação ao controle ($p < 0,05$). Nas fêmeas, a redução glicêmica foi mais expressiva nos grupos 6% ($p < 0,01$) e 8% ($p < 0,001$). Esses resultados sugerem que a suplementação com película de café pode modular os parâmetros de crescimento e níveis da glicose de forma dependente da concentração utilizada e o sexo dos animais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Utilização de questionários qualitativos e quantitativos em pesquisa de Educação Alimentar e Nutricional: Revisão integrativa

Delvania Nascimento Souza¹, Michel Cardoso De Angelis Pereira²

^{1,2} Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde-Departamento de Nutrição
Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras,
MG – Brasil

1- delvania.souza@estudante.ufla.br, 2- deangelis@ufla.br

Palavras-chave: educação alimentar e nutricional; método de pesquisa; questionários.

A pesquisa em Educação Alimentar e Nutricional (EAN) envolve dimensões sociais, culturais e comportamentais que influenciam diretamente as práticas alimentares, exigindo instrumentos metodológicos capazes de captar tanto dados objetivos quanto percepções subjetivas. Nesse contexto, os questionários destacam-se como ferramentas versáteis, aplicadas em diferentes tipos de estudo e adaptadas a variados públicos, permitindo desde a avaliação de hábitos até a compreensão de significados e experiências relacionadas à alimentação. Este estudo teve como objetivo descrever e categorizar os tipos de questionários qualitativos, quantitativos e mistos utilizados em pesquisas de EAN no Brasil, identificando seus públicos-alvo, finalidades e contextos de aplicação. Para isso, foi realizada uma revisão integrativa de literatura nas bases PubMed, SciELO e LILACS, utilizaram-se os descritores: “Educação Alimentar e Nutricional”, “Questionário” e “Método de Pesquisa”, combinados com os operadores booleanos *AND* e *OR*. Foram identificados 116 estudos nas bases de dados selecionadas, dos quais foram incluídos: artigos originais publicados até 2025, em português, inglês ou espanhol, disponíveis na íntegra, indexados nas bases selecionadas e que utilizaram questionários em pesquisas de EAN. Foram excluídos: artigos de revisão, estudos ecológicos, estudos com animais ou células, resumos de eventos e publicações que não empregaram questionários como instrumento metodológico. A busca resultou em 17 artigos incluídos na revisão.

A análise dos estudos encontrados mostrou que os questionários quantitativos, especialmente os estruturados e de frequência alimentar (QFA), foram os mais utilizados, em especial com escolares, adolescentes e adultos. Esses instrumentos permitiram medir mudanças de hábitos, avaliar intervenções educativas e identificar padrões de consumo. Os questionários qualitativos, em formato aberto ou semiestruturado, foram aplicados em escolas, comunidades rurais e grupos de idosos, ajudando a compreender percepções, valores culturais e experiências ligadas à alimentação. Já os questionários mistos, menos frequentes, combinaram dados objetivos e subjetivos, oferecendo uma visão mais completa da realidade investigada. Foram aplicados em creches e em grupos de adultos com diabetes tipo 2, permitindo avaliar práticas, percepções e comportamentos alimentares, bem como identificar mudanças nas atitudes frente aos alimentos, no consumo e na compreensão sobre a alimentação e o autocuidado. Entre as vantagens do uso de questionários, destacam-se a padronização, a praticidade de aplicação e o alcance em diferentes contextos. As principais limitações observadas foram a falta de validação em alguns instrumentos, a dependência de informações autorrelatadas e a baixa taxa de devolução por parte dos voluntários das pesquisas em determinados modelos.

Conclui-se que os questionários, quando bem elaborados e adaptados ao perfil dos participantes, são ferramentas importantes para a pesquisa em EAN, pois contribuem para diagnósticos mais confiáveis, planejamento de intervenções e promoção de práticas educativas contextualizadas e eficazes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CNPq.

Alimentação responsiva materna e fatores associados durante a introdução alimentar.

Giovana Oliveira Mendonça¹, João Paulo Lima de Oliveira¹, Lilian Gonçalves Teixeira¹.

¹Departamento de Nutrição –Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Lavras, MG –
Brazil

{giovana.mendoncal@estudante.ufla.br,
joao.oliveiral0@ufla.br,
lilian.teixeira@ufla.br}

Palavras-chave: Alimentação complementar, comportamento materno, fórmulas infantis.

Os primeiros mil dias de vida compreende um período crucial no desenvolvimento das relações afetivas, desenvolvimento cognitivo e hábitos alimentares. A alimentação responsiva é caracterizada por uma relação recíproca e respeitosa entre cuidador-bebê, sendo o estilo de alimentação parental ideal. A teoria do apego, proposto por Bowlby, refere-se a padrões de segurança na relação cuidador-criança que influenciam diretamente a sensibilidade parental. O estudo objetivou avaliar fatores que se relacionam com alimentação responsiva durante a introdução alimentar. Trata-se de um estudo transversal derivado do projeto “Apego e Alimentação Responsiva na 1ª infância: Avaliação da Relação com Amamentação e Introdução Alimentar” (AAMAR), realizado na Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa sob o parecer nº 7.133.701. Foram incluídas mães ≥ 18 anos com crianças de 6-12 meses, e excluídas mães que não residem em Lavras. A coleta foi realizada por meio de um questionário online (Google Forms®). Foram coletados dados sociodemográficos, de caracterização da amostra, Instrumento de Avaliação do Vínculo Afetivo Mãe-Bebê no Pós-Parto e o Infant Feeding Style Questionnaire Brasil. Foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov para avaliar a normalidade dos dados e a correlação (Pearson/Spearman), utilizando o *software* JAMOV (versão 2.7.5). A amostra foi composta por 83 mães (média idade= $31 \pm 5,91$ anos; IMC mediana=24,5, IC 16; 42), a maioria era casada ($n=42$, 50,6 %), com ensino superior ou mais ($n=46$, 55,4 %), recebia até 2 salários mínimos (65%), 54,2% planejaram a gravidez e 96,4% desejaram a gravidez. Em relação à alimentação dos bebês 39,8% amamentaram imediatamente após parto e 30,1% até 1 hora depois, 56,6% (47) já ofereceram fórmula infantil. O apego não saudável correlacionou negativamente com a pontuação média da responsividade ($r = -0,241$; $p < 0,028$), também houve relação negativa com as subescalas (saciedade e atenção), porém sem significância estatística. Conclui-se que quanto maior o apego não saudável (menores níveis de apego), menor será a responsividade na introdução alimentar.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Alimentação e Nutrição na Gestão Municipal de Saúde: Análise da Subfunção 306 em um município do Sul de Minas (2016-2023)

Flávia Bárbara de Carvalho¹, Melissa Guimarães Silveira Rezende², Maysa Helena de Aguiar Toloni¹

¹Programa de Pós Graduação em Nutrição e Saúde/PPGNS– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Lavras (UFLA)

flavia.carvalho6@estudante.ufla.br, melissa_silveira@ufla.br, maysa.toloni@ufla.br

Palavras-chave: Políticas Públicas; Atenção Primária à Saúde; Alimentação e Nutrição

O Sistema Único de Saúde (SUS) consolidou-se como marco histórico na efetivação da saúde enquanto direito universal e dever inalienável do Estado. Nesse escopo, a Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN) e a subfunção orçamentária 306 – Alimentação e Nutrição constituem dispositivos estratégicos voltados ao fortalecimento da Atenção Primária à Saúde (APS), com ênfase na promoção da saúde. Este estudo teve como objetivo analisar a inserção da subfunção 306 nas Programações Anuais de Saúde (PAS), no período de 2016 a 2023, em um município do Sul de Minas Gerais. A metodologia consistiu em uma pesquisa documental, retrospectiva e descritiva, fundamentada na análise das PAS disponíveis nos sistemas SARGSUS e no Portal da Transparência municipal. A análise documental foi complementada por revisão bibliográfica nas bases SciELO, PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde, além de documentos oficiais. Os resultados contemplaram um conjunto diversificado de ações, pouco específicas e detalhadas, tais como: fornecimento de dietas enterais e fórmulas infantis a lactentes de 0 a 12 meses; manutenção do Programa de Alimentação e Nutrição e de ações específicas voltadas às pessoas com neoplasias; realização de atendimentos domiciliares a indivíduos acamados pelas equipes de saúde; implantação e manutenção de protocolos clínicos, diretrizes terapêuticas e prontuários eletrônicos em todas as Unidades de Saúde; capacitação para atendimento especializado a grupos minoritários; fortalecimento dos programas de Saúde da Mulher e da Criança; redução da mortalidade infantil para um único dígito até 2025; manutenção em zero do número de óbitos maternos e continuidade das ações de promoção da saúde e prevenção de doenças crônicas. Os resultados evidenciaram a ausência de registros específicos e sistematizados referentes às ações de alimentação e nutrição nas PAS do período analisado, revelando fragilidades no planejamento municipal. O estudo concluiu que é preciso fortalecer o uso da subfunção 306 no planejamento do SUS ampliando a transparência, a colaboração entre áreas e a participação social. Destaca-se as dificuldades que os gestores locais enfrentam para garantir o direito à alimentação adequada e saudável no contexto do SUS.

Agradecimentos: as autoras agradecem o apoio da agência CNPq

COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MULHERES A MÉDIO E LONGO PRAZO APÓS A CIRURGIA BARIÁTRICA

Leandra Passarelli Castro e Souza¹, Cristina Maria Mendes Resende², Livia Garcia Ferreira³

¹Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037
CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037
CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

leandra.souza3@estudante.ufla.br, cmariamendesr@gmail.com, livia.ferreira@ufla.br

Palavras-chave: Composição Corporal; Cirurgia Bariátrica; Prática Profissional.

Programa de Pós Graduação em Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Lavras.

Introdução: A cirurgia bariátrica (CB) tem como consequência alterações na composição corporal (CC) de mulheres submetidas à mesma. Esses efeitos variam de acordo com os diferentes períodos de tempo pós-operatório, sendo pouco explorados principalmente em longo prazo. **Objetivo:** Avaliar a CC em mulheres de médio e longo prazo após a CB. **Metodologia:** Estudo transversal, realizado no Ambulatório Jenny Andrade de Faria, do Hospital das Clínicas/Universidade Federal de Minas Gerais, com mulheres acima de um ano de pós-operatório de CB. Foi realizada a medição da estatura, peso e análise de bioimpedância (BIA) para avaliação da CC (massa gorda (MG) e a massa livre de gordura (MLG) em kg e em percentual (MG(%) e MLG(%)). As participantes foram divididas em Grupo médio prazo (G1: 1 a 5 anos) e Grupo longo prazo (G2: >5 anos após a CB). Teste T de Student ou U de Mann-Whitney foram utilizados para comparação dos dados entre os grupos ($p < 0,05$). **Resultados:** Foram analisadas 60 mulheres, com idade média $52,91 \pm 9,46$ anos, mediana de 86 (57,75 – 141,5) meses de pós operatório, 95% submetidas à técnica cirúrgica de bypass gástrico em Y de Roux e índice de massa corporal (IMC) mediano de 35,41 (31,58-39,53) kg/m^2 . O G2 ($n=45$) apresentou maior MG (kg) (39,70 (33,35-48,60) vs 27,90 (33,35-48,60)), maior MG (%) ($43,52 \pm 4,52$ vs $36,50 \pm 8,08$) e menor MLG(%) ($56,65 \pm 8,50$ vs $63,59 \pm 8,08$) em relação ao G1 ($n=15$) ($p < 0,05$). **Conclusão:** Mulheres com longo prazo de pós-operatório (G2) apresentaram maior MG (kg e %) e menor MLG (%) em comparação com o médio prazo de pós-operatório (G1), sugerindo uma piora progressiva da CC ao longo do tempo após a CB. Isso reforça a necessidade de acompanhamento multiprofissional contínuo e a necessidade de mais estudos com pacientes de longo prazo pós-cirúrgico, visando compreender os mecanismos envolvidos nessas alterações e desenvolver estratégias para melhora da CC.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Fatores determinantes relacionados ao domicílio, mãe e criança associados ao estado nutricional infantil nos primeiros anos de vida: evidência de um estudo comunitário.

Jaqueline Laureano de Azevedo¹, Ana Clara da Cruz Della Torre², Wellington Seghetto³ Maysa Helena de Aguiar Toloni⁴, Daniela Braga Lima⁵

¹Universidade Federal de Lavras (UFLA) | ²Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) | ³Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) | ⁴Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL)

jaqueline.azevedo@esdudante.ufla.br, anacdt@unicamp.br,
wseggheto2@gmail.com, maysa.toloni@ufla.br, autor4@ufla.br,
daniela.lima@unifal-mg.edu.br

Palavras-chave: Saúde da criança, estado nutricional, relações mãe-filho.

A primeira infância é um período decisivo para a formação de hábitos alimentares e para o crescimento e desenvolvimento infantil. O estado nutricional da criança resulta da interação entre fatores genéticos, ambientais e comportamentais, refletindo nas condições do domicílio e nas características maternas. Este estudo teve como objetivo identificar a associação entre fatores relacionados ao domicílio, à mãe e à criança com o estado nutricional infantil nos primeiros anos de vida. Trata-se de um estudo transversal integrante do projeto “Caderneta de Saúde da Criança: implicações sobre a Segurança Alimentar e Nutricional na Primeira Infância”, realizado com 287 pares mãe-filho menores de três anos acompanhados pela Atenção Primária à Saúde de Lavras (MG). Os dados foram obtidos por questionário estruturado com informações socioeconômicas, demográficas, antropométricas e de consumo alimentar. O estado nutricional foi avaliado pelos escores-Z de estatura para idade (E/I) e índice de massa corporal para idade (IMC/I), calculados no software WHO Anthro. Aplicaram-se os testes Qui-quadrado, exato de Fisher e regressão logística binária ($p \leq 0,05$). Verificou-se prevalência de 8,4% de estatura inadequada e 23% de excesso de peso, evidenciando dupla carga de má nutrição. A estatura inadequada associou-se à baixa frequência a consultas médicas ($p=0,02$), e o excesso de peso à idade da criança >1 ano ($p=0,001$), idade materna >30 anos ($p=0,01$), tabagismo materno ($p=0,04$) e frequência à creche ($p=0,03$). Conclui-se que fatores biológicos, maternos e contextuais influenciam significativamente o estado nutricional infantil, reforçando a importância de estratégias de promoção da saúde e educação alimentar voltadas à família.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Caracterização de universitários quanto ao consumo de chocolate e ao uso de redes sociais

Julia Aparecida Rodrigues Silva¹, Hellen Barros Ferreira Olímpio¹, Júlia Pereira de Bessa Silva², Katiúcia Alves Amorim², Jéssica Ferreira Rodrigues²

¹Departamento de Nutrição/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciência de Alimentos/ESAL – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{julia.silva35,hellen.olimpio, julia.silva26}@estudante.ufla.br,

{katiuciaamorim, jessica_rodrigues}@ufla.br.

Palavras-chave: Universitários, chocolate, redes sociais.

Área do trabalho: Mestrado em Nutrição e Saúde. Programa de Pós - Graduação em Nutrição e Saúde

Introdução: O uso crescente em redes sociais tem gerado preocupações quanto à sua influência nos hábitos alimentares, especialmente entre jovens adultos. **Objetivo:** Avaliar o perfil sociodemográfico de universitários consumidores de chocolate e usuários de redes sociais. **Metodologia:** Estudo realizado na Universidade Federal de Lavras no mês de setembro de 2025. Foram recrutados estudantes de graduação e pós - graduação com idade entre 18 e 35 anos. O projeto foi aprovado com o parecer CAAE 73307423.0.0000.5148. Elaborou-se um questionário sociodemográfico contendo as seguintes informações: idade; sexo; aluno; diagnóstico médico de transtorno mental; uso de medicamentos psiquiátricos; tempo médio de uso de telas; redes sociais mais utilizadas; se segue perfis de saúde/fitness nas redes sociais; frequência de consumo de chocolate; tipo de chocolate mais consumido. **Resultados:** Foram coletados dados de 95 participantes. Destes, 23,2% tinham 20 anos de idade e 71,6% das participantes eram do sexo feminino. A maioria dos participantes (77,9%) eram alunos de graduação. Em relação aos transtornos mentais, o mais prevalente foi a ansiedade, com 27,4% dos participantes. Mas 80% dos participantes não utilizam medicamentos psiquiátricos. A maioria dos participantes (40%) relatou uso de tela entre 4 - 6 horas/dia. As redes sociais mais utilizadas pelos participantes foram: Instagram® (86,3%), Tik Tok® (53,7%) e YouTube® (29,5%) e 82,1% dos participantes relataram seguir algum perfil com o tema de saúde/fitness. Quanto ao chocolate, 70,3% dos participantes relataram consumir entre 1 - 3 vezes por semana, sendo o mais comum o ao leite, com 63,2% dos participantes. **Conclusão:** Os universitários apresentam alto uso de telas e estão presentes nas redes sociais. O consumo de chocolate é frequente, e são necessários estudos para verificar como as redes sociais impactam no hábito de consumo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG.

Sono e estado nutricional de idosos: um estudo de seguimento após a pandemia de COVID-19

Maria Luísa Almeida Ferreira¹, Camila Maria de Melo²

^{1,2} Departamento de Nutrição / FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

maria.ferreira20@estudante.ufla.br, camila.melo@ufla.br

Palavras-chave: Envelhecimento, sono, composição corporal, pandemia, isolamento social, alimentação.

A pandemia de COVID-19 e o isolamento social impuseram uma série de alterações comportamentais e fisiológicas na população idosa. Durante esse período foi observado o aumento do comportamento sedentário, dos níveis de estresse e ansiedade, e também um aumento das queixas de sono e alterações no comportamento alimentar. Dessa forma, o estudo tem por objetivo avaliar parâmetros de saúde como qualidade do sono, estado nutricional, e componentes de fragilidade em idosos da comunidade do município de Lavras, Minas Gerais, antes e após dois anos da pandemia de COVID-19. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Lavras, sob o parecer 5.489.009. O estudo incluiu idosos com 60 anos ou mais, e os dados foram coletados em dois momentos: M1 (2019-2020) - pré-pandemia, e M2 (2022) - pós-pandemia. A qualidade do sono foi avaliada através do Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (PSQI). O consumo alimentar foi avaliado utilizando dois Recordatórios 24h. A avaliação antropométrica incluiu peso, altura, circunferências e Índice de Massa Corporal (IMC) e a composição corporal foi avaliada através de bioimpedância elétrica tetrapolar. Também foram avaliadas a força de preensão palmar (FPP) e a velocidade de marcha (VM). Ao final, 25 idosos (n=25) foram incluídos no estudo, sendo 84% do sexo feminino, com idade média de 69,9±6,88 anos no M1 e 73,1±6,90 anos no M2. Foram observadas alterações significativas entre o M1 e o M2, sendo elas a redução da circunferência da cintura ($p<0,001$), redução da massa livre de gordura ($p=0,007$) e o aumento do percentual de gordura ($p=0,042$). A FPP também foi reduzida no M2 ($p<0,001$) e o tempo de atividade física moderada e intensa aumentaram ($p=0,003$) ($p=0,044$). A qualidade do sono piorou no M2 ($p=0,025$) de acordo com o PSQI. O consumo alimentar demonstrou uma redução no consumo energético total ($p<0,001$). Os achados do estudo indicam que dois anos de seguimento, sem intervenções associados ao momento da pandemia de COVID-19 e às medidas de isolamento social, impactaram significativamente na saúde física, nutricional e na qualidade de vida dos idosos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES.

Influência do perfil cronotipo sobre a prática de atividade física, consumo alimentar e composição corporal em adultos

Michele de Fátima Rezende¹, Sarah Ferreira Mattos Alcântara², Taynara Vitória Viana¹, Camila Maria de Melo¹, Luciano José Pereira²

¹Departamento de Nutrição/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Medicina/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

michele.rezendel@estudante.ufla.br, sarah.alcantara@estudante.ufla.br, taynara.viana@estudante.ufla.br, lucianojosepereira@ufla.br, camila.melo@ufla.br

Palavras-chave: Cronotipo, consumo alimentar, atividade física.

A interação entre cronotipo, consumo alimentar e prática de atividade física tem despertado crescente interesse na pesquisa científica, em função do impacto desses fatores sobre a composição corporal e a saúde de forma geral. O presente estudo teve como objetivo verificar a influência do cronotipo sobre o consumo alimentar, a prática de atividade física, bem como seus impactos sobre o Índice de Massa Corporal (IMC), circunferência da cintura (CC) e a composição corporal de adultos. Foram avaliados 53 voluntários, submetidos à aplicação dos seguintes instrumentos: *Morningness-Eveningness Questionnaire* (MEQ) para determinação do perfil cronotipo, o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) para avaliação do nível de atividade física e o Questionário de Frequência Alimentar (QFA) para estimativa do consumo alimentar. Os parâmetros antropométricos incluíram peso, altura, cálculo do IMC, CC e análise da composição corporal por bioimpedância elétrica. A análise de variância (ANOVA) mostrou que o peso, a CC e o percentual de gordura aumentaram progressivamente com o IMC ($p < 0,05$). Indivíduos com baixo peso apresentaram menor frequência/intensidade de atividade física ($p < 0,05$), enquanto aqueles com IMC eutrófico, com sobrepeso e obesidade não diferiram entre si ($p > 0,05$). No consumo alimentar, os vespertinos apresentaram maior ingestão de carboidratos, gorduras saturadas e monoinsaturadas em comparação a matutinos ($p < 0,05$). O consumo de magnésio foi maior nos indivíduos matutinos em relação aos vespertinos ($p < 0,05$). Concluiu-se que embora o perfil cronotipo não tenha sido determinante para a classificação do IMC, observou-se que indivíduos vespertinos apresentam maior consumo de carboidratos e gordura saturada e monoinsaturada, o que pode representar um fator de risco para o desenvolvimento de excesso de peso ao longo do tempo. Além disso, o maior consumo de magnésio pode ser um fator protetor, associado à melhor regulação metabólica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências FAPEMIG e CNPq.

CORRELAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE E PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS EM PACIENTES COM CIRROSE

Taís Ribeiro Fernandes¹, Suzanny Ferreira de Assis², Barbara Chaves Santos³,
Lívia Ferreira Garcia⁴

^{1,2,4}Departamento de Nutrição/DNU – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Department of Agricultural, Food & Nutritional Science, University of Alberta, Canada

Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

tais.fernandes1@estudante.ufla.br; suzanny.assis1@estudante.ufla.br; barbara.santos@ualberta.ca; livia.ferreira@ufla.br

Palavras-chave: cirrose hepática, desnutrição, bioimpedância, antropometria

O ângulo de fase (AF) tem se mostrado um indicador de estado nutricional (EN) e pode ser usado em condições de hidratação tecidual instável, como edema e ascite presentes nos pacientes com cirrose. Dessa forma, é importante verificar se há correlação do AF com métodos de avaliação do EN, como a antropometria. O objetivo foi avaliar se há correlação entre o AF e parâmetros antropométricos utilizados na avaliação do EN de pacientes com cirrose. Estudo observacional, retrospectivo com banco de dados de um consórcio entre universidades (Nutri Hepato), incluindo indivíduos adultos e idosos com diagnóstico de cirrose em tratamento hospitalar e ambulatorial. O AF (°) foi obtido por bioimpedância. As medidas antropométricas avaliadas foram a circunferência do braço (CB, cm), dobra cutânea do tríceps (DCT, mm) e foi calculada a circunferência muscular do braço (CMB, cm). Foram coletadas informações sobre sexo, idade, etiologia, escores de gravidade da doença hepática (DH) e presença de ascite/edema. Realizou-se análises descritivas, teste de normalidade e teste de correlação de Pearson e Spearman ($p < 0,05$). Foram avaliados 645 pacientes, 71,3% eram do sexo masculino, sendo a cirrose etanólica a principal etiologia da DH (39,8%). A presença de ascite ocorreu em 42,8% dos pacientes e 43,7% apresentaram edema. De acordo com o escore Child, 45,9% possuíam função hepática moderadamente comprometida (Child B) e o escore MELD-Na (Model for End-Stage Liver Disease – Sodium) apresentou pontuação mediana de 15 (11-19). A média de AF foi de $5,56 \pm 1,17^\circ$, de CB $29,41 \pm 4,7$ cm e de CMB $23,75 \pm 3,17$ cm e mediana de DCT 16,60 (11-24) mm para a população geral, sendo $5,67 \pm 1,19^\circ$ e $5,28 \pm 1,05^\circ$ de AF, $29,25 \pm 4,37$ cm e $29,82 \pm 5,56$ cm de CB e $24,21 \pm 2,97$ cm e $22,62 \pm 3,37$ cm de CMB 15 (9,30-21,63) mm e 22,66 (15,30-29) mm de DCT para homens e mulheres, respectivamente. Quando avaliados todos os pacientes, o AF apresentou correlação positiva com as variáveis de interesse, de forma moderada com CB ($r=0,41$; $p < 0,05$) e CMB ($r=0,43$; $p < 0,05$) e fraca com DCT ($\rho=0,23$; $p < 0,05$). Resultados similares em homens, no qual o AF apresentou correlação moderada com CB ($r=0,44$; $p < 0,05$) e com a CMB ($r=0,45$; $p < 0,05$) e fraca com DCT ($\rho=0,25$; $p < 0,05$). Nas mulheres a correlação foi moderada com a CB ($r=0,48$; $p < 0,05$) e com a DCT ($\rho=0,44$; $p < 0,05$), porém fraca com a CMB ($r=0,31$; $p < 0,05$). O AF parece ser um parâmetro promissor na avaliação concomitantemente a antropometria. Neste trabalho o AF apresentou correlação positiva com CB, CMB e DCT.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES.

ASSOCIAÇÃO ENTRE RISCO NUTRICIONAL E INDICADORES PROGNÓSTICOS EM PACIENTES GRAVEMENTE ENFERMOS

Suzanny Ferreira de Assis¹, Barbara Chaves Santos², Taís Ribeiro Fernandes³,
Lívia Ferreira Garcia⁴

^{1,3,4} Departamento de Nutrição/DNU – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

² Department of Agricultural, Food & Nutritional Science, University of Alberta,
Canadá

Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

suzanny.assis1@estudante.ufla.br; barbara.santos@ualberta.ca;
tais.fernandes1@estudante.ufla.br; livia.ferreira@ufla.br

Palavras-chave: desnutrição, risco nutricional, doença crítica, paciente gravemente enfermo, mortalidade, tempo de internação hospitalar, ventilação mecânica

A desnutrição é amplamente associada a piores desfechos clínicos em pacientes graves, devido ao hipermetabolismo e ao catabolismo acelerado que intensificam sua ocorrência. Sua incidência varia de 38% a 70% entre os hospitalizados, aumentando significativamente a morbimortalidade. Além do mais, essa condição pode agravar a internação hospitalar e dificultar o desmame da ventilação mecânica. O objetivo desse estudo foi avaliar o risco nutricional de pacientes em Centro de Terapia Intensiva (CTI) e verificar se há associação do risco nutricional com indicadores prognósticos. Trata-se de estudo observacional e prospectivo, incluindo pacientes >18 anos hospitalizadas no CTI de um hospital de médio porte, no município de Lavras-MG, no período de julho até setembro de 2025. O risco nutricional foi avaliado pela *Nutritional Risk Screening* (NRS-2002) e os indicadores prognósticos avaliados foram: permanência em unidade de terapia intensiva, o uso de ventilação mecânica (VM) e tempo de internação hospitalar (mensurados em dias), além da ocorrência de mortalidade durante a internação. Testes de normalidade, Mann-Whitney e qui-quadrado foram utilizados ambos no software IBM SPSS Statistics 22. Foram avaliados 40 pacientes, com distribuição equitativa entre os sexos. Os pacientes apresentaram idade média de 72 ±13 anos. Do total, 72,5% (n=29) foram classificados com risco nutricional e o percentual de mortalidade foi de 43,6% (n=17). A mediana de permanência no CTI foi de 6 (4–9) dias, uso de VM de 1 (0–7) dia, enquanto a mediana de tempo de internação hospitalar foi de 9 (6–14) dias. Pacientes com risco nutricional apresentaram maior mediana de permanência no CTI 7 (4–12) dias e de uso de VM 4 (0–8,5) dias, em comparação aos pacientes sem risco nutricional 4 (3–6) dias e 0 (0–0) dias, respectivamente; $p < 0,001$ em ambos os testes. Entretanto, não houve diferença significativa com relação ao tempo total e ocorrência de mortalidade durante a internação hospitalar entre pacientes com e sem risco nutricional ($p=0,08$ e $p=0,07$; respectivamente). Portanto, observou-se que o risco nutricional se correlaciona com desfechos clínicos desfavoráveis em pacientes gravemente enfermos principalmente na terapia intensiva, demonstrando ser um indicador relevante nesse cenário.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES.

Relação entre Comportamento Alimentar e Imagem Corporal em Ginastas Rítmicas do Nordeste do Brasil

Ester Alves de Barros¹, Luiz Henrique Rezende Maciel¹, Lilian Gonçalves Teixeira²

¹ Departamento de Educação Física/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) -
Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Nutrição/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

ester.barros2@ufla.br, luizhenrique@ufla.br, lilian.teixeira@ufla.br

Palavras-chave: Insatisfação Corporal. Comportamento Alimentar. Ginástica Rítmica. Estética.

A ginástica rítmica, por exigir elevado desempenho físico e estético, expõe as atletas a intensas pressões, que podem favorecer comportamentos alimentares disfuncionais e insatisfação com a imagem corporal. Nesse contexto, compreender esses fatores é essencial para a promoção da saúde mental e do desempenho esportivo. O objetivo deste estudo foi analisar a relação entre comportamento alimentar e imagem corporal em ginastas rítmicas da região Nordeste do Brasil. Trata-se de um estudo transversal, descritivo e quantitativo, com amostra de 42 atletas (idade média = $19,28 \pm 2,25$ anos). As participantes possuem tempo médio de prática na modalidade de 9,54 anos (DP = 3,43), com uma rotina que compreende, em média, 4,26 dias de treino por semana (DP = 1,28). Foram aplicados os instrumentos *Three-Factor Eating Questionnaire* – R21 (TFEQ-21), para avaliação do comportamento alimentar, e o *Body Shape Questionnaire* – 34 (BSQ-34), para avaliação da insatisfação com a imagem corporal. As análises foram realizadas no software Jamovi, utilizando estatística descritiva e correlação de Spearman (ρ), adotando-se $p < 0,05$. Os resultados revelaram que a insatisfação com a imagem corporal (BSQ-34) correlacionou-se positivamente com o descontrole alimentar ($\rho = 0,332$; $p < 0,05$), a restrição cognitiva ($\rho = 0,594$; $p < 0,001$) e a alimentação emocional ($\rho = 0,359$; $p < 0,05$). Também foi identificada correlação positiva entre descontrole alimentar e alimentação emocional ($\rho = 0,543$; $p < 0,001$), além de correlação negativa entre tempo de prática e descontrole alimentar ($\rho = -0,327$; $p < 0,05$), indicando que atletas mais experientes tendem a apresentar menor descontrole. Conclui-se que a insatisfação com a imagem corporal está fortemente associada a comportamentos alimentares de risco em ginastas rítmicas, o que reforça a importância de estratégias voltadas à regulação emocional e à promoção de uma cultura esportiva que minimize pressões estéticas e favoreça práticas alimentares saudáveis.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).



PLANTAS MEDICINAIS, AROMÁTICAS E CONDIMENTARES



Interações micorrízicas em plantas medicinais

Leticia da Silva Rodrigues¹, Marco Aurélio Carbone Carneiro²

¹Departamento de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares – Universidade

Federal de Lavras (UFLA)– Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Ciências do Solo – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

leticia.rodrigues4@ufla.br, marcocarbone@ufla.br

Palavras-chave: Plantas medicinais, Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), Biomassa vegetal.

As plantas medicinais desempenham papel importante na saúde humana, sendo fontes de diversos metabólitos bioativos. O objetivo deste estudo foi revisar a literatura sobre a interação entre plantas medicinais e fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e seu impacto na promoção de biomassa e produção de compostos terapêuticos. Metodologia realizou-se um levantamento bibliográfico nas bases PubMed, Google Acadêmico e Scopus, incluindo estudos que abordassem os efeitos da simbiose micorrízica em espécies medicinais. Principais resultados obtidos a colonização por FMAs aumentou significativamente a biomassa radicular e aérea, aprimorou a absorção de nutrientes e água, elevou a resistência das plantas a estresses abióticos e bióticos e estimulou a produção de metabólitos secundários, como flavonoides, fenóis e óleos essenciais. Conclusão a interação entre plantas medicinais e FMAs é uma estratégia eficaz para potencializar o crescimento vegetal e a biossíntese de compostos bioativos, destacando-se como recurso promissor para a agricultura sustentável e para o aumento da produção de moléculas de interesse terapêutico.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Muscodor* sp. NO MANEJO DE *Spodoptera frugiperda

Aline Norberto Ferreira¹, Sarah Da Silva Costa Guimarães², Elias de Jesus Miranda³, Bruno Henrique Sardinha de Souza¹, Patrícia Gomes Cardoso²

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciência da Computação/ICET – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

aline.ferreira5@estudante.ufla.br, sarahscosta80@gmail.com,
elias.miranda@estudante.ufla.br, brunosouza@ufla.br, patricia@ufla.br

Palavras-chave: Lagarta do cartucho, Fungos endofíticos, Controle biológico, Segurança terapêutica.

O milho (*Zea mays*) é uma das principais culturas agrícolas do mundo, essencial para a alimentação humana e animal. Além de sua relevância econômica, o milho gera subprodutos de interesse terapêutico, como a seda do milho, que apresenta atividades diuréticas, antioxidantes, anti-inflamatórias, antidiabéticas e hepatoprotetoras. No entanto, o uso intensivo de agroquímicos no controle de pragas, como a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), limita o aproveitamento seguro desse resíduo. Nesse contexto, o controle biológico surge como alternativa sustentável, destacando-se os fungos endofíticos do gênero *Muscodor*, capazes de produzir voláteis bioativos com ação sobre fitopatógenos, nematoides e insetos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de isolados de *Muscodor* no controle biológico de *S. frugiperda*, visando aplicações terapêuticas da seda do milho. Para isso, lagartas neonatas foram expostas a voláteis produzidos por isolados de *Muscodor* em placas bipartidas, avaliando-se a mortalidade no 3º, 5º, 7º e 10º dias após a inoculação. Placas sem o fungo endofítico foram usadas como controle. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 20 repetições por tratamento, sob temperatura de 25 °C. Os resultados mostraram efeito significativo dos voláteis sobre o desenvolvimento larval, com taxas de mortalidade variando entre 16,67% e 75,00%, enquanto o controle apresentou apenas 8,33%. As lagartas sobreviventes também apresentaram crescimento reduzido, com diminuição de até 67,40% no comprimento em comparação ao controle. Os resultados evidenciam o potencial de *Muscodor* no manejo de *S. frugiperda*, viabilizando o uso seguro da seda de milho como recurso terapêutico.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Interação dos compostos majoritários de *Nectandra nitidula*, *Ocimum basilicum* e *Salvia rosmarinus* na enzima Acetilcolinesterase de *Tetranychus urticae*

Elizabeth Rojas Perez¹, Henry Andres Mejia Londono², Elaine Fontes Ferreira da Cunha³, Luciane Vilela Rezende¹

¹Departamento de Agronomia/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

³Departamento de Química/DQI – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

{elizabeth.perez2,henry.londono}@estudante.ufla.br, {Luciane.vilela, elaine_cunha}@ufla.br

Palavras-chave: ácaro rajado, óleo essencial, molecular docking acetilcolinesterase (AChE).

O ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) é uma praga cosmopolita e polífaga, limitante em diversas culturas agrícolas. Seu controle é realizado majoritariamente com agrotóxicos, mas o uso excessivo desses produtos tem gerado resistência populacional e impactos ambientais. Nesse contexto, os óleos essenciais constituem uma alternativa promissória, por apresentarem diversidade química, biodegradabilidade e menor risco de toxicidade residual. A enzima Acetilcolinesterase (AChE) é um alvo relevante no manejo de pragas, pois atua na hidrólise da acetilcolina, fundamental para a transmissão nervosa. Sua inibição causa acúmulo desse neurotransmissor, o que a torna estratégica no desenvolvimento de novos acaricidas. O trabalho objetivou avaliar, por meio de ancoramento molecular (Molecular Docking) as interações da (AChE) de *T. urticae* (*TuAChE*) com os compostos majoritários dos óleos essenciais de das espécies *N. nitidula*, *S. rosmarinus* e *O. basilicum*. A estrutura tridimensional da *TuAChE* foi obtida do UniProtKB (code: AF-P14679-F1-v4). Átomos de hidrogênio foram adicionados e a estrutura foi minimizada usando o campo de força MMFF (Merck Molecular Force Field). Os ligantes 1,8-cineol, metil-chavicol e sesquirosefurano foram obtidos do PubChem. As estruturas foram minimizadas e as cargas parciais calculadas, utilizando o software Discovery Studio®. O Docking foi realizado utilizando o software Molegro Virtual Docker (MVD®), identificando a cavidade do sítio ativo com volume de 62,98 Å. A ordem de estabilidade do complexo formado foi sesquirosefurano > metil-chavicol > 1,8-cineol. Os dois últimos ligantes formaram ligações de hidrogênio com os resíduos Tyr438 e Trp230, enquanto sesquirosefurano apresentou interações tipo π -sigma com o resíduo Tyr438, não observado nos outros compostos. O presente estudo demonstra o potencial dos óleos essenciais no controle de *T. urticae* e destaca a importância da continuidade de estudos de acoplamento molecular para correlacionar essas interações com a atividade acaricida.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

***Paraconiothyrium* sp. NO CONTROLE DO CRESTAMENTO BACTERIANO EM FEIJÃO**

Aline Norberto Ferreira¹, Andrêssa Cardozo De Almeida², Sarah Da Silva Costa Guimarães², Fernanda de Araújo Carneiro², Patrícia Gomes Cardoso²

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/ICN – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

aline.ferreira5@estudante.ufla.br,
andressa.almeida1@estudante.ufla.br, sarahscosta80@gmail.com,
fearcal4@gmail.com, carolinasiqueira@ufla.br, patricia@ufla.br

Palavras-chave: Fungos endofíticos, *Xanthomonas phaseoli*, Controle biológico, Segurança terapêutica.

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é amplamente cultivado por seu valor econômico e nutricional. Embora seu potencial terapêutico seja pouco explorado, ele contém compostos bioativos associados a efeitos terapêuticos, como controle da glicemia, redução de triglicerídeos e colesterol, atividades antioxidantes, nefroprotetoras e antitumorais. Para fins medicinais, seu cultivo requer práticas que assegurem a segurança terapêutica. Entretanto, a cultura é afetada por doenças como o crestamento bacteriano comum, causado por *Xanthomonas phaseoli* pv. *phaseoli*. Nesse contexto, fungos endofíticos como os do gênero *Paraconiothyrium* podem representar uma alternativa sustentável para o manejo da doença. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos isolados de *Paraconiothyrium* na severidade do crestamento bacteriano em feijão. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizado com 10 repetições, em câmara de crescimento vegetal sob temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro. Cinco isolados pertencentes a *P. cyclothyrioides* e *P. estuarinum* foram cultivados e uma suspensão das hifas e aplicados via tratamento de sementes em plantas posteriormente inoculadas com o patógeno. Foram utilizadas duas testemunhas: uma absoluta (sem inoculação do patógeno) e uma inoculada. A severidade da doença foi avaliada 15 dias após a inoculação pela escala de Schoonhoven e Pastor-Corrales (1991), com variação de 1-9. As plantas sem o fungo e inoculadas com a bactéria patogênica (Testemunha) apresentaram elevada severidade nos sintomas da doença, com valor médio de 9,0, com lesões coalescentes e intensa desfolha. Plantas associadas a *Paraconiothyrium* exibiram níveis significativamente menores de severidade, com médias entre 2,6 e 3,5, que corresponde a sintomas leves. Os resultados evidenciam o potencial de *Paraconiothyrium* no controle do crestamento bacteriano, oferecendo uma alternativa sustentável ao manejo químico e contribuindo para a segurança terapêutica do feijão.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

POTENCIALIDADES TERAPÊUTICAS DA *Datura stramonium* L. (SOLANACEAE)

Pedro Gabriel Dias Vieira¹, Luciana Leão Rosado², Júlia Assunção de Castro³,
Alexandre Alves de Carvalho¹, Manuel Losada Gavilanes⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares,
DAG/ESAL/UFLA - Lavras, MG - Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola/ESAL/UFLA - Lavras, MG -
Brasil

³Programa de Pós-Graduação em Entomologia UFLA – Lavras, MG - Brasil

⁴Horto de Plantas Medicinais, DAG/ESAL/UFLA – Lavras, MG - Brasil

Pedro.vieiral@estudante.ufla.br, Luciana.rosado@estudante.ufla.br,
Julia.oliveira7@ufla.br, alexandre_carvalho@ufla.br,
mlgavilanes@ufla.br

Palavras-chave: fitoterapia; alcaloides tropânicos; toxicologia; farmacologia vegetal; estramônio.

Datura stramonium L., conhecida popularmente como estramônio, trombeta-do-diabo ou figueira-do-inferno, é uma planta herbácea anual, nativa das Américas e amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais. Destaca-se pelo perfil fitoquímico diversificado e pela presença de alcaloides tropânicos, como atropina, escopolamina e hiosciamina, com elevada atividade biológica e potencial terapêutico, mas também com alto risco de toxicidade. Este trabalho teve como objetivo revisar a literatura científica recente sobre a espécie, abordando seus constituintes químicos, atividades biológicas, usos terapêuticos, riscos toxicológicos e aplicações industriais. A metodologia consistiu em uma busca nas bases de dados científicas Scopus, Web of Science, ScienceDirect, PubMed e Portal de Periódicos CAPES, utilizando descritores relacionados à botânica, fitoquímica, farmacologia e toxicologia de *D. stramonium*, incluindo artigos publicados entre 2018 e 2025 que apresentassem dados sobre composição química, atividades biológicas, efeitos toxicológicos e usos. Os resultados evidenciaram a presença de alcaloides tropânicos com ação anticolinérgica, a espécie contém lactonas esteroidais com propriedades anti-inflamatórias e analgésicas, atuando sobre vias como COX-1, COX-2, NF-kB e iNOS, bem como flavonoides, saponinas, triterpenos e compostos fenólicos com atividades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica contra linhagens tumorais, além de polissacarídeos com efeito prebiótico. Tradicionalmente, é utilizada como analgésico, broncodilatador e em rituais espirituais, porém apresenta elevado risco de intoxicação, incluindo sintomas neurológicos graves. Suas aplicações industriais incluem uso como inibidor de corrosão e no controle biológico de pragas. Conclui-se que *D. stramonium* apresenta amplo potencial terapêutico e biotecnológico, mas requer uso extremamente controlado devido à alta toxicidade, sendo essenciais estudos contínuos sobre sua segurança para aplicação segura na fitoterapia e na indústria.

Agradecimentos : Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Acúmulo de biomassa vegetal de *Origanum majorana* L. cultivadas *in vitro* suplementadas com diferentes doses de nanopartículas de prata

João Pedro Miranda Rocha¹, Gustavo Costa Santos², Thayane Ferreira Miranda³, Rafael Marlon Alves de Assis⁴, Ana Caroline Batista da Silva⁵, José Eduardo Brasil Pereira Pinto⁶, Suzan Kelly Vilela Bertolucci⁷

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{joao.rocha101,thayane.miranda1, ana.silva1565}@estudante.ufla.br
{jeduardo6,suzan7}@ufla.br, {omguh.costa2, rafamarlon74}@gmail.com

Palavras-chave: Manjerona, micropropagação, elicitação, nanotecnologia.

A manjerona (*Origanum majorana* L.) da família Lamiaceae, é uma erva condimentar e medicinal. Apreciada no mediterrâneo, pode ser uma fonte alternativa na produção de arbutina, um polifenol com interesse cosmeceútico. Nanopartículas de prata (AgNPs) tem sido utilizada na cultura de tecidos vegetais como elicitor pelos seus efeitos na fisiologia de plantas. Objetivou-se avaliar doses de nanopartículas de prata (AgNPs) no acúmulo de biomassa vegetal de *O. majorana* cultivadas *in vitro*. Sementes de *O. majorana* foram adquiridas comercialmente da empresa TopSeed®, lote 106196. Estas passaram por processo de desinfestação sob hipoclorito de sódio (%) 50% durante 10 minutos, e triplice lavagem em água destilada autoclavada em capela de fluxo laminar. As sementes foram inoculadas em tubos de ensaio contendo 15 mL de meio de cultivo MS suplementado com 3% de sacarose e 0,5% de ágar, pH 5,7 e mantidas em sala de crescimento sob 34 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de luminosidade e fotoperíodo de 16h, 2 sementes por tubo. Após 30 dias, as plântulas contendo os cotilédones e raízes foram transferidas para o meio de cultivo MS líquido, suplementado com 3% de sacarose, pH 5,7 e diferentes doses de AgNPs (0, 30, 60, 90 e 120 $\mu\text{g. L}^{-1}$). As nanopartículas foram incorporadas a partir de uma solução tamponada de AgNPs de 40 nm, adquirida comercialmente (Sigma-Aldrich®). As plântulas foram mantidas em sala de crescimento sob 94 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de luminosidade e fotoperíodo de 16h. Após 30 dias, folhas, caules e raízes foram separados e secas até peso constante em estufa com circulação de ar forçada á 38°C. Em seguida, as biomassas secas de folha (BSF), caules (BSC), raízes (BSR) e total (BST) foram mensuradas em balança analítica. Observou-se um aumento linear da biomassa seca de todos os órgãos vegetativos com a suplementação de doses crescentes de AgNPs nos meios de cultivo. A maior dose de AgNPs (120 $\mu\text{g. L}^{-1}$) induziu o maior acúmulo da BSF (46,75 mg), da BSC (18,62 mg), da BSR (19,75 mg) e da BST (85,1 mg), sendo as médias estatisticamente superiores aos demais tratamentos. Portanto, a dose de 120 $\mu\text{g. L}^{-1}$ da solução de AgNPs estimula o acúmulo de biomassa em plântulas de *O. majorana*, confirmando seu papel elicitor no crescimento desta espécie *in vitro*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

GIBERELINA: UMA ABORDAGEM PARA AUMENTAR A TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO E O ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Coffea arabica*

Janet Carvalho do Nascimento Chaves Neiva¹, Lucas Pereira Ribeiro¹, Leandro de Moraes Januário¹, Wilson Vicente Souza Pereira², Édila Vilela de Rezende Von Pinho², Heloísa Oliveira dos Santos²

¹Programa de Pós-graduação em Plantas Medicinais – Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

janet.neiva@estudante.ufla.br, lucas.ribeiro8@estudante.ufla.br,
leandro.januario@estudante.ufla.br, wvcentesp@gmail.com, edila@ufla.br,
heloisa.osantos@ufla.br.

Palavras-chave: Condicionamento, priming, armazenamento.

A longevidade reduzida de sementes de café representa um gargalo significativo para a cadeia produtiva, apesar da grande importância econômica da cafeicultura. O condicionamento fisiológico tem sido investigado como uma alternativa para mitigar essa limitação, visando a melhoria do vigor e do potencial de armazenamento das sementes. Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade de sementes de café arábica (*Coffea arabica*) submetidas a condicionamento com giberelina durante o armazenamento. Sementes com pergaminho foram imersas em uma solução aerada de giberelina (50mg·L⁻¹) por sete dias a 25°C no escuro. A viabilidade das sementes foi avaliada por meio de testes de germinação imediatamente após o condicionamento e aos 3 e 6 meses de armazenamento. Adicionalmente, sementes não condicionadas e armazenadas pelos mesmos períodos foram submetidas ao condicionamento posteriormente. Como grupo controle, foram utilizadas sementes não condicionadas, mantidas sob as mesmas condições de armazenamento. O teste de germinação foi conduzido a 30°C sob luz constante, e a avaliação consistiu na contagem de plântulas normais (com raiz, caule e primeiro par de folhas expandidas) após 45 dias. Não foram observadas diferenças estatísticas na germinação entre o grupo controle e as sementes tratadas com giberelina imediatamente após o condicionamento. Ao longo do período de armazenamento, houve uma queda nos percentuais de germinação para todas as sementes. Embora o condicionamento realizado antes do armazenamento tenha sido superior ao realizado posteriormente, os resultados indicam que o condicionamento fisiológico de *Coffea arabica* em giberelina não se mostrou eficaz para aumentar a longevidade das sementes durante o armazenamento.

Agradecimentos:

UFLA, FAPEMIG, CNPq, CAPES e INCT Café.

Potencial anti-inflamatório e antioxidante da insulina-vegetal (*Cissus verticillata*) no modelo zebrafish

Estéfany Ribeiro Leão¹, Kiara Cândido Silva Duarte², Bárbara Rodrigues do Carmo Virote², João Pedro Miranda Rocha¹, Luis David Solis Murgas²

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{estefany.leao1, kiara.silva2, joao.rocha10}@estudante.ufla.br,
{barbara.virote1, lsmurgas}@ufla.br

Palavras-chave: Planta medicinal. Danio rerio. Estresse oxidativo.

A *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & C.E.Jarvis é uma planta medicinal nativa do Brasil, conhecida popularmente como insulina-vegetal. Poucos trabalhos na literatura trazem comprovações sobre seus benefícios ou dose segura para uso. Objetivou-se avaliar no modelo animal zebrafish o potencial antioxidante e anti-inflamatório do extrato aquoso (AqE) de insulina-vegetal. Folhas de *C. verticillata* foram obtidas no Horto de Plantas Medicinais (UFLA), secas em estufa com circulação de ar forçada ($\pm 45^{\circ}\text{C}$) e moídas. Foram pesados 50g do material vegetal, acondicionados 500 mL de água e submetidas em sistema refluxo por 30 minutos à 100°C . O extrato foi filtrado e liofilizado e armazenado à 4°C . O ensaio experimental foi realizado no Biotério Central – Ala de Peixes (CEUA nº 2220021023). Foi realizado o ensaio de embriotoxicidade do AqE (10%) em zebrafish, identificando três concentrações abaixo da LC50 e sem efeito teratogênico. Após a exposição ao extrato nas concentrações de 0, 78, 155 e 310 $\mu\text{g/mL}$ por 96 horas pós fertilização (hpf), as larvas foram eutanasiadas e maceradas para análise de enzimas antioxidantes ($n=120/\text{tratamento}$). Para avaliação do efeito anti-inflamatório, larvas ($n=60/\text{tratamento}$) de zebrafish (72 hpf) foram expostas ao AqE, submetidas à amputação da nadadeira caudal, coradas com Sudan black e avaliadas quanto à migração de neutrófilos em estereomicroscópio. E outras larvas ($n=60/\text{tratamento}$) foram fotografadas em 0 e 72 h pós-amputação para quantificação da área regenerada. Os dados foram analisados no software Prism, utilizando teste de Shapiro-Wilk para normalidade e, quando atendido o pressuposto, ANOVA seguida de pós-teste de Tukey ($p<0.05$). A enzima catalase apresentou aumento na concentração de 78 $\mu\text{g/mL}$, enquanto a atividade da GST mostrou redução na concentração de 310 $\mu\text{g/mL}$, ambas em comparação ao Controle. Em todos os tratamentos, foi visto redução significativa no recrutamento de neutrófilos comparados ao Controle ($p<0.05$). Quanto à regeneração da cauda, não houve diferença entre os tratamentos e o Controle. A insulina-vegetal apresenta potencial anti-inflamatório e pode atuar de forma protetora contra os radicais livres.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e Rede Zebraminas (FAPEMIG).

Potencial terapêutico dos extratos de *Sonchus oleraceus* L.: uma revisão sistemática

Anna Carolina Reis Moreno¹, Ana Clara Borges Silva², Wanderley José

Mantovani Bittencourt³, Luciane Vilela Resende¹

^{1,2} Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

³ Faculdade de Farmácia – Centro Universitário de Lavras – Lavras, MG – Brasil

anna.moreno@estudante.ufla.br ; ana.silval60@estudante.ufla.br ;
wanderley.bittencourt2@ufla.br ; luciane.vilela@ufla.br

Palavras-chave: *Sonchus oleraceus*; extratos vegetais; compostos bioativos; plantas medicinais.

Esta revisão sistemática teve como objetivo sintetizar as evidências científicas disponíveis acerca dos efeitos biológicos e terapêuticos dos extratos de *Sonchus oleraceus* L., uma espécie da família Asteraceae amplamente utilizada na medicina tradicional e na alimentação em diversas culturas. O estudo foi conduzido de acordo com as diretrizes PRISMA 2020 e foram realizadas buscas nas bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science, Embase e SciELO, considerando artigos publicados entre 2005 e 2025. Foram inicialmente identificados 57 estudos, dos quais, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 18 experimentais foram selecionados para análise. Os extratos de *S. oleraceus*, obtidos predominantemente por métodos hidroetanólicos e etanólicos, apresentaram um amplo espectro de atividades farmacológicas. Entre os efeitos observados destacam-se as propriedades antidiabéticas, com melhora da homeostase glicêmica mediada por vias como AMPK/Akt/GSK-3 β ; ação antioxidante, associada à redução de radicais livres e aumento da atividade enzimática protetora; efeitos anti-inflamatórios e analgésicos, mediados pela inibição de mediadores pró-inflamatórios; além de atividades ansiolíticas e antidepressivas, relacionadas à modulação de sistemas monoaminérgicos. Também foram descritos efeitos antitumorais, gastroprotetores, nefroprotetores e antienvelhecimento, com destaque para a participação de compostos fenólicos, flavonoides e lactonas terpênicas. Esses achados sugerem modulação das vias metabólicas e inflamatórias, aumento da defesa antioxidante e proteção de órgãos-alvo, como fígado, rins, estômago e sistema nervoso central. Apesar dos resultados promissores, a maioria das evidências provém de modelos *in vitro* ou pré-clínicos em animais, destacando a necessidade de caracterização fitoquímica padronizada e ensaios clínicos bem delineados. De modo geral, a *S. oleraceus* demonstra potencial terapêutico relevante, mas estudos adicionais são essenciais para sua aplicação segura e eficaz na prática clínica.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Produção de metabólitos secundários em *Mentha piperita* L. micropropagada em diferentes espectros

Lurdeslaine Faria Teixeira¹, Nilza Manuel Muale¹, Ana Caroline Batista da Silva¹, Suzan Vilela Bertolucci¹, José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

[lurdeslaine.teixeira@estudante.ufla.br](mailto:{lurdeslaine.teixeira@estudante.ufla.br}),
nilza.muale@estudante.ufla.br, ana.silva156@estudante.ufla.br,
suzan@ufla.br, jeduardo@ufla.br

Palavras-chave: hortelã-pimenta, planta medicinal, compostos voláteis.

A hortelã-pimenta (*Mentha piperita* L.) é uma espécie medicinal da família Lamiaceae, rica em monoterpenos oxigenados, como o mentol, mentona, pulegona e o mentofurano, composto importante para a indústria da perfumaria. A qualidade de luz na micropropagação pode auxiliar no aumento da produção de metabólitos secundários, já que os fotorreceptores regulam as rotas metabólicas das plantas. Objetivou-se avaliar o teor dos compostos voláteis de *M. piperita* L. quando cultivada *in vitro* em diferentes espectros. O experimento teve 6 tratamentos (luz) e 4 repetições. Segmentos nodais de 1 cm de comprimento provenientes de plântulas de *Mentha piperita* L. já estabelecidas *in vitro* foram inoculadas em tubos de ensaio com meio de cultivo MS. Os explantes ficaram na sala de crescimento sob luz LED branca, azul, vermelha, 50% azul: 50% vermelha, 70% azul: 30% vermelha e 30% azul: 70% vermelha, a temperatura de 25°C e fotoperíodo de 16h/8h. Após 30 dias, as folhas foram secas em estufa a 38 °C. Foram pesadas 30 mg de folhas secas, para análise por headspace em Cromatógrafo Gasoso/Espectrômetro de Massas (CG/MS) e os compostos identificados com base na literatura e banco de dados da biblioteca NIST. Os dados foram analisados pelo software SISVAR, aplicando o teste de Scott-Knott com a probabilidade de 5%. As maiores médias de mentofurano foram observadas em plântulas que cresceram sob LED branco (78,86%), vermelho (80,03%), 50%A:50%V (77,87%) e 30%A:70%V (78,45%). Enquanto que a pulegona é beneficiada pelo espectro azul (17,87%), 50%A:50%V (16,82%) e 30%V:70%A (18,14%). Conclui-se que plântulas de *M. piperita* L. micropropagadas podem ser uma fonte alternativa de matéria-prima para a indústria da perfumaria, devido à alta produção de mentofurano.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

ACÚMULO DE FENÓIS TOTAIS EM *Mentha pulegium* L. CULTIVADA EM DUAS ÉPOCAS

Rogério Suzana de Freitas Micaela¹, Maria Eduarda Ferreira Souza², João Pedro Miranda Rocha¹, Rafael Marlon Alves de Assis¹, Lurdeslaine Faria Teixeira¹, José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹, Suzan Kelly Vilela Bertolucci¹

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Ciências Florestais/ ESAL - Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{rogerio.micaela1, maria.souza37}@estudante.ufla.br, {jjoaomiranda7, rafamarlon7, teixeiralurdeslaine}@gmail.com, {jeduardo, suzan}@ufla.br

Palavras-chave: Poejo, Plantas Medicinais, Metabolismo especial.

Os compostos fenólicos compõem o metabolismo especial de plantas medicinais, podendo apresentar propriedades antioxidante, antiviral, bem como antibacteriana. *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae), popularmente conhecida por ‘poejo’, é uma herbácea perene medicinal, aromática e condimentar. Objetivou-se avaliar o teor de fenóis totais em *M. pulegium* cultivada em duas épocas (verão/2022 e primavera/2023). As mudas foram obtidas no Horto de Plantas Medicinais- DAG-UFLA, de estacas apicais com ± 8 cm, distribuídas em bandejas de polietileno de 128 células contendo substrato comercial Tropstrato HTM e mantidas em casa de vegetação com irrigação automática por 15 dias. Posteriormente, foram transplantadas para vasos de 10L preenchidos com terra + areia (2:1) adubado com 400 g de esterco bovino curtido. Com delineamento inteiramente casualizado, cada experimento contou com 5 repetições (1 planta/vaso), 5 vasos por repetição totalizando 25 plantas. Após 90 dias, as plantas foram colhidas, secas em estufa de secagem a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ até peso constante. A quantificação dos fenóis totais foi realizada pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, utilizando 20 μL do extrato das folhas secas, 120 μL de solução aquosa do reagente (10% v/v) e 120 μL de Na_2CO_3 (7,0% p/v). A absorbância foi mensurada a 760 nm, após 2 h de incubação no escuro e temperatura ambiente. As curvas de calibração foram construídas a partir de uma solução mãe de 1,0 mg mL⁻¹ de ácido gálico (Sigma-Aldrich, $\geq 98\%$) na faixa de 0,015 a 0,25 mg mL⁻¹, e os resultados expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de massa seca de folha (mgEAG gMSF⁻¹). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). Maiores médias de fenóis totais foram observadas na primavera (20,31 mgEAG gMSF⁻¹) em relação ao verão (17,90 mgEAG gMSF⁻¹). O aumento de 13% no teor de fenóis totais na primavera de 2023 pode estar relacionado com o maior estresse luminoso, que teve registro de insolação média de 7,32 kWh /m² /dia em relação ao do verão de 2022 que foi de 5,50 kWh /m² /dia. Desse modo, conclui-se que o cultivo do poejo na primavera é mais indicado para o aumento da produção de fenóis totais em *M. pulegium*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

ESTIMATIVA MATEMÁTICA DA ÁREA FOLIAR DE *Nectandra nitidula* NEES ET MART. (LAURACEAE)

Glycia Ferreira de Rezende¹, Elizabeth Rojas Perez¹, Henry Andres Mejía Londoño², Manuel Losada Gavilanes¹

¹Departamento de Agricultura – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) – Brasil

glycia.rezende2@estudante.ufla.br, elizabth.perez2@estudante.ufla.br, henry.londono@estudante.ufla.br, mlgavilanes@ufla.br

Palavras-chave: Canela do mato, modelo linear, *Nectandra nitidula* Nees & Mart.

A determinação da área foliar constitui um parâmetro fundamental para a avaliação do crescimento e do desenvolvimento vegetativo, podendo ser obtida por meio de modelos matemáticos que configuram uma abordagem eficiente, econômica, rápida e não destrutiva. O presente estudo teve como objetivo estimar a área foliar de *Nectandra nitidula* Nees & Mart e estabelecer modelos matemáticos a partir das dimensões de comprimento (C), largura (L) e a relação entre essas duas variáveis (CXL). Foram analisadas 213 folhas da espécie, fotografadas e processadas no software **ImageJ®**, a fim de mensurar o comprimento (C), a largura (L), o produto C×L e a área foliar observada (AFO). A estimativa da área foliar foi realizada utilizando métodos de regressão linear, quadrático e potência, baseando-se nas medidas lineares de C, L e CxL, totalizando 9 modelos (3 modelos x 3 variáveis independentes). Os modelos lineares, gráficos e histogramas foram feitos a partir do software Minitab®. Os dados obtidos demonstraram que o produto das medidas lineares comprimento e largura são suficientes para estimar a área foliar da espécie. Assim, é possível determinar a área foliar de *N. nitidula* a partir da equação linear: $\hat{Y} = 0,6997x + 0,3894$ ($R^2 = 0,9456$) em função do produto das medidas lineares comprimento (x) e largura (y). Por tanto, esses resultados fornecem uma ferramenta metodológica de aplicação prática para estudos de crescimento, desenvolvimento e conservação da espécie, evitando a necessidade de métodos invasivos ou destrutivos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Aplicação de Visão Computacional para Análise Histológica da Pigmentação Cutânea

Ana Clara Borges Silva¹, Pedro Elias Patente Freire², Laura Cristina Jardim Pôrto Pimenta³, Luciane Vilela Resende⁴

¹Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Medicina/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Nutrição/FCS - Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Agricultura/DAG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

ana.silva160@estudante.ufla.br, pedro.freire@estudante.ufla.br,
laurap@ufla.br, luciane.vilela@ufla.br

Palavras-chave: Visão computacional; Melanina; Histologia.

A análise histológica de melanócitos e folículos capilares contendo melanina é essencial para estudos relacionados à distúrbios de pigmentação cutânea. Neste trabalho, foi desenvolvido um programa em Python, utilizando as bibliotecas OpenCV e CustomTkinter, para automatizar a quantificação desses elementos em lâminas histológicas de pele. As imagens foram obtidas em alta resolução (2048x1536, 3 canais) e submetidas a conversão para escala de cinza pelo método de Luma, seguida de binarização com limiar manual. Posteriormente, foi aplicada a inversão binária (BINARY_INV) para destacar estruturas de interesse. A contagem foi realizada a partir da identificação dos contornos e do cálculo das áreas foliculares (Afol), considerando apenas aquelas superiores a um valor mínimo pré-definido (Amín), de acordo com a fórmula:

$$N = i = 1m(Afol(i) > Amín)$$

onde N representa o número de folículos contendo melanina. O método foi aplicado em amostras de pele de camundongos provenientes de um projeto em andamento do grupo de pesquisa sobre vitiligo, aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFLA, protocolo nº 036/23. Essa abordagem possibilitou a padronização da análise histológica, minimizando interferências subjetivas e eliminando artefatos. O modelo proposto demonstra potencial como ferramenta de apoio à pesquisa em doenças cutâneas que afetam a pigmentação da pele, contribuindo para maior precisão e reprodutibilidade na quantificação de melanina.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Potenciais terapêuticos e riscos toxicológicos de *Brugmansia suaveolens* (willd.) Sweet – Solanaceae

Carolina de Souza Oliveira¹, Luciana Leão Rosado², Júlia Assunção de Castro Oliveira³, Manuel Losada Gavilanes¹, Alexandre Alves de Carvalho¹

¹ Programa de Pós-Graduação Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares –
DAG/ESAL/UFLA - Lavras-MG, Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola, DBI/ICN/UFLA, Lavras-MG, Brasil

³ Departamento de Entomologia - DEN, DEN/DAG/UFLA, Lavras-MG, Brasil

{carolina.oliveira3,luciana.rosadol}@estudante.ufla.br,
julia.assuncaooliveira@hotmail.com, {mlgavilanes,
alexandre_carvalho}@ufla.br

Palavras-chave: Metabólitos secundários; Plantas Medicinais; Toxicidade.

A *Brugmansia suaveolens* (Willd.) Sweet (sinônimo: *Datura suaveolens* Willd.), SOLANACEAE, conhecida como trombeta-de-anjo ou saia-branca, é um arbusto ou pequena árvore, nativa da América do Sul, com flores esbranquiçadas ou amareladas, em forma de trombeta, perfumadas. Assim, objetivou-se realizar uma revisão sobre as propriedades medicinais que têm sido pesquisadas sobre essa espécie. Para isso, foi feito um levantamento na base de dados Scopus nas áreas de bioquímica, genética, medicina, farmacologia, medicamentos e toxicologia. De 45 artigos encontrados, foram selecionados aqueles produzidos nos últimos cinco anos, totalizando 11 artigos. Os estudos demonstram que a espécie possui relevante histórico etnofarmacológico, sendo tradicionalmente utilizada como analgésico e no tratamento de afecções dermatológicas e gastrointestinais em comunidades da Etiópia e do Himalaia. Pesquisas científicas recentes validam essas propriedades, revelando que os extratos metanólicos das folhas contêm elevados teores de compostos fenólicos (41,13 mg/g) e flavonoides (208,31 mg/g), conferindo atividade antioxidante e antibacteriana significativa. À análise fitoquímica identificou alcaloides tropânicos, como escopolamina e atropina, com ação antimicrobiana contra bactérias Gram-negativas. Inovações biotecnológicas incluem nanopartículas de prata sintetizadas dos extratos, que aumentaram em 250% a eficácia analgésica em modelos animais, além de culturas “in vitro” que otimizam a produção sustentável desses alcaloides. Isolou-se ainda o composto SUPH036-022A, com propriedades imunomoduladoras e capacidade de induzir apoptose em linhagens cancerosas. Entretanto, o uso seguro requer cautela devido a relatos de intoxicação humana grave com manifestações neurológicas e citotoxicidade demonstrada, necessitando de padronização de extratos e estudos toxicológicos. Conclui-se que os metabólitos secundários da espécie são promissores para desenvolvimento de fármacos, porém seu uso seguro demanda pesquisas futuras.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação do Teor de Curcumina por CLAE-FR em cinco marcas de Suplementos de *Curcuma longa*

Luciana Leão Rosado¹, João Pedro Miranda Rocha¹, Suzan Kelly Vilela Bertolucci¹, Roberta Hilsdorf Piccoli¹, Wanderley José Mantovani Bittencourt¹

¹Departamento de Agricultura /ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

luciana.rosadol@estudante.ufla.br, joao.rocha10@estudante.ufla.br, suzan@ufla.br, rhpiccoli@ufla.br, wanderley.bittencout2@ufla.br

Palavras-chave: Cápsulas, cromatografia líquida, qualidade.

A *Curcuma longa* L. é amplamente utilizada no Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste, e comercializada em diferentes formas, incluindo cápsulas. Esses produtos podem ser manipulados em farmácias magistrais, registrados como fitoterápicos ou vendidos como suplementos alimentares, cada um sujeito a regulamentações sanitárias específicas. Nos suplementos alimentares, a fiscalização menos rigorosa pode favorecer variações no teor de curcumina em relação ao declarado nos rótulos, indicando a necessidade de maior controle de qualidade. O objetivo desse estudo foi avaliar o teor de curcumina em cinco marcas de suplementos alimentares de *C. longa* e comparar os resultados com os valores declarados nos rótulos. A quantificação foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE-DAD) em fase reversa. Para cada marca avaliada, uma cápsula foi selecionada, da qual foram pesados 10 mg do conteúdo interno, que foram extraídos em metanol, sonificados, filtrados, concentrados, ressuspensos em acetonitrila, centrifugados e filtrados. Todas as análises foram realizadas em triplicata para assegurar a reprodutibilidade dos resultados. As análises foram conduzidas em sistema Agilent 1200 com detector DAD, utilizando coluna C18 (250 × 4,6 mm; 5 µm), fase móvel gradiente água/acetonitrila, fluxo de 1 mL min⁻¹, detecção a 420 nm e tempo total de 30 min. O método apresentou seletividade adequada para o pico de curcumina, permitindo quantificação livre de interferentes, fato comprovado pela homogeneidade espectral a 420 nm e pela co-eluição com o padrão, que resultou em sobreposição exata dos picos a 10,8 min e espectros UV idênticos ao da substância de referência, confirmando a presença de curcumina na amostra. Entre as cinco marcas analisadas, apenas duas exibiram teores compatíveis com os valores declarados (108,11 e 262,81 mg/g). As demais amostras (1, 4 e 5) apresentaram teores significativamente abaixo do declarado na embalagem, sendo uma delas ficou abaixo do limite de detecção (0,17 µg). As discrepâncias observadas entre o teor declarado e o quantificado evidenciam falta de padronização e fragilidade no controle de qualidade de suplementos de *C. longa* disponíveis no mercado brasileiro. Esses achados reforçam a necessidade de maior rigor na fiscalização sanitária para assegurar eficácia e segurança ao consumidor.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Estabilidade da atividade antimicrobiana de gel contendo óleos essenciais

Mariana Resende Ávila¹, Wanderley José Mantovani Bittencourt¹, Roberta Hilsdorf Piccoli¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

mariana.avila2@estudante.ufla.br, {wanderley.bittencourt2, rhpiccoli}@ufla.br

Palavras-chave: Gel, óleos essenciais, *Staphylococcus aureus*.

O desenvolvimento de formulações farmacêuticas à base de óleos essenciais tem despertado crescente interesse devido às propriedades antimicrobianas naturais e ao potencial aplicação no tratamento de infecções de feridas. No entanto, a volatilidade e possível degradação dos compostos bioativos podem comprometer o desempenho dos óleos essenciais, tornando essencial a avaliação da estabilidade para garantir a manutenção da eficácia durante o armazenamento. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade da atividade antimicrobiana de um gel contendo óleos essenciais no controle de *Staphylococcus aureus*, por um período 60 dias. Foram selecionados os óleos essenciais de tomilho (*Thymus vulgaris*), cravo (*Syzygium aromaticum*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) e verbena (*Lippia alba*) para combinação de mistura, gerada pelo programa *Chemoface* por meio do delineamento DCCR, com as variáveis +2 e -2, calculadas com a metade da concentração mínima bactericida. Essa combinação, contendo 2,80% de óleos essenciais, foi incorporada ao gel de carbopol. Também foi elaborado um gel base, sem a incorporação de óleos essenciais, utilizado como controle. O teste de estabilidade antimicrobiana foi realizado em cupons de aço inoxidável contendo biofilme de *S. aureus*. Após incubação, aplicou-se 0,5 g do gel por 20 minutos, seguido da recuperação das células aderidas com swabs estéreis, homogeneização em água peptonada e plaqueamento em ágar triptona de soja, incubado a 37 ° C por 24 horas. As análises foram realizadas quinzenalmente por dois meses, em triplicata com três repetições. Os resultados para o gel com óleos essenciais nos dias 0, 15, 30, 45 e 60 dias foram, respectivamente, 0,22; 0,97; 0,91; 0,77 e 1,36 log UFC/mg enquanto para o gel controle foram 3,05; 2,99; 3,45; 3,40 e 5,40 log UFC/mg. Observou-se redução da ação do gel contendo óleos essenciais a partir de 15 dias de armazenamento. Conclui-se que o tempo de armazenamento afetou a atividade antimicrobiana do gel à base de óleos essenciais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Doseamento de Flavonoides Totais em *Mentha spicata* L. sob diferentes sistemas de ventilação natural *in vitro*

Ana Caroline Batista da Silva¹, João Pedro Miranda Rocha¹, Thayane Ferreira Miranda¹, Lays da Silva Gomes¹, Lurdeslaine Faria Teixeira¹, José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹, Suzan Kelly Vilela Bertolucci¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-202 – Lavras, MG – Brasil

[ana.silva156, joao.rocha10, thayane.miranda, lays.gomes, lurdeslaine.teixeira1]@estudante.ufla.br, [jeduuardo, suzan]@ufla.br

Palavras-chave: Flavonas, flavonóis, filtro PTFE, hortelã.

A hortelã (*Mentha spicata* L.) é uma espécie de reconhecida importância medicinal, rica em óleos essenciais e flavonoides. No cultivo *in vitro*, fatores ambientais, como a ventilação natural dos frascos de cultivo, podem ser utilizados para otimizar condições de cultivo. A disponibilidade de O₂ no ambiente pode afetar diretamente a fisiologia da planta e a síntese de metabólitos secundários. A disponibilidade de O₂ no ambiente pode afetar diretamente a fisiologia da planta e a síntese de metabólitos secundários. Além disso, permite trocas gasosas, favorecendo a realização da fotossíntese pelas plântulas e melhora na aclimatização. Objetivou-se avaliar o efeito de um sistema alternativo de ventilação natural na produção de flavonóides totais de *M. spicata in vitro*. Segmentos nodais (1cm) de *M. spicata* com um par de folhas foram inoculados em frascos contendo 45 mL de meio MS completo de sais, solidificado com 5,5 g L⁻¹ de ágar, sem reguladores de crescimento e sacarose. Os tratamentos consistiram em tampas com 1 (1SVN), 2 (2SVN) e 4 (4SVN) furos vedados com filtro PTFE e membrana porosa e um frasco controle sem furo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado consistido de 4 tratamentos, 5 repetições e 3 frascos por repetição contendo 4 plântulas/frasco, totalizando 60 plântulas. O doseamento de flavonóides totais foi realizado a partir do método colorimétrico pela complexação com o AlCl₃. As amostras foram preparadas a partir de 60 mg de folhas pulverizadas extraídas com etanol 70% por sonicação (2 ciclos × 10 min). A leitura foi mensurada a 420 nm e os dados expressos em mg equivalente em quercetina (mg/g EQ) por grama de matéria seca foliar. As análises estatísticas foram realizadas no *software* SISVAR, por meio de análise de variância (ANAVA), e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. O SVN afetou significativamente o teor de flavonoides totais. O maior acúmulo de flavonas e flavonóis totais em *M. spicata* foi observado nos tratamentos 2SVN (4,07 mg/g EQ) e 4SVN (4,14 mg/g EQ). Estes tratamentos foram 56% superiores em relação ao tratamento controle (1,79 mg/g EQ). Conclui-se que em condições de cultivo *in vitro*, o sistema de ventilação natural com 2 ou 4 furos proporciona o aumento nas concentrações de flavonas/flavonóis totais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Acúmulo de compostos fenólicos totais em *Mentha spicata* L. *in vitro* sob diferentes irradiâncias

Ana Caroline Batista da Silva¹, João Pedro Miranda Rocha¹, Thayane Ferreira Miranda¹, Lays da Silva Gomes¹, Lurdeslaine Faria Teixeira¹, José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹, Suzan Kelly Vilela Bertolucci¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-202 – Lavras, MG – Brasil

[ana.silva156, joao.rocha10, thayane.miranda, lays.gomes, lurdeslaine.teixeira1]@estudante.ufla.br, [jeduardo, suzan]@ufla.br,

Palavras-chave: Hortelã, metabolismo secundário, intensidades luminosas.

A hortelã (*Mentha spicata* L.), pertencente à família Lamiaceae, é usada no tratamento de resfriados, gripes e distúrbios gastrointestinais. A presença dos fitoquímicos nas folhas, como os polifenóis, estão diretamente relacionados a sua atividade biológica. O cultivo sob diferentes condições de intensidade luminosa pode influenciar a morfogênese e regular a síntese de compostos fenólicos. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes irradiâncias sobre a produção de compostos fenólicos totais, em *M. spicata* cultivada *in vitro*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos, 5 repetições e 5 tubos de ensaio por repetição contendo 1 plântulas/tubo, totalizando 25 plântulas. Segmentos nodais de aproximadamente 1 cm foram inoculados em meio MS sem reguladores e mantidos em sala de crescimento sob intensidades luminosas de 26, 51, 69, 94 e 130 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As plântulas foram cultivadas *in vitro* por 30 dias, sendo as folhas coletadas e desidratadas em estufa de circulação forçada a 36 ± 2 °C, até peso constante. A quantificação dos compostos fenólicos totais seguiu o método colorimétrico Folin-Ciocalteu. As amostras foram preparadas a partir de 60 mg de folhas pulverizadas de *M. spicata* extraída por sonicação (2 ciclos $\times$ 10 min) com 3 mL de etanol 70%. A leitura foi mensurada a 760 nm e os dados foram expressos em mg equivalente em ácido gálico (mg/g EAG) por grama de matéria seca foliar, a partir de uma curva de calibração. As análises estatísticas foram realizadas no *software* SISVAR, por meio de análise de variância (ANAVA), e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Houve diferença estatística da intensidade luminosa sobre a síntese de polifenóis em *M. spicata*, com maior acúmulo observado nos tratamentos de 51, 69 e 94 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, que apresentaram teores de 1,71; 1,80 e 1,68 mg/g EAG, respectivamente. Em contrapartida, o menor acúmulo ocorreu no tratamento de 26 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com valor de 1,26 mg/g EAG. Conclui-se que maiores intensidades luminosas favorecem o acúmulo de polifenóis em *M. spicata*.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

***Cnidoscolus urens* (*Jatropha urens*) como fonte de bioinsumos para a agricultura sustentável**

Daiani Maira Quintino de Paula¹, Luciana Leão Rosado², Júlia Assunção de Castro Oliveira³, Andiará Aparecida Sousa⁴, Manuel Losada Gavilanes⁵

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{daiani.paula@estudante.ufla.br, luciana.rosadol@estudante.ufla.br,
julia.assuncaoliveira@hotmail.com, andiara.sousa2@estudante.ufla.br,
mlgavilanes@ufla.br}

Palavras-chave: Bioinseticida, biofungicida, Euphorbiaceae.

Cnidoscolus urens (L.) Arthur, sinonimizada como *Jatropha urens* (Euphorbiaceae), é uma espécie nativa do Brasil, popularmente conhecida como urtiga-brava, com relevância ecológica e potencial biotecnológico. Tradicionalmente reconhecida pelo contato urticante, essa planta tem despertado interesse científico devido à presença de metabólitos secundários bioativos, como compostos fenólicos, diterpenos e latex urticante, capazes de atuar como alternativas naturais aos agroquímicos convencionais. Neste estudo, objetivou-se avaliar, por meio de prospecção bibliográfica, o potencial de *C. urens* como fonte de biomoléculas para bioinsumos agrícolas. A busca de informações foi realizada nas bases PubMed, Scopus, ScienceDirect e SciELO, considerando publicações dos últimos 20 anos que abordassem características fitoquímicas e atividades biológicas da espécie. Os resultados indicam que os extratos vegetais apresentam atividade inseticida, antifúngica e antibacteriana, com aplicação potencial como bioinseticida, biofungicida e bioherbicida (por atividade alelopática). Além disso, compostos fenólicos e diterpenos podem atuar como elicitores de defesa, favorecendo a resistência fisiológica de plantas cultivadas frente a estresses bióticos e abióticos. A rusticidade e adaptação da espécie a condições de baixo aporte tecnológico reforçam a viabilidade de sua utilização em sistemas agroecológicos. Tais achados destacam o potencial de *C. urens* como recurso estratégico para o desenvolvimento de bioinsumos sustentáveis, alinhando biodiversidade e inovação biotecnológica em benefício da agricultura contemporânea, embora sejam necessários estudos experimentais adicionais para validação e aplicação prática.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

“Drug Repurposing” e Nanotecnologia em Bioinsumos Agroindustriais

Daiani Maira Quintino de Paula¹, Andiará Aparecida Sousa¹, Joyce Dória¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{daiani.paula@estudante.ufla.br, andiara.sousa2@estudante.ufla.br,
joyce.doria@ufla.br}

Palavras-chave: *Drug repurposing*; nanotecnologia; bioinsumos

O “*drug repurposing*”, ou reposicionamento de fármacos, consiste em reaproveitar medicamentos já aprovados para novas aplicações, acelerando o desenvolvimento de produtos inovadores e reduzindo custos e tempo de pesquisa. No setor agroindustrial, essa estratégia tem sido aplicada para criar bioinsumos mais sustentáveis, eficientes e seguros, especialmente quando combinada com nanotecnologia, que permite a encapsulação de ativos, liberação controlada e proteção contra degradação, aumentando a eficácia e direcionamento dos compostos. Neste estudo, foram analisadas bases como ChEMBL, DrugBank e BRENDA, identificando 20 moléculas com potencial agroindustrial, incluindo miglitol, resveratrol, cloroquina e azitromicina, algumas já presentes no mercado farmacêutico, o que facilita a adaptação para aplicações agrícolas. Essas moléculas apresentam propriedades antifúngicas, antibacterianas e regulatórias do crescimento vegetal, sendo aplicáveis em grandes culturas como soja, milho e café. A combinação de fármacos reposicionados com nanotecnologia permite o desenvolvimento de bioinsumos inovadores, com maior produtividade, menor uso de agroquímicos e redução de impactos ambientais, alinhando sustentabilidade, segurança e eficiência na agricultura. Essa abordagem oferece oportunidades de inovação, diversificação de mercado e agregação de valor ao setor agroindustrial.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Influência de diferentes malhas de sombreamento na produção de pigmentos fotossintéticos em *Origanum majorana* L.

Lays da Silva Gomes¹; Jandeilson Pereira dos Santos¹; Rafael Marlon Alves de Assis¹; José Eduardo Brasil Pereira Pinto¹; Suzan Kelly Vilela Bertolucci¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

lays.gomes@estudante.ufla.br, {jandeilsonpereira, rafamarlon7}@gmail.com,
{jeduado, suzan}@ufla.br

Palavras-chave: manjerona, lamiaceae, clorofilas totais, telas coloridas

Origanum majorana L. (lamiaceae), conhecida como manjerona, é utilizada popularmente no tratamento de várias doenças. Seu óleo essencial contém monoterpenos e compostos fenólicos, responsáveis por ações antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, antitumoral e inibitória da acetilcolinesterase. Objetivou-se avaliar os efeitos do cultivo de *O. majorana* sob telas de sombreamento de diferentes cores sobre a produção de pigmentos fotossintéticos. Os tratamentos foram o cultivo a pleno sol e sob telas de cor azul, preta e vermelha. A extração e quantificação dos pigmentos fotossintéticos (clorofilas *a*, *b*, total e carotenoides) seguiram a metodologia de Hiscox and Israelstam, 1979 com adaptações de Barnes et al., 1992. Foram coletados 50 mg de folhas frescas fotossinteticamente ativas, e acondicionada diretamente em tubos Falcon contendo 10 mL de dimetilsulfóxido (DMSO) saturado com CaCO₃ na proporção de 5 g L⁻¹ de DMSO seguindo protocolo de (Santos et al., 2008). Após incubação de 48 h em estufa a 65 °C as amostras foram analisadas em espectrofotômetro nos comprimentos de ondas 649, 665 e 480 nm. As equações utilizadas foram baseadas quanto ao comprimento de onda, conforme método de Wellburn (1994). A soma das equações de clorofila (*a* + *b*) forneceu o conteúdo total de clorofila, sendo todos os valores expressos em mg g⁻¹ de matéria fresca. O conteúdo de clorofila *a* reduziu significativamente nas plantas cultivadas em pleno sol. Embora as moléculas de clorofila absorvam comprimentos de onda azul e vermelho, as plantas cultivadas sob tela vermelha tiveram os menores índices de clorofila *b* e totais. Para o conteúdo de carotenoides, não houve diferenças significativas entre os tratamentos. As plantas cultivadas sob tela azul tiveram conteúdo de clorofila total significativamente superior ao dos demais tratamentos. De forma geral, os níveis de clorofila nas plantas de *O. majorana* foram afetados pelas condições de luz.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

POTENCIALIDADES MEDICINAIS DE *Melaleuca alternifolia* Cheel

Danielle Aparecida Domingos¹, Carolina de Souza Oliveira¹, Pedro Gabriel Dias Vieira¹, Luciana Leão Rosado², Manuel Losada Gavilanes³

¹Programa de Pós Graduação em Plantas Medicinais Aromáticas e Condimentares-
Universidade Federal de Lavras (UFLA)– Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Entomologia-DEN, DEN/ESAL/UFLA, Lavras-MG, Brasil

³Horto de Plantas Medicinais – DAG/ESAL/UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brasil

danielle.domingos, carolina.oliveira3@estudante.ufla.br,
pedro.vieiral@estudante.ufla.br
luciana.rosadol@estudante.ufla.br, mlgavilanes@ufla.br.

Palavras-chave: Antimicrobiana, Etnobotânica, Medicinal, Óleo essencial.

A *Melaleuca alternifolia* Cheel é uma espécie arbustiva perene ou pequena árvore, pertencente à família Myrtaceae, podendo atingir de 2 a 14 metros de altura, é endêmica do leste da Austrália. Apresenta grande potencial medicinal, com seu óleo essencial amplamente reconhecido por propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas. Este estudo teve como objetivo reunir informações sobre o potencial medicinal de *M. alternifolia*, com base em registros etnobotânicos e estudos experimentais disponíveis na literatura, utilizando bases de dados como SCOPUS e Google Acadêmico, com as palavras-chave: “melaleuca”, “medicinal” e “óleo essencial”. Como resultado, observou-se que o óleo essencial de *M. alternifolia* e seu principal componente, o terpinen-4-ol, apresentaram significativa atividade antimicrobiana. O óleo, contendo 44,4% de terpinen-4-ol, mostrou efeito contra diversos patógenos humanos, incluindo os fungos *Candida utilis*, *C. albicans*, *C. krusei*, *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, além das bactérias *Escherichia coli* e *Salmonella Typhimurium*. O óleo essencial de *M. alternifolia* também apresentou expressiva atividade antifúngica isolada e em combinação com antifúngicos azólicos, como itraconazol e cetoconazol, contra *Trichophyton violaceum*. A ação sinérgica reduziu em até oito vezes a concentração fungicida mínima (CFM), demonstrando que o óleo potencializa a atividade antifúngica de medicamentos convencionais. Além disso, estudos mostraram o potencial da espécie em diferentes sistemas de aplicação: quando incorporada em hidrogéis de quitosana, apresentou forte atividade antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, além de acelerar a cicatrização de feridas. Em outra abordagem, nanoemulsões antissépticas contendo óleo de *M. alternifolia* e quercetina demonstraram 100% de inibição da replicação viral do SARS-CoV-2 e atividade bactericida contra *S. aureus*, com partículas estáveis de cerca de 150 nm. Esses achados reforçam o potencial farmacológico e terapêutico da *Melaleuca alternifolia* e indicam a necessidade de novos estudos que explorem suas aplicações em produtos naturais.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Educação ambiental com plantas medicinais: espaços vivos, extensão universitária e formação de multiplicadores

Stéfanie Kissajikian Câncio¹, Andiará Aparecida Sousa¹, Roberta Hilsdorf Picolli¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{stefanie.kissajikian@gmail.com, andiara.sousa2@estudante.ufla.br,
rhpicoli@ufla.br}

Palavras-chave: Educação ambiental, plantas medicinais, extensão universitária.

Diretrizes da Organização das Nações Unidas (ONU) para o desenvolvimento sustentável reforçam a necessidade de políticas públicas que promovam a apropriação social do conhecimento científico e tecnológico sobre plantas medicinais e a defesa de direitos em saúde e meio ambiente. Propõe-se uma estratégia de educação ambiental baseada na criação de “espaços vivos”, como jardins sensoriais e canteiros didáticos articulados à extensão universitária e a parcerias com escolas, entidades sociais e instituições religiosas. O processo inicia com planejamento participativo e engajamento comunitário, avançando para a implantação de áreas seguras em hortas comunitárias e projetos de restauração ecológica, com espécies nativas e exóticas de interesse local, potencializando serviços ecossistêmicos como a polinização. Oficinas lúdicas e participativas integram teoria e prática (identificação botânica, manejo seguro, preparo e limites de uso), fomentando a leitura crítica de fontes confiáveis e a correção de distorções histórico-culturais. A interação contínua favorece a construção de um saber comum e o protagonismo comunitário, com a formação de agentes multiplicadores e a produção de materiais didáticos e paradidáticos. Espera-se, como desfecho, o fortalecimento da literacia científica sobre plantas medicinais, a valorização da biodiversidade e a consolidação de parcerias locais que assegurem a continuidade das ações, reconhecendo a própria comunidade como parte da equipe executora e ampliando o alcance da saúde integral e da sustentabilidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

ASPECTOS ETNOBOTÂNICOS DE *Sesamum senecioides* (Klotzsch) Byng & Christenh

Júlia Francisco João, Rogério Suzana de Freitas Micaela, Wilson Magela Gonçalves, Luciane Vilela Resende

¹Departamento de Agricultura/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{julia.joao, rogerio.micaela1}@estudante.ufla.br; {wmagela, luciane.vilela}@ufla.br

Palavras-chaves: Lilhelhua, *Dicerocaryum senecioides*, Uso popular, Plantas medicinais, África.

Sesamum senecioides (Klotzsch) Byng & Christenh., antes classificada como *Dicerocaryum senecioides* (Klotzsch) Abels, popularmente conhecida em Moçambique como "Lilhelhua", de origem africana, pertence à família Pedaliaceae, amplamente encontrada nas regiões sul e sudeste de África. É uma erva anual rasteira, com folhas pequenas e pilosas, caules subglabros ou pubescentes e flores de 17–27 mm. Seus frutos, amplamente elípticos no contorno, medem 16–27 mm por 10–19 mm e com porção central elevada. É comum em áreas arenosas. A planta é, geralmente, utilizada fresca, logo após a colheita, embora também seja comercializada na forma desidratada e em pequenos molhos. O presente estudo teve como objetivo evidenciar aspectos etnobotânicos de *S. Senecioides*, por meio de uma revisão sistemática. A revisão foi realizada nas bases Scopus, Web Of Science, Pubmed e Google Acadêmico, no mês de junho de 2025, a partir das palavras-chaves "*Dicerocaryum senecioides*" e "*Dicerocaryum eriocarpum*", com refinamento para artigos científicos. Foram considerados artigos dos últimos 5 anos, pesquisados em português, onde foram encontrados 58 documentos e, após exclusão de duplicatas, 36 artigos foram analisados. Os achados indicam uma gama de usos e possibilidades medicinais com estudos relacionados ao crescimento capilar, como xampu herbal, permanente capilar/ mucilagem e antioxidantes em cosméticos. Outras espécies do gênero demonstraram atividade antifúngica, eficiência na bioabsorção de metais e defluoretação. Ficou ainda evidenciado que em países como Moçambique, África do Sul, Botswana e Malawi, suas folhas são aplicadas como xampu/condicionador e também preparadas em infusões ou decocções no tratamento de afecções respiratórias, dores e febre. Já no Zimbábue, aplica-se como condimento, no manejo veterinário e para estimular o crescimento capilar. *S. senecioides* é rica em saponinas, cujos testes químicos apontam como sendo responsáveis pela produção do precipitado tradicionalmente utilizado como xampu natural. Desse modo, conclui-se que a espécie possui diferentes usos etnobotânicos dependendo da região, mas é amplamente utilizada como sabão e xampu natural, além de seu apelo medicinal como remédio. A incipiência de evidências e suas potencialidades medicinais demandam mais pesquisas científicas com a espécie. Há lacuna de estudos clínicos humanos controlados para eficácia capilar, bem como ensaios de longo prazo sobre sua toxicidade. Seria relevante investigar formulações híbridas, combinar mucilagens modificadas com nanopartículas ou matrizes de liberação controlada, e avaliar a viabilidade comercial e sustentável da extração.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Serralha (*Sonchus oleraceus*) como alternativa natural promissora no manejo do vitiligo

Andiara Aparecida Sousa¹, Bruno Del Bianco Borges², Luciane Vilela Resende¹

¹Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências da Saúde/FCS – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{andiara.sousa2@estudante.ufla.br, bruno.borges@ufla.br,
luciane.vilela@ufla.br}

Palavras-chave: Vitiligo, melanogênese, fitoterápicos

O vitiligo é dermatose autoimune crônica com prevalência global de 0,5–2% e alto impacto psicossocial. Nesta revisão (PubMed/Scopus/Google Scholar; consensos, ensaios clínicos e estudos mecanísticos até out/2025), sintetizamos bases biológicas, classificação e terapias, além do racional para adjuvância vegetal. A fisiopatologia é multifatorial, integrando suscetibilidade genética, estresse oxidativo com redução de defesas antioxidantes e resposta imune citotóxica (eixo IFN- γ /CXCL10; linfócitos T CD8⁺), culminando na perda de melanócitos. Clinicamente, predomina o vitiligo não segmentar (lesões bilaterais e simétricas), enquanto o segmentar é menos comum (padrão unilateral, início precoce e estabilização). O manejo inclui corticosteroides e inibidores de calcineurina tópicos, fototerapia NB-UVB, imunomodulação sistêmica em casos selecionados e, em doença estável, técnicas cirúrgicas. Inibidores de JAK (ruxolitinibe tópico) ampliaram o arsenal para repigmentação, embora persistam considerações de custo e segurança, sobretudo em uso sistêmico. Entre adjuvantes naturais, há sinal de benefício para serralha (*Sonchus oleraceus*), rica em flavonoides/ácidos fenólicos, que apresenta plausibilidade antioxidante/imunomoduladora para modular vias implicadas no vitiligo, porém carece de ensaios clínicos controlados. Dessa forma, conclui-se que o tratamento é multidimensional, sendo que a fototerapia e a imunomodulação tópica permanecem como pilares, os inibidores de JAK são promissores e os adjuvantes de origem vegetal ainda exigem padronização e ensaios clínicos robustos antes de serem recomendados rotineiramente.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



RECURSOS HÍDRICOS



AValiação Estatística de Precipitações Máximas Diárias em Diferentes Períodos Climáticos: Aplicação de Distribuições de Probabilidade e Testes de Ajuste

**Gabriella Sousa Guimarães¹, Livia Alves Alvarenga², Michael Silveira Thebaldi³,
Ronaldo Fia⁴**

¹Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

`gabriella.guimaraes3@estudante.ufla.br, livia.aalvarenga@ufla.br,
michael.thebaldi@ufla.br, ronaldofia@ufla.br`

Palavras-chave: Chuvas intensas, distribuição GEV, distribuição Gumbel, precipitação extrema, testes de aderência.

Este estudo justifica-se pela escassez de dados pluviométricos nas localidades analisadas e pela necessidade de equações de chuvas intensas confiáveis, fundamentais para o planejamento hidrológico e para obras de controle de cheias. Foram analisadas as precipitações máximas diárias anuais em cinco localidades brasileiras: Estação Itamirim (Espinosa), Estação São Gonçalo (Montalvânia), Estação Miravânia (Manga), Estação Fazenda Samburá (São Roque de Minas) e Estação Fazenda Laranjeiras (Andrelândia), com base em dados históricos de 1961-1990 e 1991-2020, obtidos na plataforma Hidroweb da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). As análises estatísticas foram feitas no Microsoft Excel e as séries históricas foram construídas no software R. As distribuições de Gumbel e GEV (Generalized Extreme Value) foram ajustadas às séries históricas e avaliadas pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Qui-quadrado. Embora ambas tenham apresentado bom ajuste pelo primeiro teste, apenas a GEV obteve valores de Qui-quadrado inferiores ao crítico em todos os casos, demonstrando maior consistência estatística, e foi adotada como base para a obtenção das equações de intensidade-duração-frequência (IDF), cujos parâmetros C , m , n e t_0 representam, respectivamente, a intensidade característica, o efeito do período de retorno, a atenuação com a duração e a correção para chuvas de curta duração. Essas equações são essenciais para o dimensionamento de sistemas de drenagem urbana e para o planejamento de medidas de mitigação de cheias.

Agradecimentos

CAPES.

Modelagem de chuvas intensas com base em séries de precipitação máxima diária anual: Avaliação das distribuições de Gumbel e GEV

Fernanda Carolina Resende¹, Pâmela Aparecida Melo², Livia Alves Alvarenga³

^{1,3}Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

fernanda.resende2@estudante.ufla.br, pamela.ap.melo@gmail.com,
livia.aalvarenga@ufla.br

Palavras-chave: Precipitação extrema, modelagem estatística, equações IDF.

O aumento da frequência e da intensidade de eventos extremos de precipitação reforça a necessidade de estudos capazes de compreender o comportamento das chuvas, oferecendo subsídios para o planejamento urbano e para o dimensionamento eficiente de sistemas de drenagem. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a precipitação máxima diária anual (PMDA) em cinco localidades do estado de Minas Gerais – Abaeté, Bambuí, Divinópolis, Ibirité e Lagoa do Gouveia – no período de 1961 a 2020, com ênfase na modelagem estatística de eventos extremos e na elaboração de equações para chuvas intensas, considerando tempos de retorno de 5, 10, 20, 30, 50, 100, 500 e 1000 anos. Para tanto, as distribuições de Gumbel e GEV foram ajustadas às séries de PMDA, sendo seus desempenhos avaliados por meio dos testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov e Qui-quadrado. Os resultados mostraram variações expressivas nos valores de PMDA entre as localidades analisadas. O maior valor máximo de PMDA ocorreu em Bambuí (148,10 mm) e o menor em Divinópolis (109,43 mm), enquanto Abaeté (125,14 mm) apresentou um valor intermediário entre essas localidades. Ibirité destacou-se pela maior média (71,42 mm) e maior desvio-padrão (21,32 mm), indicando maior frequência e variabilidade de eventos extremos, por sua vez, Lagoa do Gouveia exibiu a menor média (57,19 mm) e o menor desvio padrão (15,74 mm), sugerindo eventos menos intensos e mais regulares ao longo da série histórica. Como a distribuição GEV apresentou melhor adequação às séries de PMDA em todas as localidades analisadas, ela foi adotada para o ajuste das equações IDF (Intensidade – Duração – Frequência). As equações obtidas permitiram caracterizar o comportamento hidrológico das regiões estudadas, com intensidades decrescentes em função da duração e crescentes em função do tempo de retorno, em consonância com os padrões reportados na literatura. Portanto, conclui-se que a metodologia adotada possibilitou ajustes confiáveis das equações IDF, permitindo caracterizar de forma consistente a variabilidade espacial e temporal das precipitações extremas nas cinco localidades avaliadas. Os resultados obtidos podem fornecer subsídios técnicos para o planejamento urbano, o dimensionamento de sistemas de drenagem e a gestão de riscos hidrológicos associados a eventos extremos de precipitação nessas regiões.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Análise comparativa de dados em grade de precipitação

**Lucas Ribeiro Guimarães¹, Flávia Vilela Corrêa¹, Alice Raquel Caminha¹,
Gabriela Rezende de Souza², Luiz Fernando Coutinho de Oliveira¹**

¹Departamento de Recursos Hídricos– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de Viçosa (UFV)
36570-000 – Viçosa, MG – Brasil

lucas.guimaraes6@estudante.ufla.br, flavia-vilela-correa@hotmail.com,
alice.caminhal@estudante.ufla.br, rezendesgabriela@gmail.com,
coutinho@ufla.br

Palavras-chave: Hidrologia estatística, dados de reanálise, séries históricas.

No estudo, analisou-se comparativamente a precipitação observada de séries históricas de estações pluviométricas de três localidades em uma sub-bacia hidrográfica do Rio das Mortes-MG (Madre de Deus de Minas, São João del Rei e Tiradentes), com dados espacialmente distribuídos em grades de precipitação elaborados pelo Climatic Research Unit (CRU), com resolução espacial de grade de 0,5° de latitude e longitude e dados mensais de precipitação, e com os dados gradeados de precipitação Brazilian Daily Weather Gridded Data (BRDWGD), com resolução espacial de 0,1° e temporal diária. Para o estudo, selecionou-se um período de 32 anos hidrológicos (1967/1968 a 1998/1999). Para a validação dos dados, empregou-se estatísticas como o coeficiente de correlação de Pearson (r), percentual de bias (BIAS) e raiz do erro médio quadrático (REMQ). Os resultados mostraram que, para os dados elaborados pelo CRU não houve subestimação dos valores calculados para o período analisado e apenas a estação de São João del Rei não obteve desempenho adequado, superestimando os valores simulados. Os valores de REMQ variaram de 47,66 (Tiradentes) a 66,00 mm.mês⁻¹ (São João del Rei). Quanto ao r , as correlações foram superiores à 85%, evidenciando uma forte correlação entre os dados observados e estimados. De um modo geral, o desempenho da validação estatística para os dados de precipitação BRDWGD, foram superiores aos elaborados pelo CRU, visto à melhor resolução espaço-temporal. Analisando-se a avaliação do PBIAS, para todas as estações, exceto a de São João del Rei, houve subestimação dos valores simulados. O melhor desempenho dos dados de precipitação também é observado pelas validações do REMQ, variando de 29,54 (Tiradentes) a 51,41 mm.mês⁻¹ (Madre de Deus de Minas), e pelo r , com correlações superiores à 91%, apresentando elevada correlação entre os dados analisados. Portanto, a utilização de dados gradeados de precipitação com alta resolução espaço-temporal se apresenta como uma alternativa complementar para análise hidrológica, principalmente, em estudos em larga escala e em locais remotos, de difícil acesso ou com limitação de dados observados.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Obtenção do fator de atrito de tubulação de cobre por meio de duas equações

Pâmela Rafanele França Pinto¹, Michael Silveira Thebaldi¹, Livia Alves Alveranga¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

pamela.pinto3@estudante.ufla.br, {michael.thebaldi,
livia.aalvarenga}@ufla.br,

Palavras-chave: Equação de Blasius, Equação de Colebrook-White, Equação de Darcy-Weisbach.

A perda de carga é um fenômeno importante na hidráulica e sua estimativa assertiva é imprescindível para os dimensionamentos de instalações hidráulicas. Ao utilizar a Fórmula Universal da Perda de Carga, é necessário o conhecimento do fator de atrito f , e sua obtenção pode ser feita por meio de distintos equacionamentos. Neste sentido, objetivou-se por meio deste trabalho a comparação entre o fator de atrito (f) determinado por meio de dois equacionamentos em um módulo hidráulico didático com tubulações de cobre para distintas velocidades e números de Reynolds (Re). Em cada ensaio, a variação da vazão foi feita por meio da associação de bombas, controle em registro e por meio de inversor de frequências do conjunto motobomba. A vazão foi obtida por meio do método volumétrico. Posteriormente, calculou-se a velocidade média do escoamento e obteve-se o Re . O escoamento foi classificado como turbulento com tubo hidraulicamente liso, e utilizou-se a Equação de Blasius para estimar o f . Para comparações, utilizou-se a Equação de Colebrook-White para a estimativa de f , que considera o Re e a espessura das rugosidades da tubulação (adotado 0,01 mm). A Equação de Blasius é utilizada para estimar o f no regime turbulento, para os tubos hidraulicamente lisos. Já a de Colebrook-White, é indicada para os tubos hidraulicamente mistos, mas apresenta bons resultados para as demais classificações no regime turbulento. Os resultados mostraram que a Equação de Colebrook-White superestimou o fator de atrito f , com valores superiores de 0,93% a 4,86%. Além disso, a correlação de Pearson entre o fator de atrito calculado pelas distintas equações foi de 0,999 com um coeficiente de determinação de 0,998 e um viés observado de 2,24%. Como o fator de atrito f é diretamente proporcional à perda de carga (hf), a utilização da Equação de Colebrook-White levaria à superestimativa da hf .

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências: CAPES [Código 001]; CNPq, FAPEMIG [305295/2021-7, APQ-00709-21, e Código 5.02/2022] e UFLA.

Análise da eficiência de reservatório para aproveitamento de águas pluviais em Lavras, MG, em cenários de mudanças climáticas

Pâmela Rafanele França Pinto¹, Michael Silveira Thebaldi¹, Marina Neves Merlo², Arthur Boari¹, Livia Alves Alveranga¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Urbana/EM – Universidade Federal de Ouro Preto
(UFOP) - 35400-000 – Ouro Preto, MG – Brasil

{pamela.pinto3, arthur.boari3}@estudante.ufla.br, {michael.thebaldi, livia.aalvarenga}@ufla.br, marina.merlo@ufop.edu.br

Palavras-chave: Sustentabilidade, Hidrologia Urbana, Saneamento Descentralizado.

Para o dimensionamento de reservatórios para o aproveitamento de águas pluviais, segundo a NBR 15527:2019, deve-se considerar a área de captação, a demanda não potável da edificação e o regime pluviométrico local. É imprescindível um dimensionamento assertivo, pelo alto custo de implantação dos reservatórios. Frente às mudanças climáticas, pode-se ter interferências na eficiência de funcionamento do sistema. Dessa forma, objetivou-se por meio deste trabalho o dimensionamento de reservatório para o período histórico (2014-2023) e a análise da sua eficiência no período futuro próximo (2031-2040) considerando dois cenários de mudanças climáticas (SSP2-4.5 e SSP5-8.5) para o município de Lavras. Para isso, a série histórica de precipitação para o município de Lavras foi adquirida do BR-DWGD entre 2014 e 2023 e os dados foram validados com dados observados. O dimensionamento do reservatório foi feito por meio do método comportamental *Yield After Spill* (YAS) com a obtenção do volume máximo e ótimo e as suas eficiências (E), em que se considerou: área de captação de 100 m², coeficiente de *runoff* de 0,8 e a demanda de água pluvial diária de 240 L. Posteriormente, obteve-se do banco de dados ClimBRA, as projeções de precipitação (médias de 19 modelos com correção de vies) para os cenários SSP2-4.5 e SSP5-8.5. A eficiência futura (E) foi estimada pelo método comportamental *Yield Before Spill* (YBS). O YAS é um método conservador e o YBS se assemelha ao funcionamento real do sistema. Obteve-se o volume máximo de 41,94 m³ (E = 0,955) e o ótimo de 3,55 m³ (E = 0,600). Para o cenário SSP2-4.5, há uma redução de 10,8 e 31,0% nas eficiências, para o volume máximo e ótimo, nesta ordem. Já para o SSP5-8.5, redução de 11,6 e 32,0%, respectivamente. Para obter as eficiências estimadas no dimensionamento, seria necessário o aumento de 22,9 e 471,8% da capacidade de armazenamento máximo e ótimo, respectivamente, para o SSP2-4.5. Já para o SSP5-8.5, seriam de 24,3 e 477,2%, nesta ordem. Considerando as projeções climáticas, os reservatórios estariam subdimensionados e não teriam o funcionamento desejado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências: CAPES [Código 001]; CNPq, FAPEMIG [305295/2021-7, APQ-00709-21, e Código 5.02/2022] e UFLA.

Representatividade Temporal de Séries de Precipitação Diária na Mata Atlântica: Comparação entre Janelas Curtas e Estendidas por Meio de Análise Estatística

Alejandra B Vega¹, Carlos R. Mello²

¹Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

alejandra.vega@estudante.ufla.br, crmello@ufla.br

Palavras-chave: Percentis, Função de distribuição acumulada (CDF), Testes estatísticos não paramétricos, análise temporal.

A caracterização estatística de séries de precipitação é fundamental para avaliar a representatividade temporal em estudos hidrológicos e climáticos. Neste trabalho, foram analisados registros diários de precipitação numa estação meteorológica instalada numa torre micrometeorológica em um remanescente de Mata Atlântica localizado no campus da UFLA, em Lavras (MG, Brasil), comparando duas janelas temporais: um período curto (2018–2021) e um período estendido (2015–2023). Foram aplicadas análises descritivas, boxplots de distribuição por percentis (10–90th, >90th) e funções de distribuição acumulada (CDFs). Adicionalmente, realizaram-se testes estatísticos não paramétricos para comparação de distribuições (Kolmogorov–Smirnov, Anderson–Darling e Mann–Whitney U). Os resultados indicam que a faixa correspondente ao 10–90º percentil é dominada por dias secos ou com precipitações muito baixas em ambas as janelas, enquanto as diferenças concentram-se no >90º percentil, no qual o período curto apresenta valores ligeiramente mais elevados e maior dispersão. Contudo, todos os testes estatísticos apresentaram valores de $p > 0,90$, confirmando a ausência de diferenças significativas entre as distribuições. As CDFs de ambos os períodos praticamente se sobrepõem, o que sustenta a representatividade do período curto em relação ao período estendido. Conclui-se que o intervalo 2018–2021 pode ser considerado representativo da série 2015–2023 para a análise da distribuição diária da precipitação. Entretanto, recomenda-se cautela no uso de janelas reduzidas em estudos de eventos hidrológicos extremos, uma vez que tais intervalos podem acentuar a intensidade das chuvas mais severas. Esses resultados fornecem evidências empíricas relevantes para a escolha de períodos de referência na calibração de modelos hidrológicos e na caracterização de padrões de precipitação em regiões tropicais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência FAPEMIG.

ANÁLISE HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIBEIRÃO VERMELHO COM BASE EM HIDROGRAMA DE PROJETO PARA EVENTO EXTREMO DE PRECIPITAÇÃO

José Luísa João Chaora¹, Reginaldo Bento de Souza Arantes¹, Samuel José Marquês Timano¹, Carlos Rogério de Mello¹, Mateus Pimentel de Matos²,

¹Departamento de Recursos Hídricos em Sistema Agrícolas/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{jose.chaora¹,reginaldoarantes¹,Samuel.timano¹}@estudante.ufla.br,crmello@ufla.br¹, mateus.matos@ufla.br²

Palavras-chave: Microbacia do Ribeirão Vermelho; chuvas intensas; escoamento superficial; risco hidrológico.

A intensificação do processo de urbanização, juntamente com a impermeabilização do solo e a diminuição das áreas vegetadas, vem contribuindo para o aumento do escoamento superficial e da frequência de eventos hidrológicos extremos em áreas urbanas. Esses efeitos tornam-se ainda mais críticos na ausência de planejamento adequado do uso e ocupação do solo e de infraestruturas hidráulicas dimensionadas para suportar chuvas intensas. Considerando esse cenário, foi feita uma análise na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho, situada no município de Lavras, no estado de Minas Gerais. O estudo teve como objetivo principal, estimar as vazões máximas associadas a eventos extremos de precipitação, visando subsidiar o planejamento e a gestão do risco hidrológico em áreas urbanas, especialmente diante da inundação ocorrida em 26 de janeiro de 2025 no município, tendo sido registrado uma precipitação de 130 mm num período de três horas. A bacia em estudo tem uma área de 56,76 km² e um perímetro de 42,72 km. A sua delimitação foi feita a partir de Modelo Digital de Elevação (MDE) de Lavras e processada no ArcMap 10.3. As características morfométricas revelaram fator de forma de 0,3, coeficiente de compacidade de 1,5 e índice de circularidade de 0,4, indicando menor suscetibilidade a inundações. O uso e a cobertura do solo, mapeados com imagens dos satélites Sentinel-1 e Sentinel-2, mostraram expansão das áreas urbanas e de pastagem, com redução nas áreas de cultivo entre 2014 e 2021. O CNII médio ponderado foi de 76,3 (método: Curva Número), sendo os solos predominantes Latossolo e Argissolo Vermelho-Amarelos. Com base na equação de Intensidade-Duração-Frequência (IDF), ajustada para o município de Lavras, foi definida uma chuva de projeto com tempo de retorno de 100 anos, o que resultou numa precipitação efetiva de 95,9 mm, com um tempo de concentração de 240 min. Nesse contexto, foram analisadas duas pontes da área inundada: a do bairro Esplanada, para a qual foi estimada uma vazão de 60,7 m³.s⁻¹, e para o bairro Nova Era, 160,88 m³.s⁻¹. A modelagem hidrológica indicou uma vazão de pico de 100,4 m³.s⁻¹, ultrapassando em 60,5% a capacidade de escoamento da ponte localizada no bairro Esplanada, enquanto a ponte do bairro Nova Era demonstrou capacidade adequada para a vazão projetada de 160,88 m³.s⁻¹. Os resultados evidenciam a vulnerabilidade das infraestruturas urbanas frente a eventos hidrológicos extremos. Recomenda-se a instalação de bacias de contenção, atualizações nas obras de drenagem existentes e a integração entre planejamento urbano e gestão de recursos hídricos, com foco na resiliência frente às mudanças climáticas. Essas medidas visam fortalecer a resiliência da bacia e reduzir os efeitos de futuros eventos extremos.

Agradecimentos:

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

INFLUÊNCIA DO MODELO DA CREPINA NA EFICIÊNCIA DE RETROLAVAGEM DE UM FILTRO DE AREIA COMERCIAL

Mádilo Lages Vieira Passos¹, Fábio Ponciano de Deus¹, Evelise Roman Corbalan Gois Freire¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

madilo.passos@estudante.ufla.br, fabio.ponciano@ufla.br,
evelise.freire@ufla.br

Palavras-chave: Camada filtrante, fluidização, turbidez.

As crepinas desempenham função essencial na eficiência de limpeza da camada filtrante, pois são responsáveis pela hidrodinâmica do fluxo reverso durante o processo de retrolavagem de filtros de areia. Desse modo, objetivou-se avaliar o efeito de dois modelos construtivos de crepinas na eficiência de limpeza da camada filtrante via retrolavagem em filtro de areia comercial. O filtro de areia avaliado foi da marca Hidrosolo, modelo FA07. O leito filtrante era composto por areia sílica, com diâmetro médio efetivo equivalente à 0,41mm, coeficiente de uniformidade médio de 1,65, porosidade de 36,21%, e massa específica do leito filtrante e de partículas de 1650,00 e 2586,7 kg m⁻³, respectivamente. Os modelos construtivos de crepina foram: 1) crepina cilíndrica (CO) - corresponde ao modelo original do fabricante; e 2) crepina proposta (CP) – corresponde ao modelo construtivo desenvolvido por meio de fluidodinâmica computacional. A altura da camada filtrante foi fixada em 30 cm. Para cada crepina, os ensaios de retrolavagem foram realizados com duração fixa de 15 minutos em uma expansão de 25% e três repetições. No decorrer do tempo de ensaio, foram coletados 200 mL de água na saída do fluxo reverso a cada 30 segundos iniciando em 0,0s e finalizando em 15 minutos (900s) perfazendo um total de 31 amostras por repetição. Para avaliação da eficiência, foi medida a turbidez de cada amostra. Para a crepina cilíndrica, a turbidez variou de 935,33 NTU (0,0s) a 12,37 NTU ao final da retrolavagem. Para a crepina proposta, a turbidez reduziu de 1564,78 NTU (0,0s) a 12,74 NTU (fim da retrolavagem). A redução percentual de turbidez foi de 98,67% e 99,18% para as crepinas cilíndrica e proposta, respectivamente. Portanto, a crepina proposta demonstrou maior capacidade de limpeza da camada filtrante via retrolavagem.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CARACTERIZAÇÃO E PREVISÃO DE EVENTOS EXTREMOS DE SECA E SUAS CAUSAS CLIMÁTICAS NA BACIA DO RIO REVUÉ, MOÇAMBIQUE

Samuel José Marquês Timano¹, Jone Sumbulero Chaicuinda¹, José João Luísa Chaora¹,
Carlos Rogério de Mello¹, Mateus Pimentel de Matos², Michael Silveira Thebaldi¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

samuel.timano1@estudante.ufla.br, jone.sumbulero@estudante.ufla.br,
jose.chaora@estudante.ufla.br, crmello@ufla.br, mateus.matos@ufla.br,
michael.thebaldi@ufla.br

Palavras-chave: Seca meteorológica; SPI; SARIMA; Variabilidade climática; El Niño

As alterações climáticas causadas pelas ações antrópicas tornam mais desafiadoras as ações para gerenciamento de recursos hídricos, como na bacia hidrográfica (BH) do rio Revué, situada, Moçambique, uma região relevante para abastecimento urbano, irrigação agrícola e geração de energia elétrica. Assim, como a realização do presente estudo, objetivou-se caracterizar e prever eventos de seca meteorológica na BH do rio Revué. Foram analisados dados de precipitação mensal (1990–2022) da base CRU TS, validados com séries observadas da estação de Messambuzi, que apresentaram alta correlação ($R^2 = 0,89$). A caracterização das secas foi feita pelo Índice Padronizado de Precipitação (SPI) em diferentes escalas temporais (3, 6, 12 e 24 meses), enquanto a previsão utilizou modelos de séries temporais do tipo SARIMA, ajustados conforme a metodologia de Box-Jenkins. Os resultados indicaram ausência de tendência significativa de precipitação no período estudado, sendo registradas secas severas e persistentes nos períodos de 1991–1993 e 2011–2017, associados a episódios de El Niño. O SPI-3 e SPI-6 foram mais sensíveis a variações sazonais, enquanto SPI-12 e SPI-24 identificaram secas de longa duração, como o evento de 25 meses entre 1991–1993. A análise de frequência mostrou maior prevalência de extremos de seca em relação a extremos de chuva, indicando vulnerabilidade climática local. O modelo SARIMA (1,0,3)(0,1,1)₁₂ teve melhor desempenho, com coeficiente de correlação de 0,81 e Erro Médio Absoluto (MAE) de 0,22, representando então, adequadamente, a variabilidade do SPI-3 e mantendo previsões dentro dos intervalos de confiança de 95%. A integração do SPI com modelos SARIMA foi considerada uma abordagem eficaz para o monitoramento e previsão de secas meteorológicas na bacia do Revué, podendo contribuir para políticas públicas, planejamento agrícola e energético, e estratégias de adaptação às mudanças climáticas em Moçambique.

Agradecimentos: Os autores agradecem pela concessão de bolsa pela FAPEMIG e pelo apoio financeiro prestado ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos pela CAPES (código 001).

Determinação do Comprimento Equivalente em Conexões Hidráulicas de Cobre

Adérito Celestino Cau¹, Joaquina da Márcia Jaime Muchico¹, Michael Silveira Thebaldi¹, Felipe Schwerz¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/EE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{aderito.caul, joaquina.muchico1, michael.thebaldi, felipe.schwerz}@ufla.br

Palavra-chaves: Perdas de carga localizadas, condutos forçados, número de Reynolds, dimensionamento de sistemas hidráulicos.

As perdas de carga localizadas ocorrem nas discontinuidades dos trechos retilíneos de sistemas de tubulações, como válvulas, curvas, joelhos e tês, devido à turbulência provocada pela alteração de geometria dos condutos. As perdas são complexas de quantificar devido à diversidade geométrica das conexões. Uma forma prática de tratá-las é pelo conceito de comprimento equivalente (Leq), que converte a perda localizada em uma perda equivalente gerada por um trecho de tubulação retilínea, facilitando o cálculo das perdas totais em condutos forçados. Este estudo tem como objetivo estimar o comprimento equivalente por diâmetro (Leq/D) em diferentes conexões hidráulicas e analisar sua variação em função da velocidade de escoamento e do número de Reynolds. O experimento foi realizado no Laboratório de Hidráulica da Universidade Federal de Lavras (UFLA), utilizando o módulo didático MF1000, com duas bombas centrífugas idênticas e tubulações de PVC e cobre. Foram testadas três conexões: curva de 90°, joelho de 45° e tê de saída lateral de cobre. A vazão foi medida em diferentes condições experimentais, variando a abertura de um registro de esfera e a rotação das bombas, com quatro repetições para cada condição. A perda de carga foi estimada com base na diferença entre as pressões de entrada e saída em cada conexão. O Leq/D foi estimado a partir das equações de Darcy-Weisbach e Flamant, considerando os fatores de atrito de Blasius e os coeficientes de perda de carga (k/f). Os resultados mostraram que o Leq/D cresce linearmente com a velocidade de escoamento e o número de Reynolds, indicando que o aumento da energia cinética do escoamento intensifica as perdas localizadas. Para a curva de 90°, o Leq/D variou de 6,88 a 24,69; para o joelho de 45°, de 30,57 a 36,13; e para o Tê de passagem lateral, de 34,83 a 40,78. Esses dados destacam a importância de se considerar o regime de escoamento em relação à trajetória para o dimensionamento de redes hidráulicas. Conclui-se que conexões mais complexas geram maiores comprimentos equivalentes e que a energia cinética do escoamento é determinante na intensificação dessas perdas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Estimativa de coeficiente de perda de carga localizada em conexões hidráulicas de cobre

Joaquina da Márcia Jaime Muchico¹, Adérito Celestino Cau¹, Michael Silveira Thebaldi², Ronaldo Fia²

¹Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{joaquina.muchico1,aderito.caul}@estudante.ufla.br;
{michael.thebaldi,ronaldofia}@ufla.br

Palavras-chave: Condutos forçados, dissipação de energia, modelagem, número de Reynolds.

As perdas de carga localizadas se referem àquelas que ocorrem em acessórios das tubulações, e implicam em turbulência extra e dissipação de energia. Podem ser quantificadas pelo coeficiente adimensional “K”, que depende da geometria, do número de Reynolds (Re), da rugosidade e a velocidade do escoamento. O objetivo deste estudo foi determinar o coeficiente “K” em conexões hidráulicas de um sistema de condutos forçados de cobre. O ensaio foi conduzido no Laboratório de Hidráulica da UFLA, utilizando o módulo didático MF1000, com duas bombas centrífugas idênticas e tubulações de PVC e cobre, que operaram em série. A coleta dos dados foi realizada para as seguintes conexões: curva de 90°, joelho de 45° e tê de passagem lateral. O diâmetro interno era de 0,0139 m. A vazão foi medida utilizando método volumétrico e a perda de carga foi estimada com base na diferença entre as pressões de entrada e saída em cada conexão, ambas em diferentes condições experimentais com quatro repetições. Os dados obtidos foram analisados em função da velocidade de escoamento e do número de Reynolds (Re). Os resultados indicaram que a curva de 90° apresentou menor valor médio de “K” de 0,58, porém com alta dispersão e fraco ajuste em relação ao Re e a velocidade de escoamento; o joelho de 45° apresentou valor de “K” médio de 0,97, com menor dispersão e ajuste moderado de R^2 (0,4477) com tendência decrescente à medida que a velocidade de escoamento e o número de Re aumentaram; o tê de passagem lateral registrou o maior “K” médio de 1,04 e o melhor ajuste de R^2 (0,7103). Conclui-se que o coeficiente de perda de carga localizada é dependente do número de Reynolds para menores velocidades de escoamento e da geometria do acessório. Observou-se também que os valores de “K” diminuem com o aumento do número de Reynolds e da velocidade de escoamento tendendo à estabilização.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e FAPEMIG.

PREENCHIMENTO DE FALHAS EM SÉRIES HIDROMETEOROLÓGICAS NA BACIA DO RIO UMBELUZI, MOÇAMBIQUE, UTILIZANDO WGEN/SWAT

Samuel José Marquês Timano¹, José João Luísa Chaora¹, Jone Chaicuinda Sumbulero¹, Marcelo Ribeiro Viola¹, Mateus Pimentel de Matos², Michael Silveira Thebaldi¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

samuel.timano1@estudante.ufla.br, jose.chaora@estudante.ufla.br,
jone.sumbulero@estudante.ufla.br marcelo.viola@ufla.br,
mateus.matos@ufla.br, michael.thebaldi@ufla.br

Palavras-chave: Geradores climáticos, Séries Sintéticas, Precipitação, Temperatura

A escassez e a descontinuidade de registros meteorológicos constituem um desafio para a modelagem hidrológica e a gestão de recursos hídricos em vários países, como em Moçambique e, especialmente, na bacia hidrográfica do rio Umbeluzi, fundamental para o abastecimento urbano, irrigação agrícola e conservação ambiental na região metropolitana do Grande Maputo. Assim, com a realização do presente trabalho, objetivou-se aplicar a ferramenta Weather Generator (WGEN), integrada ao modelo hidrológico Soil and Water Assessment Tool (SWAT), para a estimativa de precipitação diária e das temperaturas máximas e mínimas na estação meteorológica de Umbeluzi Agrícola. Foram utilizados dados observados entre 2014 e 2023, empregados na parametrização do WGEN, avaliando a eficiência da metodologia no preenchimento de falhas e na geração de séries sintéticas consistentes como entradas climáticas para o SWAT. A precipitação foi simulada a partir de cadeias de Markov de primeira ordem e da distribuição Gama de dois parâmetros, enquanto as temperaturas máximas e mínimas foram estimadas por procedimentos estatísticos com ajustes sazonais. A avaliação de desempenho incluiu métricas estatísticas como Coeficiente de Correlação de Pearson (r), Erro Médio Absoluto (MAE), Erro Quadrático Médio (RMSE), Índice de Concordância de Willmott (d), RMSD e Coeficiente de Variação (CV). Os resultados indicaram alta precisão na simulação da precipitação ($r = 1$; $d = 0,92$; MAE = 0,15; RMSE = 0,33; CV = 0,14), além de boa correspondência das temperaturas simuladas com as observadas, preservando a variabilidade sazonal. Diante disso, o WGEN, acoplado ao SWAT, mostrou-se uma ferramenta robusta e confiável para estimar variáveis climáticas em contextos de escassez de dados, contribuindo para o desenvolvimento de estudos hidrológicos, com implicações diretas para o planejamento sustentável da bacia do rio Umbeluzi.

Agradecimentos: Os autores agradecem pela concessão de bolsa pela FAPEMIG e pelo apoio financeiro prestado ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos pela CAPES (código 001).

Efeito da água tratada magneticamente no diâmetro da cabeça da alface cv. Camila ao longo do ciclo sob diferentes tensões

Naara Iorrana Gomes Sousa¹, Fábio Ponciano de Deus¹, Otávio Ferreira Borges da Costa¹, Murillo Calais Torres¹,

¹Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

{naara.sousa, otavio.costa3, murillo.torres}@estudante.ufla.br, fabio.ponciano@ufla.br

Palavras-chave: morfologia; disponibilidade hídrica; *Lactuca sativa* L.

O crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.) é fortemente influenciado pela disponibilidade hídrica. Dessa forma, objetivou-se avaliar o diâmetro da cabeça (Dcab) da alface cv. Camila, irrigada com água comum (AC) e água tratada magneticamente (ATM) sob diferentes tensões ao longo do ciclo de cultivo. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, localizada na área experimental da irrigação, pertencente à Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições, em esquema fatorial 5 x 2 x 3, correspondente a cinco tensões (1, 2, 4, 6 e 8 kPa), dois tipos de água (comum – AC e tratada magneticamente – ATM) e três épocas de avaliação (7, 16 e 30 dias após o transplântio – DAT). A interação entre a época e tensão mostrou aumento do Dcab ao longo do ciclo, atingindo valores máximos aos 30 DAT (colheita) para cada tensão. A interação entre tipo de água e época de avaliação mostrou que o uso da ATM reduziu o Dcab em 7,32% em comparação ao uso da AC apenas aos 30 DAT. A interação entre tipo de água e tensão mostrou que o Dcab reduziu com o aumento das tensões em todos os tratamentos; entretanto apenas na tensão 6 kPa o uso da ATM reduziu o Dcab em 24,15% em comparação ao uso da AC. Conclui-se que a água tratada magneticamente reduz o desenvolvimento do diâmetro da cabeça da alface cv. Camila no final do ciclo (30 DAT), especialmente na tensão 6 kPa.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Predição de condutividade hidráulica saturada na América do Sul via Machine Learning: A Primazia do Relevo e a Importância da Filtragem Robusta

Leandro Campos Pinto¹, Nelva Bugoni Riquetti², Carlos Rogério de Mello¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – Pelotas, RS – Brasil

{Leandro.pinto1, crmello}@ufla.br; nelva.bugoni@gmail.com

Palavras-chave: Filtragem de *outliers*, Mapeamento Digital de Solos, XGBoost.

A condutividade hidráulica saturada (Ksat) é um parâmetro hidropedológico crítico. Este estudo empregou algoritmos de Machine Learning (RF, SVM, GLMnet, XGBoost) para prever Ksat em escala continental sul-americana, utilizando oito preditores e avaliando três cenários: (A) todos os dados; (B) $Ksat \leq 6$ m/dia; (C) filtragem robusta de *outliers*, denominado método da covariância robusta (MCD). O Cenário C superou decisivamente os demais, com o XGBoost apresentando o melhor desempenho global (RMSElog = 0,623, R^2_{log} = 0,570, MAPE = 56,4%), validando a filtragem MCD como etapa crucial para a modelagem. A análise de importância de variáveis do modelo final revelou que o Modelo Digital de Elevação (MDE) foi o preditor mais relevante, seguido pelo teor de matéria orgânica e pela declividade. A primazia do MDE não indica uma relação direta com a Ksat, mas evidencia seu papel como um proxy integrador de processos geomorfo-pedogenéticos em macroescala. O MDE discrimina os grandes compartimentos da América do Sul (Andes, planaltos, planícies), que possuem solos com idades, texturas e perfis hidráulicos intrínsecos distintos. Ele controla indiretamente a Ksat ao definir a energia do relevo, a posição na paisagem (zonas de recarga/descarga), o clima local e a vegetação, que são fatores-chave na formação da estrutura do solo. A matéria orgânica, embora crucial, atua como uma variável de estado influenciada por esses fatores de primeira ordem. O mapa final de Ksat gerado constitui um produto valioso para aplicações em modelagem hidrológica e gestão de recursos hídricos no continente, destacando a eficácia de uma abordagem que combina tratamento estatístico robusto de dados com algoritmos avançados de aprendizado de máquina.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq - Processo: 175060/2023-1 e UFLA.

O Duplo Impacto da Variável Solo na Predição de condutividade hidráulica saturada: Ganho de Acurácia e Desafios de Espacialização na América do Sul

Leandro Campos Pinto¹, Nelva Bugoni Riquetti², Carlos Rogério de Mello¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – Pelotas, RS – Brasil

{Leandro.pinto1, crmello}@ufla.br; nelva.bugoni@gmail.com

Palavras-chave: Mapeamento Digital, Random Forest, variável categórica.

A predição confiável da condutividade hidráulica saturada (K_{sat}) em macroescala é vital para a gestão de recursos hídricos. Este estudo comparou a performance de modelos de Machine Learning (RF, SVM, GLMnet, XGBoost) para prever K_{sat} na América do Sul, avaliando o impacto da inclusão da variável categórica (classe de solo) e os desafios inerentes à sua utilização. Dois conjuntos de modelagem foram realizados: um com e outro sem a variável “solo”, testando três cenários de tratamento de dados (A: todos os dados; B: $K_{sat} \leq 6$ m/dia; C: filtragem robusta de outliers - MCD). Os resultados demonstram um duplo efeito. Primeiramente, a inclusão do solo trouxe um ganho substancial de acurácia em todos os cenários. O melhor modelo geral passou a ser o Random Forest no Cenário B ($K_{sat} \leq 6$ m/dia), com RMSE log reduzido de 0,7387 (sem solo) para 0,5501 (com solo) e uma queda drástica do erro percentual médio (MAPE) de 88% para 51%, indicando previsões muito mais precisas na escala original. Este resultado confirma a classe de solo como um preditor fundamental de K_{sat} . Contudo, o ganho estatístico revelou um desafio operacional crítico: a disparidade entre as classes de solo no banco amostral e no raster de entrada gerou extensas áreas em branco na espacialização final, pois o modelo não pôde extrapolar para classes não aprendidas. Este trabalho evidencia o trade-off, ou seja, a existência de uma relação de compensação entre dois ou mais aspectos desejáveis, mas que são dificilmente alcançáveis ao mesmo tempo entre acurácia e cobertura espacial em modelagem continental. Destacamos a premente necessidade de investimentos em mapas pedológicos mais detalhados e harmonizados e em campanhas de amostragem que cubram de forma representativa a variabilidade pedológica do continente, sob pena de se criarem modelos precisos, porém geograficamente incompletos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq - Processo: 175060/2023-1 e UFLA.

AVALIAÇÃO DE QUATRO BASE DE DADOS DE SENSOREAMENTO REMOTO E REANÁLISE DE LONGO PRAZO PARA ESTUDOS DE SECAS METEOROLÓGICAS EM MOÇAMBIQUE

Jone C. Sumbulero¹, Samuel J.M.Timano¹, José L. J. Chaora¹, Carlos R. Mello¹,
Luiz F. Coutinho de Oliveira¹

¹Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jone.sumbulero@estudante.ufla.br, samuel.timano1@estudante.ufla.br
jose.chaora@estudante.ufla.br, crmello@ufla.br, coutinho@ufla.br

Palavras-chave: Seca meteorológica, produtos de sensoriamento remoto e reanálise, SPI, SPEI

Moçambique apresenta alta suscetibilidade a secas e inundações, impulsionada por sua localização geográfica e vulnerabilidades socioeconômicas. A ocorrência desses extremos climáticos tem gerado prejuízos significativos em setores estratégicos da economia, sendo agravada pela escassez de dados meteorológicos de qualidade, o que dificulta ações de monitoramento e resposta eficaz. Como alternativa, produtos de sensoriamento remoto e reanálise (SRR) de longo prazo oferecem ampla cobertura e atualização contínua, mas requerem validação regional. Este estudo avalia a precisão de quatro produtos SRR (CHIRPS, PERSIANN-CDR, MSWEP e ERA5-Land) para o monitoramento de secas meteorológicas em Moçambique, utilizando os índices SPI e SPEI na escala trimestral. Os produtos foram comparados com séries observadas de nove estações meteorológicas (1994–2023), por meio de extração ponto-pixel e análise com métricas estatísticas contínuas e categóricas. Os resultados indicam que o CHIRPS apresentou melhor desempenho geral, na análise de precipitação e secas, com os índices SPI e SPEI apresentando estatísticas de precisão satisfatórias. Embora mostre limitações na detecção de secas extremas via SPI, a identificação destes eventos melhora consideravelmente com o uso do SPEI, reforçando a relevância de incorporar o balanço hídrico atmosférico no diagnóstico desses eventos. Além disso, identificou-se que CHIRPS, MSWEP e ERA5-Land tendem a subestimar a severidade de secas severas e extremas para o caso de SPI, nestes termos os limiares ótimos determinados foram, respectivamente -1,4, -1,3, -1,21 para secas severas e -1,6, -1,43, -1,42 para secas extremas. A abordagem proposta contribui para seleção de ferramentas mais eficazes na gestão do risco climático em Moçambique.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

PLANEJAMENTO DE IRRIGAÇÃO TOTAL DE UMA CULTURA DE FEIJÃO EM LAVRAS, MG

Thalissa Oliveira Pires Magalhães¹, Willian Gonçalves Dias¹, Arthur Boari¹, Franciene Aparecida Barra Lopes¹, José Luisa João Chaora¹, Luiz Fernando Coutinho de Oliveira¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

thalissa.magalhaes@estudante.ufla.br, willian.dias@estudante.ufla.br,
arthur.boari3@estudante.ufla.br, franciene.lopes1@estudante.ufla.br,
jose.chaora@estudante.ufla.br, coutinho@ufla.br

Palavras-chave: irrigação, feijão, lâmina fixa.

O planejamento da irrigação é uma ferramenta essencial para o manejo agrícola, auxiliando na tomada de decisão durante cultivo e contribuindo para o uso racional dos recursos naturais. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo realizar o planejamento da irrigação total para a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L., cultivar Aporé). O plantio foi definido em 20 de fevereiro, com ciclo de 90 dias, de acordo com a recomendação do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC). Para o planejamento, foi necessário obter informações como: O planejamento considerou variáveis como ETo (estimada pelo modelo FAO-56 Penman-Monteith), coeficiente de cultivo (Kc) em cada fase fenológica, evapotranspiração da cultura (ETc), lâmina de água acumulada (LAA), coeficiente de déficit hídrico (Ks), evapotranspiração real (ETr), irrigação real necessária (IRN) e irrigação total necessária (ITN). curva de retenção de água ajustada pelo modelo de van Genuchten-Mualem. Os parâmetros da cultura foram baseados em FAO e Embrapa, o Ks em Bernardo (1995), e o sistema adotado foi a aspersão convencional, com eficiência de 80%. A capacidade de campo (θ_{cc}) do solo foi de $0,479 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ e o ponto de murcha permanente (PMP) de $0,355 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, o que permitiu determinar a disponibilidade total de água ($\text{CTA} = 1,24 \text{ mm} \cdot \text{cm}^{-1}$) e, a partir dela, a água disponível (AD) e a água facilmente disponível (AFD). A profundidade radicular efetiva e o fator de disponibilidade (f) calculados, foram de 0,40 m e de 0,476, respectivamente. Para o cálculo da LAA não foi considerada precipitação. O planejamento indicou a necessidade de onze irrigações, totalizando uma IRN de 225,54 mm. Após a correção pela eficiência do sistema, a lâmina totalizou 281,93 mm, valor ligeiramente inferior ao recomendado pela Embrapa para a cultura (300–400 mm). Essa diferença pode ser explicada pelas condições edafoclimáticas locais. O método adotado mostrou-se eficaz no planejamento da irrigação do feijão Aporé em Lavras-MG. Os resultados evidenciam que a integração de dados meteorológicos, parâmetros do solo e coeficientes de cultivo é fundamental para um planejamento eficiente, capaz de atender às necessidades da planta e, ao mesmo tempo, promover o uso sustentável da água.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Validação da precipitação por reanálise ERA5 e ERA5-Land para a Bacia Hidrográfica do Rio Grande, MG

Laís Miguelina Marçal da Silva¹, André Fonseca Viegas¹, Marcelo Ribeiro Viola¹

¹Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brazil

lais.silva16@estudante.ufla.br, andre.viegas@estudante.ufla.br,
marcelo.viola@ufla.br

Palavras-chave: Precipitação observada, reanálise climática, análise estatística.

Séries históricas de precipitação observadas em superfície com boa cobertura espacial e temporal são fundamentais para estudos hidrológicos, mas frequentemente são escassas. Nesse contexto, para suprir tais lacunas, produtos alternativos têm sido avaliados, como as reanálises climáticas ERA5, com resolução de $0,25^\circ \times 0,25^\circ$, e ERA5-Land, com resolução de $0,1^\circ \times 0,1^\circ$, fornecidas pelo *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) do *Copernicus Climate Change Service* (C3S). O presente estudo teve como objetivo validar as estimativas de precipitação fornecidas por essas duas reanálises para a bacia do Rio Grande, na circunscrição hidrográfica do GD1, em Minas Gerais. Para isso, foram empregados 83 anos de dados ERA5 (1941–2023) e 73 anos do ERA5-Land (1951–2023), tomando como referência a série histórica da estação pluviométrica Usina Couro do Cervo (2145007), localizada em Lavras-MG, obtida no portal Hidroweb da ANA. A validação foi conduzida a partir da comparação estatística entre os dados diários e mensais acumulados de precipitação observada e as estimativas dos produtos de reanálise. As métricas utilizadas foram: coeficiente de correlação de Spearman (ρ), eficiência de Kling-Gupta (KGE), erro médio absoluto (MAE) e raiz do erro quadrático médio (RMSE). Os resultados indicaram superestimação das chuvas de menor intensidade e subestimação dos eventos extremos para ambas as reanálises, principalmente na escala diária. Na validação mensal foi obtido KGE de 0,81 e 0,85 para o ERA5 e ERA5-Land, respectivamente, em contraste com os valores de 0,36 e 0,40 obtidos na escala diária. A correlação corroborou os resultados anteriores, sendo moderada na escala diária — 0,54 (ERA5) e 0,56 (ERA5-Land) — e forte na escala mensal — 0,89 e 0,91, respectivamente. Os valores de MAE foram semelhantes entre os produtos, tanto na validação diária (4,22 mm d⁻¹ para o ERA5 e 4,11 mm d⁻¹ para o ERA5-Land) quanto na mensal (40,23 mm mês⁻¹ e 37,32 mm mês⁻¹, respectivamente). O RMSE foi de 9,39 mm d⁻¹ (ERA5) e 9,11 mm d⁻¹ (ERA5-Land) na escala diária e de 61,05 mm mês⁻¹ (ERA5) e 54,55 mm mês⁻¹ (ERA5-Land) na escala mensal. Embora o ERA5-Land tenha apresentado desempenho ligeiramente superior, os resultados foram muito próximos entre os dois produtos. Isso indica que ambos podem ser considerados alternativas promissoras como fontes de dados de precipitação em escala mensal, sendo especialmente úteis em análises hidrológicas de grande escala ou em regiões com escassez de observações. Entretanto, os produtos de reanálise não captaram adequadamente a variabilidade na escala diária, com erros elevados e correlação reduzida, representando uma limitação para sua aplicação nesta escala de tempo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Efeito do tratamento da água, lâminas de irrigação e tipo de substrato no consumo hídrico do tomate-cereja

**Frank Duarte Ussivane¹, Fábio Ponciano de Deus¹, Rodrigo César de Almeida¹,
Eduardo Valério de Barros Vilas Boas², Felipe Schwerz³, Adriano Valentim
Diotto¹, Michael Silveira Thebaldi¹**

¹Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências dos Alimentos – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

frank.ussivanel@estudante.ufla.br, {fabio.Ponciano, evbvboas,
felipe.schwerz, adriano.diotto, michael.thebaldi}@ufla.br,
eng_rodrigocesar@yahoo.com.br

Palavras-chave: Sweet Heaven, tratamento magnético, consumo hídrico e substrato

O uso racional da água na agricultura irrigada é essencial para aumentar a eficiência e reduzir perdas. O tratamento magnético da água tem sido apontado como tecnologia promissora para melhorar a infiltração e a disponibilidade hídrica, mas seus efeitos variam conforme o tipo de substrato e a lâmina de irrigação. Avaliar a interação entre essas variáveis permite definir estratégias de manejo que conciliem produtividade e economia de recursos. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o consumo diário, acumulado e médio de água em plantas cultivadas do tomate cereja da variedade Sweet Heaven em substrato do solo e em fibra de coco, irrigadas com água não tratada e magneticamente tratada, sob diferentes níveis de reposição hídrica (150%, 120%, 90%, 60% e 30% da lâmina). O experimento foi conduzido em delineamento fatorial 2x2x5, sendo dois tipos de substratos (TS) (SS – Latossolo Vermelho Distrófico; CFS – Fibra de Coco), dois tratamentos de água (TW) (MTW - água tratada magneticamente; NT - água não tratada) e cinco frações de reposição hídrica (150%, 120%, 90%, 60% e 30%). O consumo de água foi monitorado diariamente, permitindo calcular o consumo acumulado (L/planta) e o consumo médio por intervalos de 20 dias após o transplante (DTA). O substrato de fibra de coco promoveu maior consumo hídrico, com aumento de 168% e 88% na 2ª e 3ª fases, respectivamente. No final do ciclo da cultura, o uso da água magnetizada levou a uma redução de 3,36% ($\pm 0,96\%$) no consumo. No entanto, a Fibra de Coco resultou em um consumo final 8,82% ($\pm 0,42\%$) maior que o solo, e o seu consumo médio atingiu o pico entre 20 e 60 dias após o transplante. O cultivo em fibra de coco, aliado ao uso de água magneticamente tratada, potencializa o consumo hídrico das plantas, indicando maior disponibilidade e aproveitamento da água. A reposição de 120% da lâmina de irrigação surge como alternativa eficiente, equilibrando oferta hídrica em todas as fases fenológicas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise morfométrica comparativa de sub-bacias em regiões hidrologicamente homogêneas da bacia do Rio Grande

Alice Raquel Caminha¹, Lucas Ribeiro Guimarães¹, Luiz Fernando Coutinho de Oliveira¹

¹Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Caixa Postal: 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil.

{alice.caminha1, lucas.guimaraes6, coutinho}@ufla.br

Palavras-chave: Morfometria, Hidrologia, Geoprocessamento.

A definição de Regiões Hidrologicamente Homogêneas (RHHs) em bacias de grande porte, como a do Rio Grande, é uma etapa importante para compreender as distintas respostas hidrológicas que governam cada porção do território, subsidiando um planejamento e gestão de recursos hídricos mais eficazes. Este trabalho teve como objetivo comparar os parâmetros morfométricos de três sub-bacias representativas de RHHs distintas (Alto, Médio e Baixo Rio Grande), a fim de caracterizar suas diferenças fisiográficas. Para a análise, foram selecionadas as sub-bacias: Barroso (representante da RHH Alto Rio Grande), Conceição dos Ouros (RHH Médio Rio Grande) e Fazenda Santa Terezinha (RHH Baixo Rio Grande). A metodologia envolveu o processamento de um Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto Topodata (resolução espacial de 30 m) em ambiente SIG (QGIS 3.34), aplicando-se ferramentas para a correção de depressões, extração da rede de drenagem e delimitação das sub-bacias. Os resultados indicam que a sub-bacia do Baixo Rio Grande (Fazenda Santa Terezinha) possui formato mais alongado (Fator de Forma $K_f = 0,29$) e relevo suave (Índice de Rugosidade $IR = 0,23$). Em contrapartida, a sub-bacia do Médio Rio Grande (Conceição dos Ouros) destaca-se pela elevada amplitude altimétrica (1231 m), além do relevo acidentado ($IR = 3,02$). As sub-bacias do Alto e Médio Rio Grande apresentam redes de drenagem bem desenvolvidas, com Densidade de Drenagem (D_d) superior a 2,4 km/km², enquanto a do Baixo Rio Grande possui uma rede notadamente menos densa ($D_d = 0,59$ km/km²). Tais características influenciam diretamente a resposta hidrológica. O relevo acidentado e a alta densidade de drenagem do Médio e Alto Rio Grande favorecem o escoamento superficial rápido e picos de vazão mais acentuados. Por outro lado, o formato alongado, o relevo suave e a menor densidade de drenagem do Baixo Rio Grande sugerem uma bacia com menor propensão a inundações repentinas, com tempo de concentração mais longo. Conclui-se que a análise morfométrica foi eficaz para quantificar as distintas características fisiográficas das RHHs, permitindo inferir comportamentos hidrológicos distintos para cada trecho da bacia.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES, CNPq e FAPEMIG.

AVALIAÇÃO DE MÓDULO GPS VIA ARDUINO PARA MONITORAMENTO DA POSIÇÃO DO PIVÔ CENTRAL

Thalissa Oliveira Pires Magalhães ¹, Alberto Colombo¹, Bianca Feliciano Lima², Paulo Henrique Cruz Pereira³

¹Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

³Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET-MG) - Av. dos Imigrantes, 1000 -
Bairro Vargem - Varginha - MG - Brasil - Cep: 37.022-560

thalissa.magalhaes@estudante.ufla.br, acolombo@ufla.br,
bianca.limal@estudante.ufla.br, paulop.vga@gmail.com

Palavras-chave: irrigação mecanizada, eletrônica, automação.

O contínuo monitoramento do pivô central permite identificar variações nos parâmetros de desempenho, que possam comprometer a uniformidade de aplicação de água e ou eficiência energética destes equipamentos. Para realizar o monitoramento de sistemas de irrigação do tipo pivô central é fundamental conhecer o terreno e a posição angular da linha lateral. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi realizar a avaliação de um módulo GPS controlado por um Arduino para o monitoramento da posição de um pivô central. O sistema desenvolvido foi composto por dois equipamentos: (i) emissor de dados, composto por um módulo GPS NEO-6m, integrado a um microcontrolador Arduino Uno R3 e a um módulo Xbee para a transmissão remota dos dados; e (ii) um receptor, constituído por um módulo Xbee e um Arduino Uno R3 conectado a um computador, responsável por apresentar ao usuário a posição angular do pivô. O módulo GPS foi configurado para operar no padrão NMEA (National Marine Electronics Association), que é interpretado por uma biblioteca do Arduino IDE conhecida como TinyGPS. Para o cálculo do azimuth, aplicou-se a fórmula de Haversine. A avaliação do sistema foi realizada a partir da comparação entre a posição angular fornecida pelo painel do pivô central e o azimuth fornecido pelo módulo GPS. O pivô central executou uma revolução em três horas, com a velocidade em 100% do percentímetro, aplicando uma lâmina correspondente a 1,5 mm. Os dados foram coletados em um intervalo de dois minutos. Posteriormente, os resultados foram analisados no Microsoft Excel por meio da correlação de Pearson, que apresentou valor r igual a 0,9999, indicando correlação positiva forte entre os métodos. Isso quer dizer que, a posição angular fornecida pelo módulo GPS pode ser integrada aos dados de pressão coletados dos emissores durante o monitoramento. Com isso, o monitoramento torna-se mais prático e eficiente, já que os resultados podem ser influenciados pelo terreno. Sendo assim, o uso do módulo GPS mostrou-se eficiente no monitoramento da posição angular do pivô central, permitindo integração com outros parâmetros, como pressão, para tornar mais efetivo e prático o monitoramento da pressão durante a irrigação do pivô central.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

PROJEÇÕES FUTURAS DO ESCOAMENTO SUBTERRÂNEO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DE CABECEIRA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Camila Lúcia Cardoso Ribeiro¹, Carlos Rogério Mello²

^{1,2} Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

camila.ribeiro6@estudante.ufla.br, crmello@ufla.br

Palavras-chave: Mudanças climáticas; modelagem hidrológica; produção de água

O armazenamento de água subterrânea em uma bacia hidrográfica pode sofrer alterações devido às mudanças climáticas. Torna-se então estratégico avaliar como essas podem afetar o armazenamento subterrâneo em diferentes cenários de mudanças climáticas. O objetivo deste estudo foi simular as vazões e o escoamento subterrâneo em bacias hidrográficas de cabeceira ao longo do século sob cenários de mudanças climáticas. Foram estudadas as regiões de cabeceira dos rios Grande e Jequitinhonha, no estado de Minas Gerais. Utilizou-se o modelo hidrológico MHD-INPE com um horizonte de simulação até 2099, e os dados dos modelos climáticos globais HadGEM2-ES, MIROC5, CanESM2 e BESM regionalizados com o modelo ETA/CPTEC, nos cenários RCP 4.5 e 8.5. Foram obtidos os descritores estatísticos das Curvas de Duração da Vazão – FDC para as vazões simuladas. Os resultados obtidos na calibração e validação do MHD foram satisfatórios em ambas as sub-bacias, sendo o NSE de 0.77 e de 0.76 para a bacia do Jequitinhonha, e de 0.77 e 0.63 para a bacia do Grande. Nas simulações para a bacia do Jequitinhonha foi observado um aumento no QSM em todas as projeções, o que indica um aumento das respostas das vazões à precipitação. O SEASON apresentou redução em todas as projeções, chegando a 21,1 % no período de 2071-2099 do RCP 8.5. Como esta sub-bacia se encontra preservada, a redução pode estar relacionada às alterações climáticas, como a redução da precipitação. Em todas as projeções foi observada redução nos descritores MWL e MWH, referentes aos segmentos de vazões mínimas e máximas, sendo maior no período de 2071-2099 do RCP 8.5 (72,8% e 58,4%). Na bacia do Grande foi observada uma redução no QSM em todas as projeções, e também no SEASON na maioria das projeções. Esta sub-bacia apresenta antropização acentuada, assim, a redução na sazonalidade também pode estar relacionada às alterações no uso do solo. Todas as projeções apresentaram redução no MWL, que foi maior de 2071-2099 no RCP 8.5 (70.6%). Pode-se inferir que nos cenários futuros, em ambas as sub-bacias, haverá uma diminuição na ocorrência de cheias e, estiagens mais severas e com duração mais longa, especialmente no cenário mais pessimista no final do século. Em ambas as sub-bacias foi observada redução no escoamento subterrâneo médio quando comparado com o período de referência, especialmente no período de 2071-2099 do RCP 8.5. Os resultados obtidos demonstram que as mudanças climáticas podem afetar a disponibilidade futura de água nas sub-bacias estudadas, e, espera-se que esses resultados possam auxiliar na tomada de decisão de forma a diminuir os impactos e a escassez de água nestas sub-bacias.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e FAPEMIG.

RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS POR AGROTÓXICOS APLICADOS NA LAVOURA DE MILHO NO DISTRITO DE PANDA, MOÇAMBIQUE

**Cláudio Azevedo Balango¹, Samuel José Marquês Timano¹, José João Luísa Chaora¹,
Orlando Nixon Malai Moçambique¹, Luiz Antônio Lima¹, Adriano Valentim Diotto¹**

¹Departamento de Recursos Hídricos/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

claudio.balango@estudante.ufla.br, samuel.timano1@estudante.ufla.br,
jose.chaora@estudante.ufla.br, orlando.mocambique@ufla.br, lalima@ufla.br,
adriano.diotto@ufla.br

Palavras-chave: Agricultura; Pesticidas; Lixiviação; Hidrogeologia; GUS; Sustentabilidade.

A intensificação do uso de agrotóxicos na produção de milho em Moçambique tem levantado preocupações crescentes sobre a contaminação de águas subterrâneas, recurso estratégico para o abastecimento humano, irrigação e manutenção dos ecossistemas rurais. O objetivo deste estudo foi avaliar o risco potencial de lixiviação de pesticidas utilizados na lavoura de milho no distrito de Panda, província de Inhambane, empregando os critérios de *screening* da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e o índice de vulnerabilidade *Groundwater Ubiquity Score* (GUS). Foram identificados 14 princípios ativos aplicados na cultura, cujas propriedades físico-químicas (solubilidade em água, coeficiente de adsorção ao carbono orgânico – Koc, meia-vida no solo e em água, pressão de vapor e constante de Henry) foram analisadas para estimar o risco de mobilidade e persistência ambiental. Os resultados revelaram que, segundo a EPA, Methamidofos, Imidacloprid, Atrazina e Propiconazol atendem a pelo menos três dos cinco critérios de contaminação, sendo classificados como compostos de maior risco. Pelo índice GUS, Imidacloprid (3,74) e Atrazina (3,75) foram enquadrados como de alta lixiviação, enquanto Methamidofos (2,78) e Propiconazol (2,26) ficaram na faixa de transição. Em contrapartida, pesticidas como Cipermetrina (–1,66), Abamectina (0,36) e Paraquat (–6,95) apresentaram baixo risco, refletindo sua maior adsorção ao solo. A análise edáfica demonstrou que solos arenosos, de alta permeabilidade e baixa matéria orgânica, amplificam o risco de lixiviação, enquanto solos argilosos e ricos em matéria orgânica reduzem significativamente a vulnerabilidade. Conclui-se que Imidacloprid e Atrazina representam maior ameaça aos aquíferos locais, exigindo a adoção de manejo integrado de pragas, substituição por compostos menos persistentes e fortalecimento das políticas de monitoramento para proteção dos recursos hídricos subterrâneos.

Agradecimentos: Os autores agradecem pela concessão de bolsa pela FAPEMIG e pelo apoio financeiro prestado ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos pela CAPES (código 001).

Capacidade de água disponível para a cultura da soja sob diferentes estratégias de manejo da compactação do solo

João Pedro Silva Costa¹, Felipe Schwerz², Adriano Valentim Diotto¹, Bruno Montoani Silva³

¹Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Agrícola/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Ciência do Solo/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

joao.costal2@estudante.ufla.br, felipe.schwerz@ufla.br,
adriano.diotto@ufla.br, brunom.silva@ufla.br

Palavras-chave: Balanço hídrico; agrometeorologia; disponibilidade hídrica.

A compactação do solo é um dos principais fatores limitantes em sistemas de produção agrícola, afetando a infiltração, retenção de água, aeração e o desenvolvimento radicular. Este estudo avaliou a capacidade de água disponível (CAD), para a cultura da soja, que se encontravam sob diferentes níveis de compactação, e após aplicação de três estratégias de descompactação Mecânico, Biológico e Mecânico+Biológico. O cálculo foi realizado considerando duas abordagens de capacidade de água disponível (CAD): a CAD textural, determinada a partir da textura do solo e profundidade efetiva do sistema radicular, e a CAD variável, determinada in situ pelas características físico-hídricas de cada tratamento, ou seja: umidade na capacidade de campo, umidade no ponto de murcha permanente, e densidade do solo; além da profundidade efetiva do sistema radicular. Os resultados mostraram diferenças expressivas entre os dois métodos de estimativa. O uso da CAD textural levou à superestimação do excedente hídrico em até 27,1% e à subestimação do déficit em até 58,6%, em comparação à CAD variável. O tratamento com subsolagem (mecânico) apresentou os maiores déficits, associados à maior perda de água por escoamento superficial, enquanto os tratamentos biológicos e a combinação mecânico+biológico favoreceram a infiltração e a retenção de água. Estas diferenças podem comprometer a dinâmica do estresse hídrico e subestimar o real impacto sobre a produtividade da soja, especialmente nas fases de florescimento e enchimento de grãos. Conclui-se que a determinação da CAD in situ é essencial para avaliações realistas da disponibilidade hídrica para a cultura, e que diferentes práticas para controle da compactação podem resultar em diferentes CAD do solo.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA BACIA DO RIO DEMINI, MUNICÍPIO DE BARCELOS, AMAZONAS.

José Luísa João Chaora¹, Samuel José Marquês Timano¹, Jone Chacuinda Sumbuleiro¹, Adérito Celestino Cau¹, Marcelo Ribeiro Viola¹, Carlos Rogério de Mello¹.

¹Departamento de Recursos Hídricos em Sistema Agrícolas/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil
{jose.chaora¹, Samuel.timano¹, jone.sumbulero¹, aderito.cau¹}@estudante.ufla.br, marcel.o.viola@ufla.br¹, crmello@ufla.br¹

Palavras-chave: Regime pluvial, CRU, BR-DWGD; Balanço hídrico anual.

Amazônia abrange a maior floresta tropical do planeta e desempenha um papel fundamental na regulação climática e na manutenção da biodiversidade. Nesse contexto, compreender a dinâmica hidrológica de suas bacias hidrográficas é fundamental para subsidiar o planejamento sustentável dos recursos naturais e mitigar os impactos de eventos extremos, como secas e enchentes. O presente estudo teve como objetivo caracterizar hidrológicamente a bacia do rio Demini, localizada no município de Barcelos, no estado de Amazonas analisando seu regime hídrico e parâmetros morfométricos. Foram utilizados dados fluviométricos e pluviométricos do período de 1992 a 2020, obtidos no portal HidroWeb (ANA). A metodologia incluiu análises de consistência, interpolação de falhas pelo inverso do quadrado da distância (IDW), curvas de permanência, análise da curva-chave, balanço hídrico e indicadores hidrológicos, além da validação de dados de grade *Climatic Research Unit Time Series* (CRU TS) e *Brazilian Daily Weather Gridded Data* (BR-DWGD). Os resultados mostraram que a bacia possui área de 16.900 km², curso principal com 165 km de extensão, densidade de drenagem de 0,84 km.km⁻² e declividade de 0,44%. A precipitação média anual foi de 2.359 mm, ocorrendo 19,7 % na primavera, 28,6 % no verão, 38,4 % no outono e 13,3 % no inverno. O deflúvio anual foi de 964 mm, resultando um coeficiente de escoamento de 0,42 e uma evapotranspiração de 1394,78 mm.ano⁻¹. O ano mais chuvoso foi 2011/12 (2814 mm) com deflúvio de 1325,69 mm, enquanto o de menor precipitação foi 2015/16 (1083 mm), com o deflúvio de 647,59 mm. A validação dos dados do CRU indicou correlação forte ($r = 0,69$) e raiz do erro médio quadrático (REMQ) igual a 60 mm.ano⁻¹, enquanto os dados BR-DWGD apresentaram correlação muito forte ($r = 0,94$) e um REMQ igual a 35 mm.ano⁻¹, o que sugere melhor precisão na representação dos dados. Do ponto de vista hidrológico a bacia tem vazão média de longo termo de 516,76 m³.s⁻¹, com rendimentos específicos de 30,57 (médio), 5,05 (mínimo) e 45 l.s⁻¹.km⁻² (máximo), vazão com 90% de permanência (Q₉₀) igual a 83,30 m³.s⁻¹ e vazão mínima de sete dias e recorrência de 10 anos (Q_{7,10}) igual a 21,5 m³.s⁻¹. Esses resultados contribuem para o entendimento da dinâmica hidrológica do rio Demini e para o entendimento da aplicabilidade de grids de precipitação interpolados na escala anual, para o desenvolvimento de estudos hidrológicos na região.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise da distribuição de probabilidades da precipitação em localidades de cinco diferentes estados brasileiros

Caíque de Souza Borges¹, Luiz Fernando Coutinho de Oliveira²

^{1,2}Departamento de Recursos Hídricos em Sistema Agrícola /DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

caique.borges1@estudante.ufla.br¹, coutinho@ufla.br²

Palavras-chave: precipitação, urbanização desordenada, chuvas intensas, análise de dados, métodos de distribuição.

O presente estudo comparou o desempenho das distribuições Gumbel e GEV na modelagem de chuvas intensas em cinco localidades (BA, GO, MG e SP), avaliando alterações no regime de precipitações extremas entre 1961–1990 e 1991–2020. Utilizaram-se séries anuais de precipitação máxima diária obtidas em um produto da base de dados BR-DWGD. Os ajustes foram feitos pelos testes de Kolmogorov-Smirnov (K–S) e Qui-quadrado (χ^2), selecionando-se a distribuição com melhor desempenho para estimar os parâmetros das equações de chuvas intensas (tempos de retorno de 10 a 1000 anos). Os resultados indicaram que, no primeiro período (1961–1990), ambas as distribuições tiveram bom ajuste ($K-S < 0,2$; χ^2 abaixo dos limites críticos). Contudo, no segundo período (1991–2020), observou-se redução da aderência da GEV em três estações ($\chi^2 > 8$; $K-S > 0,5$), enquanto a Gumbel manteve estabilidade (valores médios de $K-S < 0,15$). Tais resultados sugerem uma mudança no comportamento das precipitações extremas, associada à urbanização e às variações climáticas. Conclui-se que a distribuição de Gumbel demonstrou maior robustez e consistência na representação das chuvas intensas no período mais recente, sendo, portanto, recomendada para a formulação de equações de projeto hidrológico. Além disso, as análises reforçam a necessidade de atualização periódica das curvas de intensidade-duração-frequência (IDF), considerando os efeitos das mudanças climáticas e da expansão urbana sobre o regime pluviométrico.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Diferentes abordagens computacionais para o dimensionamento de sistemas prediais de água fria

Renan Teixeira Delfino¹, Michael Silveira Thebaldi¹, Ronaldo Fia²

^{1,2} Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

renan.delfino4@estudante.ufla.br, michael.thebaldi@ufla.br,

ronaldofia@ufla.br

Palavras-chave: AltoQi Builder, BIM, EPANET, Funcionamento hidráulico.

O projeto de instalações prediais de água fria, embora essencial para o desempenho e durabilidade das edificações, ainda é frequentemente negligenciado, resultando em falhas e custos de manutenção. Este trabalho tem como objetivo comparar metodologias e recursos computacionais aplicados ao dimensionamento e à verificação hidráulica de sistemas prediais, utilizando como estudo de caso uma residência unifamiliar de médio padrão. Foram avaliadas três abordagens: (i) software AltoQi Builder®, baseado em tecnologia BIM; (ii) planilha eletrônica combinada com software CAD; e (iii) EPANET 2.2 associado à software CAD. As análises incluíram pré-dimensionamento, perdas de carga, verificação hidráulica, custos de materiais e tempo de elaboração dos projetos. Os resultados mostraram que a Metodologia 1 proporcionou maior produtividade, com redução de aproximadamente 45% no tempo em relação à Metodologia 2, devido à automação das etapas de lançamento e compatibilização gráfica; contudo, apresentou maior custo de investimento, associado à aquisição e manutenção do software. A Metodologia 2 resultou no menor custo final de materiais, mas demandou maior tempo de execução, enquanto a Metodologia 3 evidenciou-se como alternativa viável, uma vez que o EPANET 2.2 possibilitou simulações dinâmicas de cenários de uso simultâneo, com resultados hidráulicos confiáveis e potencial de aplicação em projetos prediais, apesar do maior tempo demandado para a modelagem. Em termos de desempenho hidráulico, observou-se que na Metodologia 3 utilizou-se maiores vazões dos aparelhos sanitários, o que levou a diâmetros maiores e maiores custos, mas garantiram maior confiança e tempo de horizonte de projeto na manutenção da pressão mínima exigida pela norma ABNT NBR 5626:2020. Conclui-se que a escolha da metodologia impacta diretamente nos custos, na confiabilidade hidráulica e na produtividade do projeto, devendo ser considerada a realidade do projetista, os recursos disponíveis e as especificidades da edificação. O estudo contribui ao evidenciar o potencial de ferramentas gratuitas como o EPANET 2.2 e reforça a relevância do BIM para otimização de processos, servindo de referência para profissionais e pesquisadores da área de engenharia civil.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Padrões Espaciais de Evapotranspiração em uma Floresta Neotropical do Sudeste de Brasil

Guauque-Mellado Daniel Enrique ¹, **Mello Carlos Rogeiro** ²

¹Departamento de Recursos Hídricos/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

daniel.mellado1@estudante.ufla.br, crmello@ufla.br

Palavras-chave: evapotranspiração, variabilidade espaço-temporal, balanço hídrico, geoestatística, Mata Atlântica.

O presente estudo analisou os padrões espaço-temporais da evapotranspiração (ET) em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual inserido no bioma Mata Atlântica, no sudeste do Brasil, a partir de monitoramento hidrometeorológico contínuo durante sete anos hidrológicos (2014–2020). Para tanto, foi aplicado o balanço hídrico residual, com medições diretas de precipitação (interna e externa), escoamento pelo tronco, armazenamento de água no solo (0–1,0 m) e evapotranspiração observada em 31 pontos de monitoramento. A evapotranspiração diária também foi calculada pelo método do balanço de energia residual e comparada com os valores obtidos no balanço hídrico nos períodos secos. A caracterização espaço-temporal foi realizada por meio da geoestatística, utilizando análise variográfica, ajuste de semivariogramas e krigagem ordinária para interpolação da variabilidade espacial. Os resultados evidenciaram forte variabilidade temporal, com médias diárias de ET de 4,96 mm d⁻¹ na estação chuvosa e 1,55 mm d⁻¹ na estação seca, reduzindo-se a 0,90 mm d⁻¹ em períodos de seca severa (2017–2018), o que refletiu a influência da radiação líquida ($\approx 60\%$ da ET total) e da umidade do solo nos processos de evaporação e transpiração. No aspecto espacial, observou-se baixa a moderada variabilidade (CV < 13%), com maior homogeneidade nos períodos secos; a estrutura espacial foi classificada como moderada a forte nos semivariogramas, mas enfraqueceu nos anos de maior déficit hídrico. A concordância entre os valores modelados e observados foi elevada (NSE = 0,85; erro médio = 13,7%), validando a abordagem metodológica. A análise geoestatística revelou estruturas espaciais de moderadas a fortes, mas menos definidas em anos de déficit hídrico acentuado. Conclui-se que, neste fragmento de Mata Atlântica, a evapotranspiração apresenta comportamento espacial relativamente homogêneo, com padrões consistentes ao longo dos anos, reforçando o papel da floresta como reguladora estável da dinâmica hídrica mesmo sob condições ambientais contrastantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Desempenho de métodos de estimativa de evapotranspiração para Lavras, MG

Arthur Boari¹, Thalissa Oliveira Pires Magalhães¹, Daniel Enrique Guauque Mellado¹, Joaquina Da Márcia Jaime Muchico¹, Adérito Celestino Cau¹, Luiz Fernando Coutinho de Oliveira¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{arthur.boari3, thalissa.magalhaes, daniel.mellado1, joaquina.muchico1, aderito.cau1}@estudante.ufla.br, coutinho@ufla.br

Palavras-chave: Penman-Monteith, evapotranspiração de referência, estatística descritiva.

Diversos métodos de estimativa da evapotranspiração foram propostos nas últimas décadas, sendo o de Penman-Monteith (PM) estabelecido pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) como padrão de referência. No entanto, a exigência de múltiplas variáveis meteorológicas limita o uso do método em locais com escassez de séries completas, demandando métodos alternativos. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento de 17 métodos alternativos ao PM para Lavras, MG. O conjunto de dados obtido refere-se ao ano de 2007 para a estação automática da Serra da Bocaina, onde estão presentes as variáveis velocidade do vento (m/s), umidade relativa (%), temperatura (°C), radiação global (W/m²) e pressão atmosférica (hPa). Os dados de ET de referência (ET_o) foram estimados com o auxílio do programa REF-ET, sendo selecionados todos os métodos de ET_o, incluindo o método padrão PM. Os resultados foram analisados em gráficos 1:1 e posteriormente foram calculadas as métricas estatísticas: descritivas, correlação e o coeficiente de Camargo & Sentelhas (c). Dos métodos selecionados, apenas os métodos CIMIS Pen, FAO Pan e 1985 Harg não conseguiram ser calculados devido a ausência de variáveis meteorológicas específicas requeridas. O método PM apresentou ET_o média de 2,68 mm/dia, com mínimo e máximo de 0,41 e 5,73 mm/dia, respectivamente. Todos os métodos exibiram comportamento sazonal compatível com o método PM, mesmo que métodos como 1957-Makk tenham apresentado subestimativa e métodos como 1948-Pen, FP17-Pen, FAO-24Pn tenham apresentado superestimativa. Todos os métodos apresentaram correlação positiva forte com o PM, com valores de 0,9010 a 0,9998, sendo esse último valor observado em todas as versões do PM adaptadas pela Associação Americana de Engenheiros Civis (ASCE). Para o coeficiente de Camargo & Sentelhas, as versões da ASCE juntamente com 1996-KPen, 1948-KPen e FAO-24BC apresentaram desempenho ótimo ($c > 0,85$) em contraste com FAO-24Rd, cujo desempenho foi classificado como péssimo ($c < 0,40$). Pode-se observar que métodos como 1972-KPen, 1996-KPen, Prs-Tylr e FAO-24BC apresentaram bom desempenho, embora com leve tendência à subestimação. Todavia, o uso destes modelos é aceitável, desde que haja calibração local. A regressão linear dos melhores modelos alternativos pode ser uma alternativa interessante para se chegar a um valor próximo a ET_o do método PM.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Estudo da influência da estimativa inicial com o refinamento da malha em um escoamento laminar em regime permanente

Willian Gonçalves Dias ¹, Fábio Ponciano de Deus ², Evelise Roman Corbalan Góis Freire ³,

¹Departamento de Recursos Hídricos/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Matemática e Matemática Aplicada/DMM – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

willian.dias@estudante.ufla.br, fabio.ponciano@ufla.br,
evelise.freire@ufla.br

Palavras-chave: CFD, OpenFoam, Teste de malha, Convergência.

A fluidodinâmica computacional (CFD, do inglês *Computational Fluid Dynamics*) é uma ferramenta essencial para o estudo do comportamento hidráulico de diferentes fluidos. Dentro desta perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo a simulação e análise do perfil de velocidade (V) para o caso do escoamento laminar (EL) clássico de Hagen-Poiseuille para um fluido com viscosidade cinemática de $0,01\text{m}^2\text{s}^{-1}$. Utilizando o ambiente livre OpenFoam, foi feita uma análise em duas dimensões (x,y) de um tubo com um 1m de diâmetro e 10m de comprimento discretizado com malhas geradas no Salome com 125 (5×25) elementos para o caso base (cb) e malhas refinadas (rf) em 2x, 4x e 8x, com 500, 2000 e 8000 elementos respectivamente, para traçar o perfil de V . Foram simulados 2 tratamentos, o primeiro utilizando o resultado do cb como estimativa inicial (ei) para os casos rf_2x, rf_4x e rf_8x e o segundo sem ei para os mesmos casos. Foram determinados valores arbitrários para as condições de contorno da pressão que produzissem um diferencial e uma $V_{\text{máx}}$ do fluido condizentes com o escoamento laminar, sendo 102,856Pa de pressão para a entrada e 101.325Pa para a saída e V de 0m/s nas paredes do tubo. Foram comparados os tempos de processamento em número de iterações (ni) para cada simulação e realizadas análises estatísticas de viés de Bias (PBIAS), erro quadrado médio (RMSE) e erro absoluto médio (MAE). O ni para o cb foi de 387 e de 168, 251 e 446 para os casos rf_2x, rf_4x e rf_8x com ei, e de 603, 811 e 389 para os casos rf_2x, rf_4x e rf_8x sem ei respectivamente, mostrando uma melhora nos ni's com exceção do caso rf_8x sem ei que possui um ni menor. O PBIAS do cb foi de -0,028 (superestimando a velocidade) e de 0,017, 0,009 e 0,006 para os casos rf_2x, rf_4x e rf_8x com ei e de 0,019, 0,072 e 0,561 para os casos rf_2x, rf_4x e rf_8x sem ei, com todos os casos refinados subestimando V . O RMSE foi de 0,107 para o cb e de 0,095, 0,079 e 0,0523 para os casos rf_2x, rf_4x e rf_8x com ei e de 0,109, 0,572 e 6,347 para os casos rf_2x, rf_4x e rf_8x sem ei. O MAE para o cb foi de 0,035 e para os casos rf_2x, rf_4x e rf_8x com ei foi de 0,021, 0,012 e 0,007 e para os casos sem ei foi de 0,024, 0,089 e 0,705. De acordo com os valores do RMSE e do MAE é possível verificar a influência da ei no ajuste do modelo com o aumento do refinamento da malha para o caso estudado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Modelagem Probabilística de Eventos Extremos de Precipitação para Cinco Cidades do Estado de São Paulo

Ingridy Duarte¹, Eduardo Luceiro Santana², Laura Martins Bueno², Michael Silveira Thebaldi¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

²Centro de Desenvolvimento Tecnológico/CDTec – Universidade Federal de Pelotas

(UFPEL), CEP 96010-610 – Pelotas, RS – Brasil

{ingridy.duarte@ufla.br, eduardoluceirosantana@hotmail.com,
lmartinsbueno9@gmail.com, michael.thebaldi@ufla.br}

Palavras-chave: distribuição de probabilidade, desagregação de chuvas, IDF.

As chuvas intensas são precipitações que geram elevados volumes de água em um curto espaço de tempo, e sua modelagem é realizada a partir da determinação de um dado evento ocorrer em um determinado período de retorno, por meio de uma equação Intensidade-Duração-Frequência. Este trabalho teve como objetivo ajustar e comparar as equações IDF para cinco estações pluviométricas do estado de São Paulo (Fazenda Santa Jacinta - Ituverava, Fazenda São Geraldo - Igarapava, Franca - Franca, Pedregulho - Pedregulho e Vale do Prata – Cristais Paulista), utilizando como base os dados observados de estações meteorológicas e dados estimados de Xavier (2022) para o período de 1971 – 2000. Para isso, ajustaram-se as distribuições de Gumbel, Generalizada de Extremos e Log-Normal de 2 parâmetros. A aderência dos ajustes foi testada por meio dos testes não paramétricos Kolmogorov-Smirnov e Qui-Quadrado ao nível de 5% de significância. Quanto à desagregação de chuvas, foi aplicado o método proposto pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), considerando o período de retorno de 5 a 500 anos e o tempo de duração de 5 a 1440 minutos. Além disso, foi utilizado o software *Plúvio* 2.1 para comparar os parâmetros das IDF ajustados com os parâmetros disponibilizados pelo software. Os resultados dos testes mostram que todos os ajustes foram adequados para os cinco municípios, sendo assim, a distribuição escolhida foi a que apresentou o menor valor de Qui-Quadrado. Para comparar as IDF, utilizou-se o coeficiente de correlação. Este mostrou que todas as IDF ajustadas (dados observados e estimados de Xavier), apresentaram uma forte correlação positiva com os seguintes valores: $r = 0,9997$, $r = 0,998$, $r = 0,9976$, $0,9999$ e $r = 0,9999$, respectivamente. Entretanto, quando comparadas as IDF de dados observados com as IDF obtidas pelo software *Plúvio* 2.1 o resultado foi uma correlação positiva com dados mais dispersos com os seguintes valores: $r = 0,9827$, $r = 0,9771$, $r = 0,9065$, $r = 0,9731$ e $r = 0,9943$ respectivamente. Sendo a estação de Franca a que apresentou a maior dispersão, devido à maior diferença entre os valores dos parâmetros das IDF.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

Avaliação do índice SPI na bacia hidrográfica do Rio Paraopeba-MG considerando os efeitos das mudanças climáticas

Claudiana Mesquita de Alvarenga¹, Livia Alves Alvarenga²

¹Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

claudiana.alvarenga1@ufla.br, livia.aalvarenga@ufla.br

Palavras-chave: Índices de seca, Mudanças Climáticas, CMIP6.

Em função dos efeitos mudanças climáticas, os eventos de seca vêm se tornando mais frequentes e intensos, comprometendo a disponibilidade e a segurança hídrica em várias regiões do país. Entre 2013 e 2015, a bacia do rio Paraopeba (BHRP) enfrentou uma das piores secas dos últimos 70 anos, resultando em níveis críticos nos reservatórios do sistema Paraopeba, que abastece 53% da população residente na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Como ferramenta para gestão dos recursos hídricos, o uso do índice de secas, tais como o *Standardized Precipitation Index* (SPI), torna-se uma importante ferramenta para o entendimento do fenômeno. Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo analisar os efeitos da seca para o clima futuro a partir do índice SPI sob escala temporal de 12 meses (SPI-12). Para caracterização do índice, foi utilizando-se do *software* RStudio (pacote SPEI). Para avaliar os impactos futuros, foram adotados o ensemble dos modelos ACCESS-ESM1-5, TaiESM1, CMCC-ESM2, MPI-ESM1-2-LR-1, NorESM2-MM, MRI-ESM2-0 e CanESM5, obtidos da coleção NEX-GDDP-CMIP6, e dois cenários derivados do CMIP6: SSP2.4-5 e SSP5.8-5. O cenário SSP2.4-5 é caracterizado como cenário tendência, enquanto o cenário SSP5.8-5 é considerado pessimista, de modo que a sociedade é fortemente dependente do uso de combustíveis fósseis. Foram avaliados os impactos das mudanças climáticas para três *times slices*, 2040-2060 (futuro próximo), 2061-2080 (futuro médio) e 2081-2100 (final do século). Os resultados mostraram que, para os três intervalos de tempo, nas condições do cenário intermediário, verifica-se uma predominância de alternância entre períodos úmidos e secos, sendo os períodos secos classificados principalmente como seca incipiente e seca severa, com exceção da década de 2080, em que se observa a ocorrência de uma seca mais prolongada e intensa. Considerando o cenário pessimista, os resultados indicaram, também para os três *times slices*, um aumento da intensidade e frequência de eventos de seca extremas (SPI<-2). Como o BHRP detém um papel importante para geração de energia elétrica, abastecimento urbano, centros industriais e mineração, o uso de modelos climáticos e índices de seca torna-se fundamental para compreender os efeitos das secas, considerando os efeitos das mudanças climáticas. Dessa forma, torna-se possível entender o fenômeno e criar estratégias de mitigação e adaptação à ocorrência desses eventos, de forma que todos os múltiplos usos da água sejam devidamente atendidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

ANÁLISE TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO MÁXIMA E DAS EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS PARA CINCO LOCALIDADES EM SÃO PAULO (1961-2020)

Jasmine Lara Castanheira Bergamo¹, Carlos Rogério de Mello², Livia Alves Alvarenga³, Marcelo Ribeiro Viola⁴

^{1,2,3,4} Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

jasmine.bergamo2@estudante.ufla.br, crmello@ufla.br,
livia.aalvarenga@ufla.br, marcelo.viola@ufla.br

Palavras-chave: Precipitação extrema, Distribuição GEV, Curvas IDF, Modelagem hidrológica, Mudanças climáticas.

O estudo investiga a distribuição de frequência da precipitação máxima diária anual para cinco localidades no Estado de São Paulo, sendo Atibaia, Itapequerica da Serra, Jundiaí, Piracaia e Tietê. Séries históricas de 1961-1990 e 1991-2020 foram utilizadas para uma análise comparativa dos padrões de precipitação extrema entre os dois períodos. As distribuições de probabilidade de Gumbel e Valor Extremo Generalizado (GEV) foram empregadas, e sua adequação foi validada pelos testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov e Qui-quadrado. Os resultados mostraram que a distribuição GEV apresentou o melhor desempenho para 9 das 10 séries analisadas, capturando a distribuição assimétrica das séries, sendo a distribuição Gumbel não adequada pelo teste Qui-quadrado para metade das séries. A análise dos parâmetros da GEV revelou variabilidade espacial e temporal, com predominância de parâmetros de forma negativos, sugerindo limites superiores teóricos para os eventos de precipitação. Com base nos modelos selecionados, foram ajustadas equações de Intensidade-Duração-Frequência (IDF), consideradas ferramentas fundamentais para a engenharia hidrológica. A análise comparativa indicou, de fato, variações nas chuvas de projeto (intensidades) estimadas entre os dois períodos. Contudo, essas mudanças não seguiram um padrão uniforme: em algumas localidades, observou-se uma diminuição na magnitude de eventos mais raros ($T \geq 5$ anos) no período recente, enquanto outras registraram um leve aumento nos eventos mais frequentes. Essa complexidade é um reflexo direto das alterações nos parâmetros estatísticos. Em Atibaia e Jundiaí, por exemplo, o sinal do parâmetro de forma (k) da GEV se inverteu, indicando uma alteração fundamental na natureza dos eventos extremos. Em contrapartida, em Itapequerica da Serra, Tietê e Piracaia, a característica de uma distribuição com limite superior ($k < 0$) se acentuou. Essa ausência de um padrão consistente reforça a conclusão sobre a necessidade de adotar análises não estacionárias para avaliações de risco mais robustas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Estratégias de manejo de irrigação por sulcos na Nicarágua

Dyego Maradona Ataíde de Freitas¹, Felipe Schwerz², João Pedro Silva Costa¹,
Adriano Valentim Diotto¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Agrícola/DEA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{dyegofreitas, felipe.schwerz, adriano.diotto }@ufla.br,
joão.costal2@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Irrigação por sulcos, Eficiência do uso da água, cana de açúcar.

A cana-de-açúcar é uma cultura relevante para economia da Nicarágua, sendo determinante para alta produtividade o manejo adequado da irrigação. O objetivo deste trabalho é analisar a eficiência do uso da água em sistemas de irrigação por sulcos na cana-de-açúcar, comparando a irrigação baseada na umidade do solo (IUM) e irrigação com intervalo fixo (IFI). O estudo foi conduzido durante o ciclo agrícola de 2021/2022 na Compañía Azucarera del Sur, localizado em Potosí, Nicarágua, em área cultivada com a variedade de cana-de-açúcar CP72-2086 no segundo corte. Foram avaliados dois tratamentos de irrigação, a IUM acionada quando a depleção atingia 45% da água disponível, e IFI, adotada localmente a cada 31 dias. A análise do solo foi realizada nas camadas de 0–25 cm e 25–50 cm de profundidade. Um total de nove irrigações foram aplicadas no tratamento IUM e cinco no tratamento IFI, resultando em volumes totais de irrigação de 707,1 mm e 556,4 mm, respectivamente. Apesar do maior consumo hídrico, a IUM proporcionou melhor distribuição temporal da água, reduzindo períodos de déficit e favorecendo a estabilidade fisiológica da cultura. Já a IFI expôs a cana a intervalos de estresse hídrico, ainda que tenha apresentado crescimento compensatório em fases posteriores. Apesar do maior consumo total de água em IUM, a profundidade média de aplicação por evento foi 29% menor do que em IFI. Isso provavelmente se deveu a rachaduras mais profundas no solo das parcelas de IFI, causadas pela menor umidade antes da irrigação. Os solos Vertissolos rachados tendem a absorver mais água inicialmente, levando a maiores profundidades de infiltração e perdas por percolação. A dinâmica da umidade do solo mostrou que o IFI apresentou menores níveis de umidade entre 25–50 cm, sobretudo antes dos eventos, confirmando maior depleção e percolação mais profunda nesse manejo, o que evidenciou sua menor eficiência. Conclui-se que a irrigação baseada na umidade do solo promoveu melhor distribuição hídrica ao longo do ciclo, reduziu períodos de déficit e apresentou maior eficiência agrônômica em relação ao manejo tradicional por intervalos fixos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Análise estatística para dados observados e estimados de postos pluviométricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba

Patrick Gustavo Machado de Souza¹, Rafaela de Carvalho Salvador², Pâmela Aparecida Melo³, João Márcio de Souza⁴, Pablo Henrique Machado de Souza⁵, Lívia Alves Alvarenga⁶

^{1,5,6} Departamento de Recursos Hídricos em Sistema Agrícola /DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Estatística/DES– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³ Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)
CEP 12247-016 - São José dos Campos, SP - Brasil

⁴Departamento de Biologia/DBI– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{patrick.souza3¹,rafaela.salvadoe3²,joao.souza21³,pablo.souza2⁴}@estudante.ufla.br, livia.aalvarenga@ufla.br⁵

Palavras-chave: Região metropolitana de Belo Horizonte, Precipitação, Séries temporais, Validação estatística, Nash-Sutcliffe.

O A Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba (BHRP), afluente do rio São Francisco, tem grande importância estratégica por contribuir para o abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, além de sustentar atividades econômicas na capital mineira e em seu entorno. A confiabilidade de estudos hidrológicos depende da consistência dos dados, sendo essencial o uso de métricas estatísticas, como o Erro Médio Quadrático (REMQ), o coeficiente de determinação (R^2) e a Eficiência de Nash-Sutcliffe (NSE), que permitem avaliar a qualidade de séries estimadas em relação às observadas. Portanto, este trabalho teve como objetivo analisar o desempenho de dados pluviométricos em cinco postos da BHRP, considerando séries diárias e mensais. Foram aplicadas as métricas NSE, R^2 e REMQ para verificar a eficiência das estimativas. Os resultados indicaram que, para as séries diárias, o NSE variou entre 0,527 e 0,720, enquanto o R^2 oscilou de 0,553 a 0,721. Nessa escala, os postos de Conselheiro Lafaiete e Entre Rios de Minas apresentaram os melhores ajustes, com NSE e R^2 superiores a 0,70, evidenciando boa correspondência entre dados observados e estimados. O posto de Congonhas obteve o pior desempenho, com NSE de 0,527 e R^2 de 0,55. Para as

séries mensais, verificou-se uma melhora significativa, com NSE variando entre 0,608 e 0,903. O posto de Conselheiro Lafaiete novamente se destacou, com NSE e R^2 acima de 0,90, indicando excelente representação da variabilidade mensal da precipitação. Conclui-se que as séries mensais apresentam maior consistência estatística em comparação às diárias, sendo mais adequadas para estudos hidrológicos na BHRP.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Análise espacial e geométrica em modelo digital de elevação para a caracterização do relevo em Chókwè com uso de sensoriamento remoto e R

Adérito Celestino Cau¹, Marcelo de Carvalho Alves², Amara Lana VaimAbreu², Felipe Schwerz¹, Joaquina da Márcia Jaime Muchico¹, Arcenio Antonio Cossa³

¹Departamento de Recursos Hídricos/EE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Agrícola/EE – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Departamento de Agronomia/ESAL– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{aderito.cau1, marcelo.alves, amara.abreu, joaquina.muchico1, felipe.schwerz, arcenio.cossa}@ufla.br,

Palavra-chaves: Desagregação, declividade, aspectos, sombra do relevo, Chókwè, SRTM

A caracterização do relevo de uma região é útil para o planejamento territorial, envolvendo projetos de conservação do solo e da água, expansão urbana e rural, produção agrícola e a definição de infraestruturas como rodovias e aeroportos. Partindo da hipótese de que dados da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) podem ser aplicados à caracterização e à geovisualização científica de distritos, objetivou-se utilizar técnicas de sensoriamento remoto com R para o estudo do relevo no distrito de Chókwè, província de Gaza, Moçambique. Com base nos dados SRTM, realizou-se o mapeamento altimétrico de Moçambique. De posse da fronteira do distrito de interesse, definiu-se um subconjunto de altitudes para Chókwè. Após o recorte e a aplicação de máscara, identificaram-se altitudes entre 10 e 91 m. A distribuição de frequência apresentou tendência à normalidade, com leve assimetria à esquerda: maiores frequências próximas de 20 m e menores acima de 60 m. O aumento da resolução espacial do raster permitiu melhor representação das bordas distritais. A geovisualização científica destacou aspectos tridimensionais do relevo e, com o acréscimo de curvas de nível, refinou a identificação de áreas mais baixas e mais altas. Verificou-se que localidades ao noroeste e ao sul apresentam altitudes superiores a 50 m, enquanto o sudeste, próximo ao rio Limpopo, possui altitudes inferiores a 20 m, evidenciando vulnerabilidade a inundações. Conclui-se que o emprego de técnicas de sensoriamento remoto e geocomputação possibilitou caracterizar a variação espacial do relevo no distrito de Chókwè (Gaza, Moçambique).

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação do Potencial de Contaminação de Águas Subterrâneas por Pesticidas na Cultura da Soja

Ellen Cristina Ferreira Santana Martins¹, Luiz Antonio Lima²

¹Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

ellen.martins2@estudante.ufla.br , lalima@ufla.br

Palavras-chaves: UFLA, resumo, pesticidas; soja; Índice GUS; Índice GSI.

A contaminação de águas subterrâneas por pesticidas constitui uma preocupação crescente em regiões agrícolas, especialmente na cultura da soja, que se destaca pelo elevado consumo de insumos químicos no Brasil. Diante desse cenário, este estudo avaliou o potencial de contaminação de águas subterrâneas por onze pesticidas amplamente utilizados na sojicultura, com base nos índices Groundwater Ubiquity Score (GUS) e Groundwater Screening Index (GSI). Foram consideradas propriedades físico-químicas essenciais para a mobilidade e persistência desses compostos no ambiente, incluindo tempo de meia-vida, solubilidade em água, coeficiente de adsorção ao carbono orgânico (K_{oc}) e coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}), obtidas no Pesticide Properties DataBase (PPDB). Os resultados demonstraram que Chlorimuron-ethyl, Diclosulam, Tiametoxam e Clorantraniliprole apresentam elevado potencial de lixiviação e risco de contaminação de aquíferos, em função de sua alta mobilidade e persistência no solo. Em contraste, pesticidas como Bifentrina, Mancozebe e Espinetoram apresentaram baixa mobilidade e reduzida probabilidade de atingir águas subterrâneas. Observou-se ainda que compostos com baixa sorção ao solo e alta solubilidade tendem a apresentar maior risco ambiental, enquanto aqueles com maior afinidade ao carbono orgânico permanecem retidos nas camadas superficiais do solo. Os resultados reforçam a importância da avaliação prévia de características físico-químicas dos pesticidas na escolha de moléculas para o manejo fitossanitário da soja, bem como da adoção de práticas agrícolas sustentáveis, como manejo integrado de pragas, uso racional de defensivos e estratégias conservacionistas. A integração dessas práticas é fundamental para mitigar os impactos ambientais e assegurar a proteção dos recursos hídricos subterrâneos em áreas agrícolas intensivas.

Agradecimentos

A autora agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio concedido ao desenvolvimento desta pesquisa. Estende-se o agradecimento à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação pelo suporte institucional e científico necessários à execução deste trabalho.

Desempenho Hidráulico de Canhões Autopropelidos: Relação entre Vazão, Pressão e Raio de Alcance

Joaquina da Márcia Jaime Muchico¹, Adérito Celestino Cau¹, Alberto Colombo², Felipe Schwerz², Ronaldo Fia², Orlando Nixon Malai Moçambique¹

¹Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{joaquina.muchico1, aderito.caul, orlando.mocambique}@estudante.ufla.br;
{acolombo, felipe.schwerz,ronaldofia}@ufla.br

Palavras-chave: Irrigação por aspersão, fertirrigação, carretel, uniformidade de aplicação

Conhecer a vazão e o raio de alcance dos canhões em sistemas autopropelidos é essencial para saber o quanto de água será aplicada e a uniformidade de aplicação. A vazão interfere diretamente na taxa de aplicação, no dimensionamento de bombas e tubulações, na eficiência energética e no manejo da fertirrigação; o raio, por sua vez, determina a área coberta, a necessidade de sobreposição para garantir uniformidade, a suscetibilidade à ação do vento e a segurança operacional nas bordas da lavoura. Assim, este estudo teve por objetivo quantificar a resposta hidráulica do canhão KOMET Twin 160 ULTRA, com bocal de 40 mm, operando com pressões entre 300 e 700 kPa, e verificar a coerência dos resultados com o catálogo do fabricante. Para isso, organizaram-se pares de pressão, vazão e raio informados pelo fabricante e estimou-se o raio correspondente por associação entre vazão e alcance, confrontando-o com os valores de referência. Os resultados mostraram crescimento contínuo dessas variáveis com o aumento da pressão: a vazão passou de 106,6 para 162,8 m³ h⁻¹; o raio de catálogo evoluiu de 44,5 para 77 m e o raio calculado de 48,34 para 80,54 m, ampliando o diâmetro molhado de 89 para 154 m, com base no catálogo. As diferenças entre os valores calculados e os valores do catálogo foram pequenas, em geral, próximas de 3 m para o raio, indicando boa aderência dos resultados e fornecendo suporte confiável para o dimensionamento de bombas e tubulações e para o planejamento de sobreposição. Conclui-se que operar em pressões mais elevadas aumenta simultaneamente vazão e alcance, favorecendo a cobertura da área; contudo, a seleção do ponto de operação deve considerar o maior consumo energético e a sensibilidade à deriva pelo vento.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e FAPEMIG.

Validação da reanálise climática ERA5-Land para a região de clima subtropical de inverno seco (Cwa) de Minas

Gerais Arthur Boari¹, Pâmela Rafanele França Pinto¹, Marcelo Ribeiro Viola¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/EENG – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{arthur.boari3,pamela.pinto3}@estudante.ufla.br, marcelo.viola@ufla.br

Palavras-chave: Dados de reanálise, ERA5-Land, estações meteorológicas.

A baixa densidade da rede de estações em superfície, ou mesmo, a indisponibilidade de dados atualizados, muitas vezes tornam necessário o uso de dados alternativos, como as reanálises climáticas. É comum que esses dados apresentem viés, e neste contexto é relevante avaliar localmente a sua adequabilidade, previamente ao uso. Neste contexto, objetivou-se realizar a validação do banco de dados horários ERA5-Land (resolução espacial de 9 km) para estações automáticas do INMET situadas em Minas Gerais. Foram selecionados dados horários de temperatura (Temp), temperatura de ponto de orvalho (Tpo), pressão atmosférica (Patm), e velocidade do vento (VV). Para a avaliação estatística foram aplicadas a correlação de Pearson (r), raiz quadrada do erro médio (RMSE) e o viés percentual (PBIAS). As estações selecionadas, localizadas entre as latitudes -20,7° e -21,6°, foram A514 (São João del Rei), A515 (Varginha) e A570 (Oliveira) e englobaram o período de 2006 a 2024, com exceção da A570 que inicia em 2017. Para Temp, a correlação foi de 0,95 para as três estações, indicando correlação positiva muito forte; RMSE entre 1,35 e 1,64°C; PBIAS com valores entre -0,34 a -0,78%, indicando tendência de subestimativa. Para Tpo, a correlação foi de 0,93, indicando também correlação positiva muito forte; RMSE variando de 1,34 a 1,52°C; PBIAS com valores entre -0,15% e 3,14%, denotando subestimativa (A514 com -0,15%) e superestimativa (A570 com 1,7% e A515 com 3,14%). Para Patm, a correlação foi superior a 0,96, indicando correlação positiva muito forte; RMSE entre 0,34 e 0,57 kPa; PBIAS indicou subestimativa em A514 (-0,37%) e superestimativa nas demais estações com valor máximo de 0,62% para A570. Para VV, as correlações variaram de 0,47 a 0,57, indicando correlação positiva moderada; RMSE variou entre 1,06 e 1,39 m/s; PBIAS indicou superestimativa apenas para A515 (5,96%) e subestimativas para A514 (-8,14%) e para A570 (-25,54%), indicando desempenho inferior quando comparado às demais variáveis analisadas. Conclui-se que as bases de dados de reanálise são importantes para estudos hidrológicos, podendo auxiliar na gestão de recursos hídricos onde dados de superfície são escassos. Quanto à aplicabilidade dos dados, conclui-se que previamente à sua utilização é recomendado realizar a avaliação estatística da sua qualidade, sendo recomendado para a região de estudo a aplicação de métodos de remoção de viés previamente à sua utilização.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-HIDROLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO UMBELUZI USANDO GEOTECNOLOGIAS

Orlando Nixon Malai Moçambique¹, Samuel José Marquês Timano¹, Reginaldo Bento de Souza Arantes¹, Mateus Pimentel de Matos²

¹Departamento de Recursos Hídricos/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

²Departamento de Engenharia Ambiental/DAM – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

orlando.mocambique@estudante.ufla.br, samuel.timano1@estudante.ufla.br,
reginaldoarantes@ufla.br, mateus.matos@ufla.br,

Palavras-chave: Gestão hídrica, Morfometria, Fisiografia, SIG, IQA

A crescente demanda por água e os baixos índices de saneamento em países em desenvolvimento têm comprometido tanto a disponibilidade quanto a qualidade dos recursos hídricos, sobretudo em bacias transfronteiriças. No sul de Moçambique, a Bacia Hidrográfica do Rio Umbeluzi destaca-se como principal fonte de abastecimento para a região metropolitana de Maputo e Matola, além de sustentar atividades agrícolas e industriais. Essa importância é acompanhada por pressões antrópicas intensas, mudanças no uso e cobertura do solo e variabilidade climática acentuada, que elevam o risco de degradação ambiental e de conflitos pelo uso da água. Diante desse contexto, este trabalho objetivou avaliar a qualidade da água e caracterizar os aspectos físico-hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Umbeluzi, empregando geotecnologias e dados secundários. Foram elaborados mapas temáticos de relevo, declividade, solos e uso do solo em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG), além de análises fisiográficas, morfometrias e hidrológicas da bacia, bem como foram analisadas variáveis de qualidade de água disponíveis nas estações fluviométricas de Naamacha, Massingir, Goba, Umbeluzi Agrícola e Umbeluzi Particular presentes nos rios Umbeluzi, Moveene e Calichane para cálculo do IQA (Índice de Qualidade de Água). Com base nos resultados obtidos, verificou-se que a bacia apresenta forma alongada, coeficiente de compacidade de 1,87, fator de forma de 0,29, densidade de drenagem de 0,62 km/km² e tempo de concentração de 15,4 h, indicando maior propensão a escoamentos rápidos e picos de vazão. A vazão específica média foi de 11,2 L s⁻¹ km⁻² e a Q₉₀ de 1,84 m³ s⁻¹, refletindo disponibilidade hídrica moderada. O Índice de Qualidade da Água variou entre 54 e 64 (classificação mediana), com piores valores nas áreas urbanas e agrícolas, encontrados no período chuvoso, possivelmente associados aos processos erosivos e à drenagem urbana.

Agradecimentos: Os autores agradecem pela concessão de bolsa pela FAPEMIG e pelo apoio financeiro prestado ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos pela CAPES (código 001)

Avaliação de Métodos de Preenchimento de Dados Hidrológicos na Bacia do Rio Piracicaba - MG

**André Fonseca Viegas¹, Laís Miguelina Marçal da Silva¹, Danton Diego Ferreira¹,
Wiliam Soares Lacerda¹, Marcelo Ribeiro Viola¹.**

¹Departamento de Recursos Hídricos – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-900 – Lavras, MG – Brasil

andre.viegas@estudante.ufla.br, lais.silva16@estudante.ufla.br, danton@ufla.br,
lacerda@ufla.br, marcelo.viola@ufla.br

Palavras-chave: Séries temporais, inteligência artificial, hidrologia.

A disponibilidade de séries temporais hidrológicas é fundamental para estudos de recursos hídricos, contudo, falhas e lacunas de dados são recorrentes, resultantes de problemas técnicos, falhas operacionais ou erros de medição. Diante destas demandas, pesquisas recentes realizadas em diversas regiões do Brasil têm avaliado distintos métodos de preenchimento para dados diários, visando compreender sua aplicabilidade e limitações frente a situações que demandam longas séries completas, tais como a modelagem hidrológica contínua. Nesse contexto, objetivo desse estudo foi avaliar e comparar o desempenho de diferentes métodos de preenchimento de dados faltantes em séries temporais hidrológicas, aplicados especificamente à bacia hidrográfica do rio Piracicaba, em Minas Gerais. A área de estudo possui 5.304 km², foram selecionadas cinco estações pluviométricas e três fluviométricas. Foram utilizados dados diários de vazão e precipitação do portal Hidroweb/ANA, no período de 08/01/1998 a 29/10/2001. As séries completas foram manipuladas pela inserção de falhas aleatórias de 5%, 10% e 15%, simulando cenários de perda de dados. Foram testados seis métodos de imputação, abrangendo diferentes complexidades: os estatísticos simples (Média Móvel - MM e Interpolação Linear - IL); os preditivos baseados em regressão (Regressão Linear - RL e Imputação Múltipla por Cadeias de Equações - MICE); e os de Aprendizado de Máquina (Random Forest - RF e Multi-Layer Perceptron - MLP). A eficiência foi avaliada pelo Índice de Willmott de 1981 (d), métrica consolidada em estudos hidrológicos. O desenvolvimento foi realizado em Python na plataforma Google Colab. Os resultados indicaram que métodos baseados em regressão e aprendizado de máquinas (RL, RF, MLP e o MICE) superaram as técnicas simples como o IL e MM, principalmente em cenários de maiores percentuais de falhas. O RF apresentou melhor desempenho para 5% de dados ausentes (d = 0,847), enquanto o MICE foi mais eficiente para 10% e 15% (d = 0,811 e 0,841, respectivamente). Conclui-se que, para este conjunto de dados, métodos baseados em regressão e o MICE foram os mais adequados, sendo recomendado para estudos futuros a avaliação da eficácia de tais séries imputadas para modelagem hidrológica contínua.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Uso do EPANET 2.2 para a realização de simulações da distribuição de fertilizantes em sistemas de irrigação localizada

Maria Eduarda Medeiros Oliveira Cunha¹, Brenda Maria Monteiro¹, Gabriel Hiroki Fuwa², João Vitor de Souza Gouveia², Adriano Valentim Diotto¹

¹Departamento de Recursos Hídricos/DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Agrícola/DEA – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{maria.cunha4, [brenda.monteiro3](mailto:brenda.monteiro3@estudante.ufla.br), [gabriel.fuwa](mailto:gabriel.fuwa@estudante.ufla.br), [joao.gouveia](mailto:joao.gouveia@estudante.ufla.br)}@estudante.ufla.br, adriano.diotto@ufla.br

Palavras-chave: EPANET, simulações, tempo de avanço, fertirrigação.

O EPANET é um software utilizado para simular o comportamento hidráulico e a qualidade da água em sistemas de distribuição pressurizados, como, por exemplo, em sistemas de irrigação. O programa representa a estrutura do sistema por meio de trechos, nós, reservatórios e bombas. Nessa lógica de modelagem, o gotejador é representado por um nó ao qual podem ser atribuídas propriedades operacionais, permitindo determinar a vazão do emissor em função da pressão aplicada e, assim, obter os valores de vazão em cada gotejador representado. Assim, podendo ser trabalhado nas simulações e implantação de sistemas de irrigação, permitindo realizar modelagens estática e dinâmica do comportamento hidráulico e de qualidade de água no sistema, obtendo valores de vazão e concentração em cada trecho do sistema. Portanto, com o objetivo de determinar o tempo de avanço, tempo de limpeza e comportamento de distribuição de fertilizantes adicionados na água de irrigação, foi realizado a modelagem de um sistema no EPANET, que representa um experimento real montado em uma estufa para validação do Software. O sistema implementado é constituído por 5 linhas gotejadoras com as seguintes características cada: 25 m de comprimento, 25 gotejadores autocompensantes de 4 L/h, com espaçamento de 1 m, cujo diâmetro interno da mangueira é de 13,5 mm. As linhas gotejadoras se encontram há 10,5 m de distância da casa de bombas, onde temos uma válvula reguladora de pressão de 14 mca, uma bomba injetora proporcional de solução fertilizante, e uma bomba de água. Realizando a simulação do sistema no EPANET, e considerando os coeficientes de emissor, obtivemos uma situação semelhante aos dados reais coletados, e que nos apresentou um Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) de 92,2% para o tempo real de funcionamento do sistema de irrigação de 24 minutos, e 99,9% para o tempo simulado de estabilização total do sistema, que seria de 40 minutos.

Agradecimentos

Agradecemos ao apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG para desenvolvimento do projeto.

Avaliação de dados pluviométricos observados e estimados pelo BR-DWGD em escala diária e mensal na bacia do rio Ji-Paraná

Pablo Henrique Machado de Souza¹, João Márcio de Souza², Patrick Gustavo Machado de Souza³, Rafaela de Carvalho Salvador⁴, Carlos Rogério de Mello⁵

^{1,3,5} Departamento de Recursos Hídricos em Sistema Agrícola /DRH – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Biologia/DBI– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

⁴Departamento de Estatística/DES– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{pablo.souza2¹, joao.souza21², patrick.souza3³,
rafaela.salvadoe3⁴}@estudante.ufla.br, crmello@ufla.br⁵

Palavras-chave: Desempenho estatístico, Bacia do rio Ji-Paraná, Precipitação, Escala temporal, Análise comparativa.

A comparação entre as métricas de desempenho das estimativas de precipitação nas escalas diária e mensal mostrou diferenças tanto na eficiência quanto na correlação entre os dados simulados e os valores observados. A análise foi conduzida em cinco localidades da bacia do rio Ji-Paraná, no estado de Rondônia, utilizando dados do período de 1990 a 2020 e fazendo uso de três métricas estatísticas empregadas na avaliação de modelos hidrológicos: o Erro Médio Quadrático da Raiz (REMQ), a Eficiência de Nash-Sutcliffe (NSE) e o Coeficiente de Determinação (R^2). Nos dados de passo diário, os valores de REMQ variaram entre 8,64 e 10,36. Esses valores representam erros médios moderados, o que é natural, considerando a alta variabilidade dos dados de precipitação diária. Já a métrica NSE apresentou valores entre 0,415 e 0,481, indicando uma performance relativamente limitada, sendo nessa escala o melhor ajuste são valores próximos a 1. Complementando a análise diária, os valores de R^2 oscilaram entre 0,418 e 0,484, revelando uma correlação fraca entre os dados estimados e os observados. Por outro lado, quando se consideram os dados mensais para as mesmas localidades, nota-se uma grande melhora na performance das estimativas. Os valores de REMQ tiveram um grande aumento, variando de 62,49 a 84,17. O NSE apresentou valores entre 0,616 e 0,808, tendo uma melhora expressiva na eficiência, o que demonstra que as estimativas mensais capturam melhor o comportamento da variável observada. Já o R^2 , que mede a correlação entre os dados estimados e

observados, apresentou valores entre 0,661 e 0,808, evidenciando uma associação forte e consistente entre as duas séries. Esses resultados indicam que as estimativas de precipitação apresentaram desempenho significativamente superior quando analisada em escala mensal, em comparação com a escala diária. Embora o erro absoluto (REMQ) seja naturalmente maior nos dados mensais devido ao acúmulo dos volumes de precipitação, as métricas NSE e R^2 mostram ganhos claros em termos de qualidade do ajuste e poder explicativo do modelo.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).



RESIDÊNCIA EM MEDICINA VETERINÁRIA



Cirrose e hemocromatose em equino: relato de caso

Gabriel Henrique Rodrigues Pereira¹, Eishyla Catarine Julio Silva¹, Daniel Wouters¹, Angélica Terezinha Barth Wouters¹, Flademir Wouters¹

¹Setor de Patologia Veterinária/ SPV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

gabriel.pereira15@ufla.br, eishyla.silva1@estudante.ufla.br, danielwouters99@gmail.com,
angelica.wouters@ufla.br, flademir@ufla.br

Palavras-chave: Fibrose, Hepatopatia tóxica, Necropsia.

A hemocromatose é uma enfermidade caracterizada pela deposição de ferro nos tecidos, com predileção pelo parênquima hepático, resultando em disfunção progressiva. Em equinos, a sobrecarga de ferro pode estar associada a distúrbios metabólicos hereditários, iatrogênicos ou a processos hemolíticos crônicos. A deposição excessiva de ferro no fígado pode resultar em cirrose, quadro que compromete de forma significativa e irreversível a função hepática. Objetivou-se relatar um caso de cirrose e hemocromatose em um equino, com confirmação diagnóstica obtida em exame de necrópsia e exames microscópicos. Um equino, fêmea, 1 ano de idade, Mangalarga Marchador, com histórico de desconforto abdominal foi submetido a procedimentos emergenciais, porém foi a óbito e encaminhado ao Setor de Patologia Veterinária - DMV-FZMV-UFLA para necrópsia. O exame macroscópico evidenciou bom estado corporal e mucosas hipocoradas; o fígado estava aumentado de volume e acentuadamente amarelado. Fragmentos de órgãos e tecidos foram coletados, fixados em formol a 10% e processados rotineiramente para histologia. Os cortes foram corados em Hematoxilina e Eosina para avaliação histopatológica e novos cortes foram corados pela técnica histoquímica de Azul da Prússia para evidenciar acúmulo de ferro. A avaliação microscópica do fígado evidenciou necrose acentuada de hepatócitos, fibrose em ponte, macrovacuolização citoplasmática difusa moderada, focos isolados de regeneração de hepatócitos, pigmento granular amarronzado em hepatócitos e sinusoides e grande quantidade de macrófagos carregados de pigmento granular escuro. O pigmento granular observado nos hepatócitos foi intensamente corado pelo Azul da Prússia, confirmando o acúmulo de ferro, denominado hemocromatose. Os achados de necrópsia e histopatológicos permitiram concluir a hepatopatia tóxica subaguda como a causa da morte. A cirrose, caracterizada por fibrose difusa e reorganização nodular do fígado, é pouco frequente em equinos e geralmente é associada a insultos crônicos, como intoxicações por plantas hepatotóxicas, além de causas infecciosas, metabólicas e colestáticas. A hemocromatose, embora rara e pouco descrita na espécie, ocorre principalmente de forma secundária, relacionada à sobrecarga de ferro ou hemólise persistente, e pode favorecer lesões hepáticas crônicas com progressão para cirrose. Este caso evidencia que, mesmo incomum, a condição deve ser considerada nas possibilidades diagnósticas para hepatopatias crônicas, além de ressaltar o valor da necrópsia na confirmação diagnóstica e na identificação de alterações não detectadas em vida.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Ministério da Educação.

Carcinoma hepatocelular de células claras em um cão cardiopata: relato de caso

Gabriel Henrique Rodrigues Pereira¹, Mary Suzan Varaschin¹

¹Setor de Patologia Veterinária/ SPV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa

Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

gabriel.pereira15@ufla.br, msvaraschin@ufla.br

Palavras-chave: Fígado, Necropsia, Neoplasia.

O carcinoma hepatocelular (CHC) constitui uma neoplasia primária hepática rara em animais domésticos. Em cães, sua prevalência em estudos de necropsia é inferior a 0,5%, representando menos de 1% de todas as neoplasias diagnosticadas. Apesar disso, o CHC corresponde a aproximadamente 35 a 60% das neoplasias hepáticas primárias na espécie. A doença é predominantemente descrita em animais idosos, com média de ocorrência em torno de 10 anos de idade, embora existam relatos de manifestação precoce entre 4 e 5 anos. Objetivou-se relatar um caso de CHC de células claras em um cão, com confirmação diagnóstica obtido em exame de necrópsia. Um cão, macho, 16 anos de idade, fox paulistinha, cardiopata controlado, apresentou óbito espontâneo e foi encaminhado ao setor de Patologia Veterinária para necrópsia. Ao exame macroscópico apresentava bom estado corporal e mucosas cianóticas. O fígado apresentava massa de 8,0 × 6,0 cm no lobo hepático medial, avermelhada com áreas esbranquiçadas firmes, e massa de 3,0 × 4,5 cm, firme e esbranquiçada, no lobo hepático esquerdo. Pulmões difusamente vermelho-escuros e hipocreptantes, anéis traqueais com achatamento dorsoventral e trombo avermelhado no tronco pulmonar com extensas ramificações intrapulmonares. Fragmentos de órgãos e tecidos foram coletados, fixados em formol a 10% e processados rotineiramente para histologia. Os cortes histológicos foram corados em hematoxilina e eosina (HE) para avaliação histopatológica. A avaliação microscópica do fígado evidenciou dissociação e perda do padrão de cordões hepatócitos por proliferação de hepatócitos neoplásicos em padrão sólido, formando grupos celulares, caracterizadas por núcleos ovalados, vacuolizados e citoplasma amplo e com múltiplas vacuolizações, anisocitose e anisocariose acentuadas. No pulmão, trombos multifocais organizados em vasos pulmonares, com células neoplásicas associadas a um dos trombos, dissociação da parede de vasos e calcificação peribronquial. Congestão difusa moderada e áreas multifocais de hemorragia. Os achados de necropsia e histopatológicos foram compatíveis com CHC metastático. O CHC é o principal tumor hepático em cães e pode ser difícil de diferenciar de neoplasias benignas devido à ausência de marcas características de malignidade. A confirmação depende de exame histopatológico, muitas vezes associado ao uso de marcadores imunohistoquímicos. Sugere-se que a metástase de CHC tenha contribuído para a exacerbação do quadro cardíaco, por meio de alterações hemodinâmicas que aumentaram a sobrecarga e favoreceram a descompensação do paciente cardiopata. A necropsia mostrou-se fundamental, confirmando o carcinoma hepatocelular e esclarecendo as alterações que justificaram o prognóstico desfavorável.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro do Ministério da Educação.

CORREÇÃO CIRÚRGICA DE LUXAÇÃO TRAUMÁTICA DE COTOVELO EM DOIS CÃES E UM GATO – RELATO DE TRÊS CASOS

**Antonio Carlos Marcondes de Carvalho Neto, Isabela Dos Santos Almeida,
Stefani Fernandes de Souza, Josyane Lopes, Leonardo Augusto Lopes Muzzi,
Aline Pereira Coli, Amanda Silva Ferreira, Leonardo Vitor de Jesus**

A luxação traumática do cotovelo é uma das afecções musculoesqueléticas mais importantes em cães e gatos, sendo definida pelo deslocamento do rádio e ulna em relação ao úmero, associada a ruptura ou avulsão dos ligamentos colaterais. As manifestações clínicas incluem claudicação e dor à palpação do membro afetado e a principal causa é acidente automobilístico. Ocorre frequentemente na direção lateral pelo ligamento lateral ser mais forte e espesso que o medial e pelo epicôndilo umeral medial ser mais amplo que o lateral. Radiografias simples da articulação umerorradioulnar confirmam o diagnóstico e várias técnicas cirúrgicas são descritas para o tratamento, como coaptação externa, fixação interna e fixação esquelética externa transarticular. O objetivo é relatar as correções cirúrgicas por túneis ósseos transcondilares com suturas circunferenciais em dois cães e um gato com luxação lateral da articulação do cotovelo. Os animais apresentavam claudicação e histórico de atropelamento e foram atendidos no Setor de Clínica Cirúrgica e Anestesiologia de Animais de Companhia no Hospital Veterinário da UFLA. O paciente 1 era um canino, macho, castrado, SRD, de 2 anos, 30 kg, com claudicação em membro torácico esquerdo (MTE); o paciente 2 era um canino, macho, castrado, SRD, adulto, 19,5 kg, com claudicação em membro torácico direito e o paciente 3 era um felino, macho, não castrado, SRD, 6 meses, 2,5 kg, com claudicação em MTE. Após confirmação diagnóstica pelo exame de imagem, optou-se pela coaptação externa, sem sucesso, sendo necessária intervenção cirúrgica. Fez-se incisão caudolateral do terço distal do úmero até diáfise proximal da ulna, divulsão da fáscia e miotomia do músculo ancôneo próxima à inserção do tendão do músculo tríceps braquial. Realizou-se redução da luxação e confecção de túneis ósseos: no úmero, à altura do epicôndilo lateral; na ulna, à altura da incisura radial e distalmente à cabeça do rádio. Fios de fluorcarbono foram conduzidos pelos túneis com agulha 40x12 cm, conectando o epicôndilo umeral à ulna e ao rádio. Após tensionamento, confeccionou-se nó quadrado para estabilização articular, miorrafia, sutura subcutânea e dermorrafia. O diâmetro da broca para confecção dos túneis e dos fios foram os fatores que sofreram alteração, pela diferença de tamanho entre os animais, sendo que no úmero, na ulna e no rádio as brocas foram, respectivamente, de: 2,0 mm, 2,0 mm e 2,0 mm no paciente 1; 2,0 mm, 1,5 mm e 1,5 mm no paciente 2; e 1,5 mm, 1,0 mm e 1,0 mm no paciente 3; já os diâmetros dos fios foram de 0,8 mm para os pacientes 1 e 2 e 0,6 mm para o paciente 3. Radiografias pós-cirúrgicas imediatas e após 30 dias mostraram articulações congruentes e coaptadas, demonstrando que a técnica escolhida foi satisfatória para o tratamento.



TECNOLOGIAS E INOVAÇÕES AMBIENTAIS



Uso de petroplintita e solo gibbsítico para imobilização de arsênio em rejeito de mineração

Juliano Batista dos Santos† – Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, UFLA (*in memoriam*).

Yuri Lopes Zinn – Orientador, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais, UFLA.

Resumo

O arsênio (As) é um elemento muito tóxico, com graves riscos aos recursos naturais e à saúde humana, mas é, semelhante ao fósforo, fortemente retido por sorção em óxidos de Fe e Al. Neste trabalho, objetivamos testar o potencial de adsorção de As por alguns amenizantes (sorbentes) naturais derivados de solos: laterita (petroplintita de Bom Sucesso-MG) moída, e terra fina seca ao ar (TFSA) de um Latosso gibbsítico (Ijaci-MG), agindo sobre um rejeito de mineração de ouro com >300 mg/Kg de As. Para o experimento em vasos, foram utilizadas 3 repetições de cada amenizante em proporções de 100:1, 100:10 e 100:20 (rejeito/amenizante). Após homogeneização, as misturas foram incubadas em capacidade de campo a 25°C, recebendo água diariamente durante 2 meses, para que a reação de interação do As com os óxidos pudesse acontecer. Após esse período, procedeu-se às análises de arsênio solúvel em água e disponível em Mehlich-I, e testes estatísticos de comparação de médias. O teor de As dissolvido em água no rejeito incubado sem amenizante foi de 2,94 mg/L, caindo fortemente para 0,04 mg/L usando solo gibbsítico ou laterita moída na proporção 100:10, e 0,02 mg/L na proporção 100:20. Na proporção com o solo gibbsítico 100:1, o As-água caiu bem menos, ca. 1,92 mg/L. O teor de As-Mehlich no rejeito incubado sem amenizante foi de 5,96 mg/L, caindo para ca. 3,46 mg/L com laterita e solo gibbsítico na proporção 100:10 e 100:20. Porém, na proporção 100:1, caiu apenas um pouco na laterita, para 5,05 mg/L., sem efeito significativo para o solo gibbsítico. Conclui-se que a adição de amenizantes derivados de solo representa uma alternativa viável e de baixo custo para a redução da disponibilidade de As em rejeitos contaminados. Os resultados sugerem ainda que a proporção ideal de rejeito:sorbente deve ser entre 100/(8 a 12).

Agradecimentos:

- Geila Santos Carvalho (DCS – UFLA)
- João Gualberto Penha (DCS – UFLA)
- FAPEMIG

Proposta de método para cálculo da compensação ambiental econômica das áreas reabilitadas com restrição de uso por contaminação das águas subterrâneas em Minas Gerais

Rodrigo Marques Dornelas, Yuri Lopes Zinn

Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais – Universidade
Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

rodrigo.dornelas@estudante.ufla.br, ylzinn@ufla.br

Palavras-chave: Valoração da água, Política de Recursos Hídricos, Gestão dos Recursos Hídricos.

As águas subterrâneas são responsáveis por grande parte das fontes de águas utilizadas para o abastecimento público urbano no Brasil e em Minas Gerais, apresentando geralmente boa qualidade natural e uma maior estabilidade frente às secas e à variabilidade climática. Apesar da sua importância, o uso das águas subterrâneas enfrenta desafios importantes, como a falta de monitoramento adequado e a contaminação crescente pelas atividades antrópicas. Devido a necessidade de uma de regulação e gestão dos recursos hídricos referente a compensação financeira sobre a contaminação das águas subterrâneas relacionadas ao gerenciamento das áreas contaminadas no Estado de Minas Gerais, foi proposta a elaboração de uma metodologia que consiga quantificar essa compensação, a ser imposta aos responsáveis pelas contaminações devido a privação da utilização desse recurso pela sociedade, durante o período necessário ao encerramento da restrição do uso pelas áreas reabilitadas no Estado. O método proposto se baseia no cálculo dos volumes de águas subterrâneas impactados por uma contaminação constatada através dos resultados das amostragens e monitoramentos realizados nos locais de interesse da investigação ambiental, utilizando as equações já existentes referentes à cobrança pelo uso dos recursos hídricos realizada pelo Instituto de Gestão das Águas (IGAM), multiplicados pelo período de restrição de uso das águas das áreas reabilitadas com contaminação. Como resultado final deste trabalho espera-se o atendimento às disposições legais previstas nas Política Nacional de Recursos Hídricos e na Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, reconhecendo às águas subterrâneas como um bem econômico, social e ecológico, indicando ao responsável pela contaminação e a sociedade, o valor econômico devido à restrição do seu uso.

Lodo de estação de tratamento de esgoto na agricultura sustentável: uma revisão sobre biocarvão, substratos e aplicação no solo

Sofia Narciso Shiki¹, André Geraldo Cornélio Ribeiro²

¹Programa de Pós-Graduação de Tecnologias e Inovações Ambientais – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

sofia.shiki@estudante.ufla.br, andreribeiro@ufla.br

Palavras-chave: Biossólido, áreas degradadas, nutrientes.

A crescente urbanização tem impulsionado um aumento na geração de resíduos. O lodo de esgoto, por exemplo, se apresenta como um subproduto problemático devido ao grande volume e à sua desafiadora disposição. Após tratamento para reduzir sólidos, odores, estabilizar a matéria orgânica e combater vetores, o lodo é denominado biossólido. Este biossólido pode ser aplicado ao solo, desde que cumpra os critérios microbiológicos e químicos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 498 de 2020. A busca por práticas sustentáveis é crucial diante da sobrecarga de aterros sanitários e do alto consumo energético da incineração. Além disso, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) incentiva a reutilização do lodo como material orgânico. O lodo de esgoto é um recurso valioso para a agricultura, fornecendo nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio. Também, melhorando propriedades físicas e químicas do solo, como densidade, porosidade e capacidade de retenção de água. No entanto, a presença de metais pesados e patógenos são limitações significativas. Os critérios e restrições exigidas para uso constam na Resolução CONAMA nº 498/2020. Este artigo tem como objetivo analisar as aplicações do lodo de estações de tratamento de esgoto (ETE) no solo, através de uma revisão bibliográfica. A coleta de dados foi conduzida entre abril e junho de 2025, utilizando as bases de dados Portal de Periódicos da Capes e Google Acadêmico. Foram incluídos estudos publicados entre os anos de 2018 e 2025, abrangendo tanto publicações nacionais quanto internacionais. Dentre os resultados obtidos, tem-se que além do uso direto, o lodo pode ser empregado na composição de substratos para mudas e na produção de biocarvão de lodo de esgoto (BLE). O BLE é rico em carbono e pode melhorar as propriedades do solo e a produtividade vegetal. Após a pirólise, o biocarvão é mais seguro devido à menor disponibilidade de metais pesados, sendo possível, por exemplo, a remoção de cádmio (II). Essa remoção acontece pela adsorção, predominantemente, através da quimissorção, com troca iônica e complexação de superfície. A compostagem do lodo também é uma técnica eficaz para gerar um composto homogêneo e livre de patógenos para uso agrícola. Em síntese, o aproveitamento do lodo de esgoto como biossólido, biocarvão ou substrato oferece soluções sustentáveis para a gestão de resíduos e aprimoramento da qualidade do solo.

Análise da eficiência dos reatores UASB em estação de tratamento de esgoto da Universidade Federal de Lavras

Sofia Narciso Shiki¹, Fátima Resende Luiz Fia²

¹Programa de Pós-Graduação de Tecnologias e Inovações Ambientais – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

sofia.shiki@estudante.ufla.br, fatimarlf@ufla.br

Palavras-chave: Alcalinidade, DQO, reatores anaeróbios.

O tratamento de esgoto é um dos serviços do saneamento básico, crucial para a proteção ambiental e a melhoria da saúde pública. Instituições de ensino superior, funcionando como pequenos centros urbanos, têm investido em suas próprias Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Este trabalho teve como objetivo analisar a eficiência do tratamento de efluentes em seis reatores Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) operando em uma ETE universitária durante o ano de 2022. A metodologia empregada foi possível a partir da coleta periódica de amostras de efluente nos seis reatores ao longo do período de estudo. Utilizou-se uma rotina de avaliação que incluiu a análise de parâmetros físico-químicos cruciais para o monitoramento de processos anaeróbios, sendo eles a alcalinidade, o pH e a Demanda Química de Oxigênio (DQO). Todas as análises foram feitas no laboratório LAQUAE/UFLA, seguindo rigorosamente a metodologia descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da American Public Health Association – APHA (2005). Os principais resultados indicaram que os valores de pH se mantiveram estáveis, variando na faixa ideal de 6 a 9, o que confirma um meio propício à degradação anaeróbia. Contudo, as análises de alcalinidade total e parcial mostraram valores abaixo da faixa recomendada, indicando um tamponamento inadequado em alguns momentos. O coeficiente de alcalinidade intermediária/alcalinidade parcial (AI/AP), ou coeficiente de Ripley, apresentou picos elevados em certos meses, sugerindo períodos de instabilidade operacional no sistema. Apesar disso, a alcalinidade de bicarbonato manteve-se, em média, superior aos ácidos voláteis totais, demonstrando capacidade de neutralização de distúrbios. Em relação ao desempenho de tratamento, os seis reatores apresentaram eficiências de remoção de DQO variando entre 55,38% e 91,74%. Cinco reatores estão no intervalo de remoção médio esperado para reatores UASB (tipicamente 55% a 75%), destacando a elevada remoção de matéria orgânica no reator 6 (91,74%). Em conclusão, apesar dos indícios de instabilidade no tamponamento, evidenciados pelo baixo valor de alcalinidade em alguns períodos e o aumento do coeficiente AI/AP, os reatores UASB demonstraram uma capacidade adequada de remoção de matéria orgânica. Os valores de eficiência de remoção de DQO, em sua maioria acima do esperado, confirmam a viabilidade e a eficácia operacional do sistema para o tratamento de esgoto universitário.

MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA NA MATA ATLÂNTICA COM GEOTECNOLOGIAS INTEGRADAS E DE BAIXO CUSTO

Lucas Guedes Costa¹, Luis Antonio Coimbra Borges²

¹Programa de Pós-Graduação de Tecnologias e Inovações Ambientais – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Engenharia Ambiental – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

lucas.costal0@ufla.br, luis.borges@ufla.br

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, drone RGB, restauração florestal

A restauração ecológica é uma estratégia fundamental para a recuperação de serviços ecossistêmicos e a mitigação das mudanças climáticas. No entanto, o monitoramento tradicional, embora essencial, frequentemente enfrenta limitações de custo e escalabilidade. Este estudo propõe e testa um fluxo de trabalho digital e acessível, concebido para complementar as metodologias de campo consolidadas, para o monitoramento multitemporal de áreas em restauração na Mata Atlântica. A metodologia foi aplicada em uma área piloto de 14 hectares no município de Monte Alegre do Sul - SP, utilizando drone modelo DJI Mavic 3M sem correção de posicionamento em tempo real (Real Time Kinematic - RTK) e ferramentas de código aberto. A partir de imagens das bandas vermelha, verde e azul (Red, Green, Blue - RGB), geraram-se ortomosaicos, modelos digitais de terreno e de superfície e, subsequentemente, o Modelo de Altura de Dossel (CHM). Na plataforma Google Earth Engine (GEE), implementou-se um *pipeline* automatizado que integra as bandas RGB, o modelo de altura de dossel e métricas de textura derivadas da matriz de coocorrência de níveis de cinza (Gray Level Co-occurrence Matrix - GLCM) para alimentar um classificador Random Forest. Os resultados iniciais referentes à linha de base (pré-restauração) demonstraram a capacidade do método em distinguir classes relevantes (vegetação nativa, gramínea exótica e solo exposto), com alta acurácia (94,87%) e concordância (Índice Kappa = 0,916). O fluxo permitiu mapear a estrutura inicial da vegetação, identificando remanescentes florestais e áreas prioritárias para intervenção, fornecendo um diagnóstico espacialmente explícito para a gestão adaptativa do projeto. Os resultados preliminares indicam o potencial da ferramenta, que é adaptável e passível de aprimoramento contínuo. A próxima etapa do trabalho, que incluirá a análise multitemporal com dados de 16 meses pós-plantio, será fundamental para validar a eficácia do fluxo proposto em capturar a dinâmica temporal da restauração e consolidar a sua aplicabilidade. O código-fonte do GEE será disponibilizado para garantir transparência, fomentar a replicabilidade e o desenvolvimento da metodologia pela comunidade.

Agradecimentos: Os autores agradecem à Universidade Federal de Lavras (UFLA) e à Fundação SOS Mata Atlântica pelo apoio técnico e institucional.

GeoFLOTA: uma plataforma interativa para gestão e transparência de dados geoespaciais na Floresta Estadual do Amapá – FLOTA

Luís Henrique Moreira Lopes Montenegro¹, Luís Antônio Coimbra Borges², Pedro Neder Loureiro³

¹Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais/PPGTIA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

³Programa de Pós-Graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais/PPGTIA – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

luis.montenegro@estudante.ufla.br, luis.borges@ufla.br,
pedro.loureiro@estudante.ufla.br

Palavras-chave: SIG, geotecnologia, manejo de áreas protegidas.

A gestão de Unidades de Conservação requer o uso de informações geoespaciais integradas e acessíveis para apoiar o planejamento e a tomada de decisão. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do GeoFLOTA, uma plataforma interativa construída em ambiente de software livre, voltada à organização, sistematização e disponibilização de dados da Floresta Estadual do Amapá (FLOTA/AP). A metodologia envolveu a padronização e validação de camadas vetoriais extraídas do plano de manejo da unidade, utilizando o software QGIS. Posteriormente, as informações foram incorporadas a uma interface web com uso do plugin QGIS2Web e da biblioteca Leaflet, permitindo visualização dinâmica e consulta temática. O sistema reúne 18 camadas temáticas e oferece funcionalidades de navegação, identificação de atributos e acesso a metadados, promovendo transparência e participação social. O GeoFLOTA está disponível no endereço <http://www.geoflota.com.br/>. Os resultados demonstram que o uso de tecnologias abertas viabiliza soluções geoespaciais replicáveis e de baixo custo, fortalecendo a governança ambiental e a difusão do conhecimento sobre áreas protegidas. A experiência do GeoFLOTA reforça o potencial das Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) como ferramentas estratégicas de apoio à conservação e ao uso sustentável dos recursos naturais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.



ZOOTECNIA



DIVERSIDADE FENOTÍPICA DE GARANHÕES MANGALARGA MARCHADOR PERTENCENTES AO RANKING NACIONAL DE MARCHA BATIDA

Alan Freire¹, Brennda Paula Gonçalves Araujo¹, Kayllane Aparecida Santos da Silva², Beatriz Maria Nascimento¹, Sarah Laguna Conceição Meirelles¹

¹Departamento de Zootecnia/FZMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Aluna do Ensino Médio – Escola Estadual Firmino Costa
CEP 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

{alan.freire1, brennda.araujo2, beatriz.nascimento1}@estudante.ufla.br,
kayllaneaparecidasantosdasilva@gmail.com, sarah@ufla.br

Palavras-chave: Componentes principais, melhoramento animal, morfometria.

Os rankings oficiais anuais divulgados pela Associação Brasileira dos Criadores do Cavalo Mangalarga Marchador (ABCCMM), baseados no desempenho das progênes em pista, têm sido utilizados como ferramenta indireta de seleção. Nestes rankings destaca-se garanhões com elevado potencial de transmissão de características fenotípicas desejáveis. Diante disso, o objetivo com este estudo foi avaliar a diversidade fenotípica de garanhões da raça MM de marcha batida classificados no ranking nacional da ABCCMM. Foram analisados 635 animais em 2019, 1.716 em 2021, 1.197 em 2022, 1.304 em 2023 e 1.461 em 2024, exceto 2020 pois devido à suspensão das atividades. Foram obtidas 12 medidas corporais para cada garanhão exigidas no registro definitivo da raça - alturas da cernelha (Ace) e garupa (AG); comprimentos da cabeça (Cca), pescoço (CP), dorso-lombo (CDL), garupa (CG), espádua (CE) e corpo (Cco); larguras da cabeça (Lca) e garupa (LG); perímetro torácico (PT) e da canela anterior (Pcan) – esses dados foram cedidos pela ABCCMM. As medidas morfométricas foram submetidas à análise de componentes principais, utilizando-se a matriz de correlação, com a finalidade de reduzir a dimensionalidade dos dados, extrair escores dos componentes e identificar agrupamentos fenotípicos entre os garanhões de elite. As maiores correlações observadas, foram entre altura de Ace e AG (0,85), e dessas duas com o Cco (0,63) e PT (0,53). Foram necessários cinco componentes principais em 2019 e seis nos anos de 2021 a 2024 para explicar aproximadamente de 70% da variância fenotípica. O primeiro componente foi influenciado pelas variáveis Ace, AG, Cco, PT, LG e Cca. A análise de agrupamento indicou três perfis fenotípicos distintos em 2019 e 2021, quatro em 2022 e 2023, e cinco em 2024. A variabilidade observada nos animais de elite sugere que essas medidas corporais funcionam como diferenciais competitivos herdáveis pelas progênes dos garanhões, por apresentarem menor interferência ambiental e forte conexão com a base genética. Portanto, a manutenção da variabilidade entre indivíduos superiores, aliada aos padrões estruturais, reforça que a fenotipagem continua sendo uma ferramenta estratégica para orientar acasalamentos e selecionar biótipos desejáveis na raça MM.

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Efeitos da suplementação de aditivos fitogênicos sob a qualidade dos ovos armazenados por 21 dias de poedeiras semipesadas

**Márcia das Neves Soares¹, Isabelle Naemi Kaneko², Ana Carolina Moraes Lima¹,
Fernando Guilherme Perazzo Costa³**

¹Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil,

²Prof. Dr., Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Rondônia, Brasil

³Prof. Dr., Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia – Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, PB, Brasil.

{marcia.soares@estudante.ufla.br, isabelle_naemi@hotmail.com,
anacmoraislima@gmail.com, perazzo63@gmail.com}

Palavras-chave: antibióticos, aditivos naturais, estocagem de ovos.

Os aditivos alimentares à base de plantas ou especiarias, conhecidos como aditivos fitogênicos, têm se destacado como uma alternativa natural aos antibióticos. Eles exercem funções semelhantes, estimulando o desenvolvimento de bactérias benéficas no trato gastrointestinal, o que favorece a digestão e a absorção dos nutrientes ingeridos pelas aves. Dessa forma, contribuem para a melhoria da saúde intestinal, o desempenho produtivo e o bem-estar dos frangos de corte. Objetivou-se avaliar a qualidade dos ovos armazenados por 21 dias a temperatura ambiente de poedeiras Hy-line Brown alimentadas com aditivos fitogênicos. Foram utilizadas 400 poedeiras Hy-line Brown, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com 5 tratamentos, 8 repetições e 8 aves por unidade experimental. Foi avaliada a suplementação de três diferentes aditivos fitogênicos: T1- dieta controle; T2- dieta controle + bicarbonato de sódio; T3- dieta basal + produto 1, T4- dieta basal + produto 2 e T5- dieta basal + produto 3. Foram avaliadas as variáveis de altura de albúmen e gema, diâmetro maior e menor da gema, índice de gema, Unidade Haugh, cor da gema, peso de gema, porcentagens (%) de gema, albúmen e casca e espessura da casca (qm), e gravidade específica (g/cm). Os dados foram analisados por ANOVA (SAS 9.0) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Houve efeito significativo dos tratamentos ($P < 0,05$) para peso de ovos, gema, índice e altura de gema, albúmen e casca. O tratamento produto 3 apresentou maiores valores para peso do ovo (60,09 g), gema (16,85 g) e casca (6,19 g), superando controle, bicarbonato e produto 1. O peso de albúmen foi maior no tratamento controle (39,60 g). As reduções observadas ocorreram principalmente no albúmen e na gema, mas foram mínimas em relação a ovos frescos. Os resultados indicam que aditivos fitogênicos contribuem para melhorar a qualidade de ovos armazenados por 21 dias em poedeiras semipesadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e CNPq.

Cepas epifíticas de *Lentilactobacillus farraginis* e *Lactiplantibacillus plantarum* isolados ou em combinação na ensilagem da planta inteira de milho

Yolanda Fernanda Ant3nio Joel Mapanzene¹; Viviane Camila de Souza¹; Thiago Carvalho de Oliveira²; Bianca Oliveira Alves¹; Beatriz Ferreira Carvalho¹; Carla Luiza da Silva Avila¹

¹Departamento de Zootecnia/DZO - Universidade Federal de Lavras

²Departamento de Agronomia/ESAL – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

(UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{yolanda.antonio, viviane.souza2, thiago.oliveira14, bianca.alves}@estudante.ufla.br; beatrizfc1985@gmail.com; carlaavila@ufla.br

Palavras-chave: Bact3rias l3ticas; co-cultura; estocagem.

O uso de inoculantes e o tempo de armazenamento podem afetar a fermenta33o da silagem de milho planta inteira. *Lentilactobacillus farraginis* 3 uma esp3cie ainda pouco estudada como inoculante em silagens. Objetivou-se avaliar os efeitos da inocula33o com *Lentilactobacillus farraginis* (LF), isoladamente ou em combina33o com *Lactiplantibacillus plantarum* (LP), sobre as caracter3sticas microbiol3gicas da silagem de planta inteira de milho em diferentes per3odos de estocagem. Foram preparados quatro silos experimentais com ~20kg de forragem para cada tratamento: controle (C) (sem inoculante), LF (5×10^7 log UFC/g) e LF+LP ($5 \times 10^7 + 1 \times 10^7$ log UFC/g). Ap3s 15 e 63 dias de estocagem, os silos foram amostrados e um extrato aquoso foi preparado. Dilui33es seriadas do extrato foram preparadas para quantificar bact3rias do 3cido l3tico (BAL), bact3rias aer3bias formadoras de esporos (BAFE), leveduras e fungos filamentosos, em seguida o pH foi avaliado. Foi avaliada a concentra33o de mat3ria seca (MS) e a perda de MS (PMS) foi calculada comparando-se os pesos de MS da forragem fresca e da silagem. A popula33o de microrganismos, pH, MS e PMS foram analisadas em arranjo fatorial 3x2 (tr3s tratamentos e dois tempos de estocagem) com 4 repeti33es. A inocula33o com LF e LF+LP aumentou a popula33o de BAL, (7,42 e 7,53 log UFC/g respectivamente) em compara33o 3s silagens C (6,85 log UFC/g), sendo maior aos 15 dias de estocagem (7,96 log UFC/g). Ap3s 63 dias, as silagens apresentaram menor popula33o de BAFE, em compara33o aos 15 dias. A popula33o de leveduras e de fungos filamentosos estava abaixo do n3vel de detec33o (<2,00 log UFC/g). Houve intera33o entre inoculantes e tempo de estocagem sobre o pH, MS e PMS. Aos 15 dias de estocagem a inocula33o com LF+LP resultou em menor pH (3,75), aos 63 dias o menor pH foi na silagem C (3,80). Aos 15 dias, o teor de MS foi maior nas silagens inoculadas (3,54 g/kg), mas diminuiu aos 63 dias e n3o diferiu do C. Aos 15 dias a PMS foi menor nas silagens LF+LP (0,3%), Aos 15 dias o C apresentou maior PMS (3,9%) em compara33o com LF e LF+LP, entretanto aos 63 dias a PMS foi maior em LF (7,5%) e menor no C e LF+LP (3,9% apara ambos). A inocula33o com LF+LP 3 recomendada em silagens estocadas por 15 dias, resultando em silagens com menor pH e PMS e maior popula33o de BAL.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das ag3ncias CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Avaliação de cepas selvagens e comerciais de bactérias do ácido lático em silagem de grãos de milho reidratado

Gabriela Martins Garcia¹, Bianca Oliveira Alves², Bilma Rios Caero⁴, Thiago Carvalho de Oliveira⁴, Victoria Silva⁵, Carla Luiza da Silva Ávila¹

¹Departamento de Zootecnia/ICET – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brasil

gabriela.garcia@ufla.br, bianca.alves@estudante.ufla.br, bilma.caero@estudante.ufla.br, thiago.carvalho14@estudante.ufla.br, victoria.silva8@estudante.ufla.br, carlaavila@ufla.br.

Palavras-chave: Amido, extrato aquoso, fermentação, *Lentilactobacillus farraginis*.

A utilização de bactérias do ácido lático (BAL) em silagem de grãos de milho reidratado (SGMR) pode contribuir com a melhor conservação e redução de perdas nessas silagens. O objetivo do estudo foi avaliar dois inoculantes comerciais (S1 e S2) e cepas de *Lentilactobacillus hilgardii* (LH) e *Lentilactobacillus farraginis* (LF) sob a perda de matéria seca (PMS), concentração de amido e pH da SGMR após 35 e 98 dias de estocagem. O milho foi moído, reidratado (35% de umidade) e ensilado em silos experimentais (5 L). Os tratamentos foram: controle (sem inoculante), S1 (8 cepas de BAL+ enzima celulolítica, 8×10^{10} UFC/kg), S2 (10 cepas de BAL, $1,71 \times 10^8$ UFC/kg), LH e LF (8×10^8 UFC/kg) e S1+LF. As silagens foram amostradas em cada tempo de estocagem. Para avaliação de amido, as amostras foram secas e moídas (1 mm), e sua concentração medida com α -amilase e amiloglucosidase por colorimetria. As PMS foram calculadas pela diferença entre o peso seco antes e após a ensilagem. Foi preparado um extrato aquoso para mensurar o pH, utilizando um potenciômetro. O experimento foi conduzido em blocos casualizados (cada bloco um dia ensilagem), os tratamentos seguiram um arranjo fatorial 6 x 2 (5 inoculantes + controle x 2 tempos de estocagem), e 4 repetições (blocos), totalizando 48 unidades experimentais. Houve efeito ($P < 0,01$) da interação entre inoculante e tempo de estocagem sobre as PMS. Com 35 dias não houve diferença na PMS entre os inoculantes, aos 98 dias os tratamentos S1 e S2 foram mais eficazes em reduzir a PMS (média 0,81%), seguido pelo grupo das silagens LF, LF+S1 e controle. A silagem LH apresentou maior PMS após 98 dias de estocagem (média 2,45%). Houve efeito da inoculação sobre a concentração de amido das silagens ($P < 0,01$). O grupo formado pela silagem controle, LF e LH apresentaram maiores concentrações de amido (média 72,7%). As demais silagens apresentaram média de 69,6% MS de amido. As silagens inoculadas com S1, S2 e S1+LF (média 3,89) resultou em menor valor de pH com 35 dias. Aos 98 dias de estocagem, a silagem controle e inoculada com S1 e S2 (média 3,87) resultou em menores valores de pH. Embora a inoculação com as cepas S1 e S2 tenham reduzido a PMS e resultado em silagens com menor pH, a concentração final de amido foi menor nessas silagens. Novas análises devem ser realizadas para concluir quais cepas são mais indicadas para SGMR.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Cepa selvagem de bactéria do ácido láctico reduz deterioração aeróbia da silagem de milho em silos superfície

Viviane C. de Souza¹, Yasmim A. Silva¹, Laura N. da Silva¹, Bilma R. Caero²,
Beatriz F. Carvalho¹, Carla L. da S. Ávila¹

¹Departamento de Zootecnia/DZO, ²Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{viviane.souza2,yasmim.silva6,laura.silva11,bilma.caero}@estudante.ufla.br, beatrizfc1985@gmail.com, carlaavila@ufla.br

Palavras-chave: *Lentilactobacillus farraginis*, leveduras, perda de MS.

A baixa estabilidade aeróbia (EST) da silagem de milho pode ser melhorada pelo uso de inoculantes bacterianos selecionados. O objetivo foi avaliar uma cepa selvagem de *Lentilactobacillus farraginis* (LF) sobre a EST da silagem de milho após 21 dias de estocagem em silo superfície. Dois silos (~2000 kg) foram preparados para cada tratamento [Controle (C) - sem inoculante e LF - $1,8 \times 10^7$ unidades formadoras de colônia (UFC)/g]. Os silos foram abertos e desabastecidos diariamente (~20 cm/dia), sendo a amostragem feita após 21 dias. Aproximadamente 3 kg de silagem de cada silo, foram colocados em dois recipientes plásticos e mantidos em sala com temperatura monitorada. Foram retiradas amostras na abertura (T0), após 3 e 9 dias de exposição ao ar (EA). Um extrato foi preparado para quantificar leveduras em meio de cultivo DRBC e avaliar o pH. A PMS foi calculada utilizando a massa e a concentração de MS da forragem e da silagem. Em um dos recipientes, foi inserido um Data Logger, registrando a temperatura a cada 30 minutos durante 9 dias de EA. As variáveis: EST, temperatura máxima (T_{máx}) e tempo para alcançar a temperatura máxima (TT_{máx}), foram avaliadas por análise descritiva, enquanto a população de leveduras, pH e PMS, foram analisadas em arranjo fatorial 2x3 [(dois tratamentos e 3 tempos de EA)]. No T0, as silagens apresentaram temperatura superior ao ambiente, no entanto, as silagens LF apresentaram queda na temperatura permanecendo ~20h. A T_{máx} das silagens LF foi menor e o TT_{máx} foi maior (média $41,5 \pm 0,4^\circ\text{C}$ e $63,3 \pm 5,3\text{h}$) comparadas com silagens C (média $47,2 \pm 0,1^\circ\text{C}$ e $12,3 \pm 3,2\text{h}$). O pH das silagens, no T0 foi 3,80 e após 3 dias de EA, aumentou e permaneceu igual até os 9 dias (média 6,44). As silagens C apresentaram maior população de leveduras (8,16 log UFC/g) comparadas com as silagens LF (6,00 log UFC/g). Aos 9 dias de EA, observou-se aumento na população de leveduras (8,11 log UFC/g), em comparação ao tempo inicial (5,41 log UFC/g), que foi igual aos 3 dias de EA. As PMS foram estáveis até 3 dias de EA (média 2,37%) e aos 9 dias aumentou (27,2 g/kg MS). A inoculação com LF é recomendada por reduzir a população de leveduras, resultando em maior estabilidade aeróbia nas silagens de planta inteira de milho.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Inoculação com cepas de bactérias do ácido lático epifíticas melhora a qualidade da silagem de grão de milho reidratado após exposição ao ar

Yasmim A. Silva¹, Victória Silva², Marcos P. R. Sousa¹, Laura N. da Silva¹, Luana C. Vasconcelos¹, Carla L. S. Ávila¹

¹Departamento de Zootecnia/DZO - ²Departamento de Biologia/DBI – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{yasmim.silva6; victória.silva8; marcos.sousa7; laura.silva11; luana.vasconcelos}@estudante.ufla.br, carlaavila@ufla.br

Palavras-chave: *Limosilactobacillus fermentum*, *Pediococcus* spp., granulometria.

A inoculação com cepas epifíticas na silagem grão de milho reidratado (SGMR) pode influenciar na perda de matéria seca (MS) durante o período de fermentação e de exposição aeróbia. O objetivo foi avaliar o efeito de inoculantes com cepas epifíticas associado a diferentes granulometrias sobre a SGMR antes e após a exposição aeróbia. O milho foi moído em peneiras de 3 e 10 mm e reidratado até 35% de umidade. Os inoculantes foram: controle (CTR; sem inoculante); *Limosilactobacillus fermentum* (LiF); *Pediococcus acidilactici* (PA); *Pediococcus pentosaceus* (PP); LiF+PA, PA+PP e LiF+PA+PP (taxa de inoculação de 9 log UFC/kg de silagem). O material foi compactado em silos experimentais (densidade: $1119,3 \pm 4,7$ kg/m³), pesados e armazenados por 14 dias. Após abertura, as silagens foram expostas ao ar por 7 dias (temperatura média do ambiente de $23 \pm 2,5^{\circ}\text{C}$). Um extrato aquoso da silagem foi preparado para quantificar leveduras (LEV) e o pH. As perdas de MS (PMS) foram calculadas pela diferença entre o peso seco na ensilagem e abertura e após 7 dias de exposição ao ar (PMSE). O experimento foi conduzido em Delineamento em Blocos Casualizados, os dados foram analisados pelo SISVAR e as médias foram comparadas pelo Teste Scott-Knott a 5% de significância. Houve interação entre inoculante e granulometria para teor de MS, PMS e PMSE ($P \leq 0,02$). Nas silagens moídas a 3 mm, o CTR teve o maior teor de MS (60,6%). A inoculação com LiF, PP, LiF+PA e PA+PP aumentaram a PMS em silagens moídas a 3 mm (1,94%). Os inoculantes PA e PP diminuíram a PMSE (média de 0,92%) para silagens com 3 mm. Na granulometria de 10 mm, a inoculação aumentou a PMSE em relação ao CTR, com exceção do inoculante PA (média de 1,88%). As cepas LiF, PA e LiF+PA tenderam a baixar o pH (média de 4,05; $0,05 \leq P \leq 0,07$). A inoculação, exceto PA e PP, tendeu a diminuir a população de LEV (média de 4,67 log UFC/g; $0,05 \leq P \leq 0,07$). Dentre os inoculantes, PA se destaca pela diminuição do pH e das PMSE para silagens moídas a 3 mm. Em contrapartida, as silagens com granulometria de 10 mm não tiveram diferenças significativas nas perdas, sugerindo que o tamanho de partícula exerce papel importante na decisão do uso de inoculantes na silagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG

Fitase e seu Impacto na Energia Metabolizável para Frangos de Corte

Márcia das Neves Soares¹, Hallef Rieger Salgado², Isabelle Naemi Kaneko³, Sarah Gomes Pinheiro⁴ Luiz Fernando Teixeira Albino²

¹Departamento de Zootecnia– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento de Zootecnia– Universidade Federal de Viçosa (UFV) Caixa Postal 22.
CEP 38.810-000 – Viçosa, MG – Brasil

³Departamento de Zootecnia– Universidade Federal de Rondônia (UNIR) Caixa Postal
nº 148 CEP 78900-000 – Porto Velho, RO – Brasil

⁴Departamento de Zootecnia– Universidade Federal da Paraíba (UFPB) Caixa Postal
5115 CEP 58051-970 – Areia, PB – Brasil

{marcia.soares@estudante.ufla.br, hallef.rieger@hotmail.com,
isabelle_naemi@hotmail.com, sarahpinheiroeubiotic@gmail.com,
lalbino@ufv.br}

Palavras-chave: ácido fítico, dietas, enzima.

A alimentação de frangos de corte no Brasil é baseada principalmente em milho e farelo de soja, ingredientes que fornecem nutrientes essenciais, mas apresentam compostos antinutricionais como o ácido fítico. Esse composto reduz a disponibilidade de fósforo, aminoácidos e minerais, pois não é bem digerido por aves. A suplementação com fitase é utilizada para hidrolisar o fitato, melhorando o aproveitamento dos nutrientes e reduzindo a necessidade de fontes minerais inorgânicas. Neste estudo, foram avaliados 216 frangos de corte Cobb 500 em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos organizados em esquema fatorial 2x3: duas dietas (milho e farelo de soja; farinha de carne e ossos) e três níveis de fitase (500, 1000 e 1500 FTU/kg). As aves foram criadas dos 14 aos 23 dias de idade e submetidas à coleta total de excretas para determinação da energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn). Os dados foram analisados por ANOVA, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software R (v.3.5.1). Os resultados mostraram que não houve efeito significativo ($P>0,05$) das doses de fitase sobre a EMA e a EMAn. As médias obtidas variaram de 3259 a 3351 kcal/kg para EMA e de 3089 a 3173 kcal/kg para EMAn, sem diferenças estatísticas entre os níveis de inclusão da enzima. Conclui-se que a suplementação ideal é de 500 FTU/kg, quantidade suficiente para otimizar o metabolismo energético de frangos de corte, sem necessidade de doses mais altas. Esse resultado reforça a importância do uso racional da enzima, permitindo redução de custos na formulação de rações sem comprometer o desempenho das aves.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES e FAPEMIG.

Uso de *Cynodon dactylon* L. Pers. Na produção de forragem em sistemas de sequeiro e irrigado na Nigéria

João Vitor Jesus dos Santos¹, Márcio André Stefanelli Lara¹

¹Departamento de Zootecnia/FZMV– Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – Brazil

joao.santos27@estudante.ufla.br, marciolara@ufla.br

Abstract. *The study analyzed the climatic impacts on Cynodon dactylon Tifton-85 production in Nigeria. Ten years data (2014–2023) from 40 weather stations were examined, including temperature, precipitation, solar radiation, humidity, and wind. Forage production was simulated under rainfed and irrigated systems. The average annual precipitation reaches 2,747 mm, with a minimum of 493 mm. Maximum production reached 21 Mg DM ha⁻¹ y⁻¹ under irrigation, while rainfed production was 13 Mg DM ha⁻¹ y⁻¹. Irrigation represents increment of 56.7% in forage production. Irrigation is recommended only for regions with low precipitation, particularly in the north of Nigeria, to maintain forage production and create employment opportunities.*

Keywords: *Bermuda grass, climate impact, forage accumulation.*

Resumo. *O estudo analisou os impactos climáticos na produção de Cynodon dactylon Tifton-85 na Nigéria. Foram utilizados 10 anos de dados (2014-2023) em 40 estações meteorológicas, analisando temperatura, precipitação, radiação solar, umidade do ar e vento. A produção foi simulada em sistemas de sequeiro e irrigado. A precipitação média anual chegou a 2.747 mm, com um mínimo de 493 mm. A produção máxima foi de 21 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹ no sistema irrigado, enquanto no sistema de sequeiro a produção foi de 13 Mg MS ha⁻¹. A irrigação elevou a produção em 56,7% comparado ao sistema de sequeiro em algumas regiões. A irrigação é recomendada apenas para regiões com baixa precipitação, especialmente no norte da Nigéria, a fim de manter a produção de forragem e gerar oportunidades de emprego.*

Palavras-chave: *Capim-bermuda, Impacto climático, Acumulo de forragem.*

1. Introdução

A pecuária na Nigéria apresenta elevado potencial para o crescimento econômico e a geração de empregos, sendo sustentada por mais de 37 milhões de hectares de pastagens, das quais 44% são permanentes e suportam mais de 101 milhões de ruminantes domésticos (FMAWR, 2008). Entretanto, o acesso às áreas de pastejo frequentemente gera conflitos entre agricultores e pastores, com impactos sociais, políticos e econômicos. Nesse contexto, torna-se essencial adotar estratégias para elevar a quantidade e a qualidade das forragens mais usadas no país.

A diversidade climática da Nigéria influencia diretamente a agricultura e a pecuária, com cinco principais zonas: tropical úmido e seco, tropical de monções, semiárido, de planalto e costeiro no Delta do Níger. A variação de precipitação e temperatura resulta em ecossistemas distintos, afetando a disponibilidade de água, os tipos de culturas e forragens, afetando diretamente a produtividade agrícola (KALLA, 2004). O país apresenta duas estações bem definidas, chuvosa (abril a outubro) e seca (novembro a março), cuja alternância condiciona o manejo agropecuário.

Em grande parte da África, a pecuária leiteira depende de sistemas extensivos baseados no deslocamento dos animais em busca de alimento, sem estratégias estruturadas de produção forrageira. Esse modelo, baseado em pastagens naturais, gera disputas pelo uso da terra, agravadas pelas mudanças climáticas (TENUCHE e IFATIMEHIN, 2009; OFEM e BASSEY, 2014). Nessas circunstâncias, o cultivo deliberado de forragens e volumosos torna-se fundamental.

A Nigéria, apesar de contar com elevados índices pluviométricos, variando de menos de 500 mm anuais no extremo norte a 1.000 - 2.000 mm em outras regiões, enfrenta desafios como a erosão do solo. O cultivo de forragens representa, portanto, uma solução de duplo benefício: contribui para a alimentação animal e para a conservação da camada produtiva do solo. Além disso, a produção de forragem pode ser estruturada como cultura comercial, com conservação em forma de feno ou silagem, favorecendo a oferta na estação seca.

A grama-bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) cultivar Tifton-85 destaca-se pela ampla distribuição nas zonas de vegetação do país, pela adequação ao uso em pastagens, para produção de feno e de silagem, e pela digestibilidade da matéria orgânica entre 45% e 65%.

Para o avanço desse setor, é necessário investir no aprimoramento do manejo de pastagens, no desenvolvimento de gramíneas adaptadas às condições edafoclimáticas da Nigéria, e em estratégias de produção, conservação e uso racional das forrageiras. As práticas agronômicas voltadas à avaliação da qualidade e da quantidade da forragem em diferentes condições de adubação e clima exigem acompanhamento por várias safras. Nesse sentido, a modelagem de simulação apresenta-se como uma ferramenta eficiente, permitindo ajustes de variáveis e a projeção de cenários que maximizem a produtividade e a qualidade da forragem.

Objetivou-se estimar e identificar os impactos das condições climáticas na produção de forragem de *C. dactylon*, em algumas localidades na Nigéria no período de 10 anos, para auxiliar na tomada de decisão sob o potencial do uso de irrigação nas pastagens de gramíneas forrageiras.

2. Metodologia

Um modelo desenvolvido para simulação de *C. dactylon* em diferentes condições climáticas foi utilizado como plataforma neste estudo. O modelo consistiu em um conjunto de parâmetros organizados para simulação da produção de biomassa de forragem em condições ideais de fertilidade do solo, ausência de déficit hídrico, pragas, doenças e demais fatores limitantes (LARA, 2011) como potencial produtivo. Para simulação da produção de forragem e dimensionamento do número de piquetes necessários aos sistemas de produção, utilizou-se manejo baseado na Interceptação de Luz (IL).

O modelo foi reajustado em função das doses de Nitrogênio aplicadas em função da eficiência de uso do Nitrogênio. Para a restrição hídrica, utilizou-se o balanço hídrico sequencial como o de Thornthwaite e Mather (1955), que leva em consideração a radiação solar global, a temperatura média do ar e a umidade do solo. Para gerar a restrição hídrica na produção, foi calculado o fator de restrição hídrica (FH), que reduz o potencial de produção, multiplicando a produção estimada sem restrição por valores que vão de 0 a 100% (TONATO, 2009). A produção obtida foi restringida à massa residual estimada, simulando o efeito do pastejo em 24 horas, o que permitiu calcular o número de ciclos de rebrotação e o total de piquetes necessários para o manejo exclusivo com IL para fechar um ano.

As informações climáticas utilizadas no modelo foram obtidas por meio do site NASA Power (<https://power.larc.nasa.gov/>), que fornece dados meteorológicos e solares para estudos agroclimáticos. Foram selecionadas quarenta estações meteorológicas distribuídas de forma a representar os 36 estados da Nigéria e o Território da Capital Federal. Os dados coletados incluíram temperatura média (°C), precipitação (mm), umidade relativa (%), radiação solar ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), ponto de orvalho e velocidade do vento (m s^{-1}) para um período de 10 anos (2014–2023). As coordenadas geográficas de cada estação foram utilizadas para extração dos dados, que foram organizados em planilhas eletrônicas e processados para adequação ao modelo. Nigéria, localizada entre as latitudes 4° e 14° N e longitudes 3° e 15° E, apresenta clima tropical, com estação chuvosa de março a novembro no Sul e de maio a setembro no extremo Norte.

A precipitação varia de mais de 3.000 mm no Sudeste para menos de 500 mm no norte, com temperaturas médias anuais variando de 32–33°C nas regiões costeiras a valores superiores a 38°C no nordeste durante os meses mais quentes. Os resultados de produção anual de forragem e produções mensais obtidos por meio da simulação foram utilizados para determinação do potencial de produção em função do acúmulo de forragem em sistemas de sequeiro e irrigados.

3. Resultados

Os dados climáticos diários referentes ao período de dez anos (2014–2023), das quarenta estações meteorológicas selecionadas foram agregados em bases mensais.

Para a demonstração dos resultados climáticos e da produção de forragem, optou-se por utilizar uma única estação meteorológica, como exemplo representativo. A estação de Gusau, localizada no estado de Zamfara, foi selecionada por estar situada na região da Guiné do Norte e na savana do Sudão, zonas de vegetação características da Nigéria. Essa escolha possibilitou ilustrar de forma clara as variações sazonais e o padrão de resposta produtivo nos sistemas irrigado e não irrigado.

A estação situa-se na latitude 12,16 °N e longitude 6,67 °W, com as médias das condições climáticas de dez anos de temperatura 25,9 °C, com temperatura média máxima de 33,9 °C e mínima de 19,9 °C, a precipitação média total foi de 854 mm e a radiação solar média de 21,0 Mj m^2 . Apresenta umidade relativa média de 50,1%, média de 25 m/s de vento e ponto de orvalho à 11,8 °C (Tabela 1).

Tabela 1: Condições climáticas da estação de Gusau, no estado de Zanzá, Nigéria (média de 10 anos, 2014 a 2023).

Mês	Temperatura Média °C	Temperatura Mínima °C	Temperatura Máxima °C	Ponto De Orvalho °C	Umidade Relativa %	Chuva mm	Velocidade do vento m/s	Radiação Solar Mj/m²
Jan.	21,5	14,2	30,8	-0,4	25,9	0,6	3,6	20,0
Feb.	24,3	16,6	33,7	-1,6	20,1	0,0	3,6	21,1
Mar.	28,8	21,2	37,3	2,8	22,7	1,5	2,9	22,4
Apr.	30,4	23,4	38,1	9,9	35,3	19,1	2,7	23,1
May.	30,0	24,1	36,7	18,1	54,5	70,2	2,6	22,3
Jun.	28,0	23,1	33,6	20,3	66,5	114,4	2,4	21,5
Jul.	26,0	22,0	30,7	21,0	76,2	207,8	2,0	20,0
Aug.	24,9	21,4	29,1	21,3	82,2	222,5	1,7	18,3
Sep.	25,4	21,5	29,9	21,5	80,5	175,5	1,4	20,7
Oct.	25,7	20,1	32,4	16,9	62,8	38,3	1,7	21,8
Nov.	24,2	17,1	33,0	8,8	41,6	4,3	2,5	21,1
Dec.	21,5	14,5	30,6	3,3	33,4	0,0	3,4	19,6

O acúmulo de forragem no sistema não irrigado com nível de 0 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ foi equivalente a 13.854 kg MS ha⁻¹ ano⁻¹, já no sistema irrigado o acúmulo de forragem foi de 21.713 kg MS ha⁻¹ ano⁻¹ (Tabela 2). As diferenças na produção indicaram um aumento expressivo no acúmulo de *C. dactylon* quando a irrigação foi utilizada para produção. No entanto, se faz necessário realizar uma análise de custos para determinar se as diferenças na produtividade justificam a possível implicação do sistema de irrigação. Caso contrário, o agricultor ainda pode manter seu sistema de produção em sequeiro, pois o objetivo regional é maximizar o lucro.

Tabela 2: Produção de forragem em sistema irrigado e não irrigado.

Características	0 Kg N
Altura do Dossel ENTRADA (cm)	35
Altura do Dossel SAÍDA (cm)	25
IL na Entrada (%)	97
IL no Pousio (%)	81.3
Massa de Forragem na Entrada (Kg MS ha ⁻¹)	3738
Massa de Forragem no Pousio (Kg MS ha ⁻¹)	1747
Acúmulo de Forragem (Kg MS ha ⁻¹)	1990
AF por ano irrigado (Kg MS ha ⁻¹ ano ⁻¹)	21713
AF por ano sequeiro (Kg MS ha ⁻¹ ano ⁻¹)	13854
≠ AF Irrigado vs. Sequeiro (Kg MS ha ⁻¹ ano ⁻¹)	7859
Aumento de Biomassa Irrigado vs. Sequeiro (%)	36
Nº de Piquetes Irrigado	33
Nº de Piquetes Sequeiro	52

Número de piquetes reduzido com a irrigação, na produção de *C. dactylon* (Tabela 2). Para Gusau, a redução do número de piquetes no sistema de irrigação para o não irrigado deve-se ao menor tempo do ciclo de acúmulo de forragem, o que aumentará a

frequência dos ciclos por ano, e mais ciclos poderão estar prontos para a colheita na mesma data.

No nível 0 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, no sistema de sequeiro, apenas 6 ciclos de rebrotação foram contabilizados enquanto para o sistema irrigado foi possível simular 10 ciclos de rebrotação. Já para a dose de 300 Kg N ha⁻¹ ano⁻¹ no sistema em sequeiro foi possível simular 9 ciclos de rebrotação enquanto com irrigação obteve-se 15 ciclos. Como nessa região a estacionalidade das chuvas impede o crescimento vegetativo de novembro a maio (Figura 1), o uso da irrigação se torna uma alternativa interessante para aumentar a produção dessa planta, minimizando os efeitos negativos da seca. Já durante o período chuvoso (Maio a Agosto), com as altas temperaturas normatizadas na região, a duração dos ciclos nos sistemas de sequeiro e irrigado foram praticamente os mesmos. A irrigação, portanto, aumentou o número de ciclos em cerca de 35%.

4. Conclusão

As regiões com precipitação anual limitada, a adoção de sistemas de irrigação pode ser uma estratégia eficiente para aumentar a produção de *C. dactylon*. Embora a variação sazonal da temperatura influencie o crescimento da forragem, os valores permanecem dentro da faixa mínima necessária para o desenvolvimento da espécie, o que reforça o potencial produtivo nessas áreas. A maior disponibilidade de forragem pode estimular a geração de empregos, contribuir para a estabilidade política e social, e impulsionar o crescimento econômico regional, além de preservar as áreas de reserva aumentando a eficiência de uso da terra. Ainda assim, é essencial que os agricultores avaliem cuidadosamente os custos de produção associados à irrigação e considerem a produtividade marginal obtida, de forma a garantir a viabilidade econômica e a rentabilidade da prática.

5. Referências

- Federal Ministry of Agriculture and Water Resources (FMAWR), Federal Republic of Nigeria, Draft National Security Programme 2008:107.
- KALLAH, M. S., Range lands in Nigeria: A partial resource appraisal towards improving livestock production. In: Gefu, J. O. & Amodu, J. T. (Eds.). *Forage production and management in Nigeria: A training manual*. 2004, 1-10.
- OFEM, O. O. BASSEY, I. Livelihood and Conflict Dimension among Crop Farmers and Fulani Herdsmen in Yakurr Region of Cross River State In Mediterranean Journal of Social Sciences MCSER Publishing, Rome-Italy Vol. 5 No 8 May 2014 ISSN 2039-2117 (online) ISSN 2039-9340 (print) 512,
- TENUCHE M.S., IFATIMEHIN O. *Resource Conflict among Farmers and Fulani herdsman: Implications for resource sustainability* In *African Journal of Political Science and International Relations* Vol. 3 (9), pp. 360-364, September, 2009 Available online at <http://www.academicjournals.org/ajpsir> ISSN 1996-0832 © 2009 Academic Journals Retrieved 03/01/2018] from https://www.researchgate.net/publication/39730825_Resource_Conflict_among_Farmers_and_Fulani_herdsmen_Implications_for_resource_sustainability.
- KALLAH, M. S., Range lands in Nigeria: A partial resource appraisal towards improving livestock production. In: Gefu, J. O. & Amodu, J. T. (Eds.). *Forage production and management in Nigeria: A training manual*. 2004, 1-10..

- OFEM, O. O. BASSEY, I. Livelihood and Conflict Dimension among Crop Farmers and Fulani Herdsmen in Yakurr Region of Cross River State In Mediterranean Journal of Social Sciences MCSER Publishing, Rome-Italy Vol. 5 No 8 May 2014 ISSN 2039-2117 (online) ISSN 2039-9340 (print) 512,
- TENUCHE M.S., IFATIMEHIN O. *Resource Conflict among Farmers and Fulani herdsman: Implications for resource sustainability* In *African Journal of Political Science and International Relations* Vol. 3 (9), pp. 360-364, September, 2009 Available online at <http://www.academicjournals.org/ajpsir> ISSN 1996-0832 © 2009 Academic Journals Retrieved 03/01/2018] from https://www.researchgate.net/publication/39730825_Resource_Conflict_among_Farmers_and_Fulani_herdsmen_Implications_for_resource_sustainability.
- LARA, Márcio André Stefanelli. **Respostas morfofisiológicas de genótipos de *Brachiaria* spp. sob duas intensidades de desfolhação e modelagem da produção de forragem em função das variações estacionais da temperatura e fotoperíodo: adaptação do modelo CROPGRO.** 2011. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. doi:10.11606/T.11.2011.tde-24052011-093743. Acesso em: 2025-05-19.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance.** New Jersey: Drexe Institute of Technology, 1955. 104p. (Publications in Climatology).
- TONATO, F. **Desenvolvimento e avaliação de modelos preditores de acúmulo de forragem em pastagens tropicais para apoio à tomada de decisão.** 2009. 110p. Tese (Doutorado em Ciência animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

Comparação da capacidade tampão de *Lithothamnium calcareum* com bicarbonato de sódio.

Marcos Paulo Reis Sousa¹; Viviane Camila de Souza¹; Gabriela Martins Garcia¹; Ana Clara Rosa Pereira²; Beatriz Ferreira Carvalho¹; Carla Luiza da Silva Ávila¹.

¹Departamento de Zootecnia/DZO, ²Departamento de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{marcos.sousa7, viviane.souza2, gabriela.garcia2, ana.pereira43}@estudante.ufla.br;
beatrizfc1985@gmail.com; carlaavila@ufla.br.

Palavras-chave: acidez ruminal; alga; tamponante

Tampões dietéticos, como o bicarbonato de sódio (NaHCO_3), são usados na alimentação de bovinos leiteiros ou de corte com alta produção, submetidos a dietas com alto concentrado, para reduzir a acidez ruminal e favorecer a atividade microbiana. O NaHCO_3 é eficaz, mas sua ação é curta por ser altamente solúvel. Já o *Lithothamnium calcareum* (LC), uma alga marinha calcária rica em Ca e outros minerais, libera-os lentamente em meio ácido. Assim, apresenta potencial como alternativa de tamponante de efeito mais duradouro no rúmen. O propósito desta avaliação *in vitro* foi verificar o potencial de neutralização do LC em comparação ao bicarbonato de sódio. Para a titulação, foram testados um ácido fraco (ácido acético 0,5 mol/L) e um ácido forte (HCl 0,1 mol/L). As soluções foram preparadas com 200 mg de bicarbonato de sódio ou *Lithothamnium calcareum* em 30 mL de água destilada, em 5 repetições. Cada frasco teve o pH inicial medido e, sob agitação magnética, recebeu titulação monitorada por pHmetro, registrando-se o volume de ácido necessário para reduzir o pH até 6, 5 e 4. Na titulação reversa, 1 g de cada produto foi dissolvido em 30 mL de HCl 1 mol/L, mantido a 37 °C por 1 hora e titulado com NaOH 1 mol/L até pH 5,5. A capacidade de neutralização foi calculada em mEq/kg pela diferença entre HCl e NaOH consumidos, corrigida pela massa do produto. A análise estatística foi realizada no SISVAR, considerando apenas o efeito fixo do tratamento, com comparação de médias pelo teste F. O bicarbonato de sódio apresentou maior solubilidade e neutralização imediata, enquanto o LC mostrou liberação gradual de íons. O pH inicial foi mais alto para o LC (8,68) em relação ao bicarbonato (8,39) ($P < 0,01$). Na titulação com ácido acético, foram necessários 22,44 mL para reduzir o pH de 6 a 4 no bicarbonato e 9,52 mL no LC, indicando menor poder tamponante deste frente a ácidos fracos. Já com HCl, o bicarbonato consumiu 23,13 mL até pH 6, contra apenas 1,85 mL no LC. Com valores de pH 6 e 4, o comportamento se inverteu, o LC consumiu 11,78 mL de HCl, enquanto 4,80 mL no bicarbonato. O bicarbonato foi mais eficiente frente ao ácido acético, e o LC, frente ao HCl. A capacidade neutralizante em mEq/kg foi maior para o LC (18.760) em comparação ao bicarbonato (11.780), diferença de 37%. Esses resultados indicam maior resistência do LC à queda de pH em ambientes mais ácidos. O *Lithothamnium calcareum* é um tamponante natural eficaz, configurando-se como alternativa viável ao bicarbonato de sódio, sobretudo em sistemas intensivos ou com risco de acidose. Sua ação foi mais gradual, com liberação progressiva do efeito tamponante, e demonstrou maior poder de neutralização do LC em meios fortemente ácidos, característica desejável no controle sustentado da acidose em ruminantes. Estudos utilizando animais seriam necessários para comprovação dos resultados obtidos *in vitro*.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

EFEITOS DE DIETAS COM INCLUSÃO DE SILAGEM DE CAPIM CORTE DIRETO OU PRÉ-SECADO NO CONSUMO E DESEMPENHO DE TOUROS NELORE EM TERMINAÇÃO

Rafaella Prado¹, Susana Ávila², Matheus Cordeiro³, Quemuel Gonçalves⁴, Thiago Bernardes⁵

¹Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200-200 – Lavras, MG – Brasil

⁵Fazenda Jacarandá – Grupo Terra Savana Agro – Araguaiana, MT – Brasil

{rafaella.prado¹, susana.avila², matheus.cordeiro³, thiagobernades⁵}@ufla.br, quemuel.mendes@terrasavanaagro.com.br⁴

Palavras-chave: confinamento, fonte de fibra, pré-secagem.

Os sistemas de integração lavoura-pecuária têm sido amplamente adotados no Brasil, utilizando gramíneas tropicais tanto para cobertura do solo quanto para produção de silagem. Entretanto, a colheita dessas gramíneas com baixos teores de matéria seca compromete a qualidade da silagem e o consumo pelos animais. Nesse contexto, a silagem de capim pré-secado surge como alternativa viável. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da silagem de capim corte direto (CD) e da silagem de capim pré-secado (PS), incluídas em 15% da matéria seca da dieta, sobre o consumo e o desempenho de touros Nelore em terminação. O experimento foi conduzido em confinamento comercial em Araguaiana (MT). Os tratamentos consistiram em duas dietas de terminação com silagem CD ou PS incluída em 15% MS da dieta. Para produção das silagens, foi utilizada a forrageira capim Miyagi (*Panicum maximum* cv. Miyagi) em um pivô central, sendo a metade do campo colhida como silagem CD (23% $\pm$ 2,28 % MS) e a outra metade colhida como PS (47% $\pm$ 5,95 % MS). Foram utilizados 2.250 touros Nelore (400 $\pm$ 27 kg), alojados em 20 baias ($\pm$ 112 animais/baia). O consumo de matéria seca (CMS) foi calculado como o total de kg de MS entregue a cada baia após a subtração do peso de restos secos, a flutuação do CMS foi calculada como a diferença na ingestão entre dias consecutivos e o desempenho foi observado através da pesagem final. Os dados foram analisados como um delineamento inteiramente casualizado pelo MIXED do SAS. O modelo estatístico considerou os efeitos fixos do tratamento e a baia dentro do tratamento como um efeito aleatório. A dieta PS apresentou maior CMS ($P=0,03$) e menor eficiência alimentar ($P=0,01$) em comparação com a dieta CD. Embora os tratamentos tenham afetado a ingestão, não foram obtidas diferenças para flutuação do CMS, peso final, ganho médio diário e rendimento de carcaça ($P>0,05$). Conclui-se que a dieta PS aumentou o CMS, mas não teve efeitos sobre o desempenho quando administrada a touros em terminação com 15% MS na dieta. Para confinamentos que consideram adotar a dieta PS, outros fatores, como perdas de silagem, custos e logística, devem ser avaliados para que a tecnologia seja viável.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CNPq.

Resposta hematológica e de hipersensibilidade de cães jovens a fontes proteicas animais e vegetais

Susana Mantuani Reis Alves¹, Alisson Vitor Da Silva¹, Jullia Sathler Ramos¹,
Maria Laura Nick Valadares¹ Vanessa Avelar Silva¹

¹Departamento de Zootecnia/DZO – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa
Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

{susana.alves5, alisson.silva10,
jullia.ramos, maria.valadares}@estudante.ufla.br, vanessasilva@ufla.br

Palavras-chave: *Proteína, Beagle, Vegano*

Proteínas de origem animal e vegetal diferem em estrutura e perfil de aminoácidos, influenciando sua biodisponibilidade. Por isso, a substituição abrupta entre elas pode comprometer a qualidade nutricional e desencadear hipersensibilidades alimentares. Este processo envolve células do sistema imune inato, que podem se acumular na mucosa gastrointestinal em resposta à inflamação. O objetivo deste trabalho foi verificar se fontes proteicas distintas (animal e vegetal) influenciam os parâmetros hematológicos inflamatórios, especialmente a contagem de eosinófilos, em cães da raça Beagle. Foram utilizados oito cães Beagle, de ambos os sexos, com peso médio de $8,5 \pm 1,5$ kg distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com dois grupos ($n=4$). Os tratamentos consistiram em, T1: dieta seca extrusada convencional superpremium (25% PB), cuja fonte proteica principal era de origem animal, e T2: dieta seca extrusada vegana superpremium (25% PB), com fontes proteicas exclusivamente vegetais, ambas as dietas com níveis energéticos semelhantes (T1: 3743 Kcal/Kg; T2: 3747 Kcal/Kg). Os cães foram alimentados com essas dietas por um ano, ao final realizou-se a primeira coleta sanguínea para hemograma. Em seguida, os tratamentos foram trocados entre os grupos por um mês, para verificar possíveis processos inflamatórios decorrentes da nova fonte proteica. Um mês depois da troca, novas amostras foram coletadas para análise do leucograma, com foco nos eosinófilos. Os dados foram comparados pelo teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$). O leucograma não revelou diferenças significativas em leucócitos, linfócitos e monócitos. Aos 12 meses, a contagem de eosinófilos não diferiu estatisticamente entre os grupos. Contudo, após a troca, o grupo que transicionou da dieta convencional (T1) para a vegana (T2) apresentou um aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$) na contagem de eosinófilos, sendo superior aos demais grupos. O grupo que transicionou da dieta vegana (T2) para a convencional (T1) não apresentou alteração significativa. Esses resultados sugerem que a transição para a dieta vegana (T2) estimulou uma resposta inflamatória aguda, associada à hipersensibilidade alimentar ou à adaptação à nova dieta. Estudos futuros devem considerar o tamanho e a complexidade proteica, além de períodos mais longos de transição alimentar.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Queda na produção de leite de vacas Holandesas induzida por vacinação reprodutiva em função do nível de produção, dias em lactação e paridade

Augusto Francisco Júnior¹, Ana Júlia de Campos Silva¹, Marcos Neves Pereira¹

¹Departamento de Zootecnia/DZO – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

augusto.junior@ufla.br, ana.silva179@ufla.br, mpereira@ufla.br

Palavras-chave: estágio da lactação, gado de leite, paridade, vacina reprodutiva.

A vacinação para doenças reprodutivas é rotineira em rebanhos leiteiros, mas pode induzir resposta inflamatória e ajustes metabólicos transitórios, impactando negativamente no desempenho leiteiro. O objetivo deste estudo foi avaliar o impacto da vacinação reprodutiva sobre a produção de leite de vacas diferindo no nível de produção (Leite), dias em lactação (DEL) e paridade. Os dados foram de 58 vacas Holandesas alojadas em tie-stall (40 vacas) ou em free-stall (18 vacas). A vacinação foi realizada por médico veterinário. A dose da vacina (CattleMaster® GOLD FP 5/L5, Zoetis) foi de 5 mL aplicada por via subcutânea com seringa individual. As vacas eram ordenhadas 3×/d. A produção de leite média dos 7 dias prévios à vacinação foi usada como controle (D-7). A produção de leite nos 21 dias após a vacinação foi mensurada por vaca e a diferença do D-7 (% e kg/d) foi calculada diariamente ou semanalmente. Três bancos de dados foram gerados com vacas classificadas em Alto ou Baixo. O grupo Alto com produção >37 kg/d teve 30 vacas (41,7 kg/d) e o Baixo teve 28 vacas (30,4 kg/d). Para DEL, 31 vacas tinham DEL >150 dias (Alto. 33,6 kg/d) e 27 tinham DEL <150 dias (Baixo. 39,3 kg/d). Para paridade, 34 vacas eram múltiparas (Alto. 37,4 kg/d) e 24 primíparas (Baixo. 34,7 kg/d). A análise estatística utilizou o procedimento MIXED do SAS usando estrutura de medidas repetidas ao longo do tempo. O modelo incluiu os efeitos de Variável (Leite, DEL ou Paridade. Alto ou Baixo), Tempo (dias 1 a 21 ou semanas 1 a 3) e a interação entre Variável e Tempo. Não houve efeito de DEL sobre a queda (% e kg/d do D-7) da produção de leite diária ou semanal ($P>0,32$). Vacas com Leite Alto perderam mais leite em 21 dias após vacinação do que Baixo: -2,86 vs -0,59 % do D-7 ($P=0,03$) ou -1,23 vs -0,21 kg/d do D-7 ($P<0,01$). Não houve efeito do Leite sobre a queda da produção na semana 1 e houve efeito nas semanas 2 e 3 ($P<0,02$ para a interação entre Leite e Tempo). Primíparas perderam mais leite após a vacinação do que múltiparas: -3,63 vs -0,45 % do D-7 ($P<0,01$) ou -1,28 vs -0,35 kg/d do D-7 ($P=0,01$). A perda em primíparas foi maior nas semanas 1 e 2 e não houve diferença na semana 3 ($P<0,09$ para a interação entre Paridade e Tempo). No dia 2 após vacinação ocorreu a maior perda por vaca (-10,8% do D-7 ou -3,9 kg/d do D-7). A perda em produção de leite por 21 dias após vacinação reprodutiva não foi afetada pelo DEL. Primíparas e vacas de maior produção foram mais afetadas negativamente pela vacinação do que múltiparas e vacas de menor produção. A paridade e o nível de produção de leite podem ser considerados ao se delinear estratégias de vacinação para rebanhos leiteiros.

Agradecimentos

Os autores bolsistas agradecem o apoio financeiro da CAPES

CARACTERIZAÇÃO DA MICROBIOTA CULTIVÁVEL DO MUCO EXTERNO DE *Astronotus ocellatus* E AVALIAÇÃO DO PERFIL DE SUSCEPTIBILIDADE ANTIMICROBIANA DOS ISOLADOS

Suellen Rocha de Oliveira Andrade¹, Glaucia Frasnelli Mian², Dircéia Aparecida Da Costa Custódio³, Gleí Dos Anjos De Carvalho Castro⁴ Luis David Solis Murgas⁵

¹ Programa De Pós-Graduação Em Zootecnia/PPGZ – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200.000– Lavras, MG – Brasil

² Departamento de Medicina Veterinária /DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200.000 – Lavras, MG – Brasil

³ Departamento de Medicina Veterinária /DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200.000 – Lavras, MG – Brasil

⁴ Departamento de Medicina Veterinária /DMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200.000 – Lavras, MG – Brasil

⁵ Faculdade de Zootecnia e Medicina Veterinária /FZMV– Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37200.000 – Lavras, MG – Brasil

{suellen.andrade@estudante.ufla.br 1, lsurgas@ufla.br 5}
glauciamian@ufla.br 2, dirceia.custodio2@ufla.br 3, gleicastro@ufla.br

4

Palavras-chave: Apaiari, Resistência bacteriana, Saúde única.

Astronotus ocellatus é um peixe nativo da bacia amazônica com grande apelo comercial na aquariofilia ornamental, parte da popularidade deste está em ser um animal de grande porte, com marcações fortes, robusto, tolerante a doenças e mudanças de parâmetros. Tais características conferem a ele não somente um animal desejável para entusiastas, mas também um potencial agente invasor carregando patógenos nativos para regiões exóticas. Em conjunto esses aspectos fazem deste uma espécie de interesse para o estudo de sua microbiota comensal externa, rastreando não somente sua composição, algo inédito na literatura, mas também sua resistência a diversas classes de antibióticos. Este trabalho teve como objetivo o mapeamento da microbiota comensal do muco externo em *Astronotus ocellatus* das regiões lateral opercular, foram selecionados seis animais jovens com tamanho médio de peso médio de 49 g mantidos em sistema e recirculação com parâmetros controlados. As amostras foram processadas através de cultivo e testes microbiológicos e a análise da microbiota encontrada foi realizada por metodologia Maldi-Tof. Também foram realizados ensaios em antibiograma das espécies identificadas. Foram identificados 101 isolados e 29 espécies/gêneros: *Aeromonas jandaei*, *Aeromonas veronii*, *Bacillus altitudinis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium*, *Citrobacter braakii*, *Citrobacter freundii*, *Gordonia hongkongensis*,

Janibacter melonis, *Kocuria carniphila*, *Kocuria sp*, *Microbacterium paraoxydans*, *Micrococcus flavus*, *Mycobacterium fortuitum*, *Nocardia farcinica*, *Nocardia niwae*, *Nocardia nova*, *Nocardia spp*, *Paracoccus spp*, *Plesiomonas shigelloides*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Pseudomonas sp*, *Solibacillus silvestres*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus chromogenes*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus hominis* e *Staphylococcus simulans*. As diferenças na diversidade microbiana entre as regiões lateral e opercular foram avaliadas por meio do teste não paramétrico de Kruskal–Wallis. Para o índice de Richness, observou-se uma diferença significativa entre as regiões ($H_1 = 8,52$; $p = 0,004$). De forma análoga, o índice de Shannon também apresentou diferença significativa ($H_1 = 8,34$; $p = 0,004$), indicando maior diversidade na região lateral em comparação ao opérculo. Para o antibiograma foram realizados testes em 29 isolados, os antibióticos utilizados foram: Ampicilina, Ciprofloxacina, Florfenicol, Gentamicina, Penicilina G, Sulfatrozim e Tetraciclina, e as ATCCs 25922 E.coli e 25923 S.aureus. Nos resultados Ampicilina e Penicilina G demonstraram o maior percentual de resistência com 72% e 83% respectivamente. Sulfazotrim e Tetraciclina apresentaram valores intermediários de resistência, 28% e 34% de resistência e 59% e 52% de susceptibilidade respectivamente. Gentamicina, Ciprofloxacina e Florfenicol apresentaram bons valores de sensibilidade, apresentando respectivamente valores de 90%, 83% e 79% de susceptibilidade. Os resultados sugerem uma alta diversidade microbiológica associada ao muco externo de *A. ocellatus* e a importância da compreensão dessas comunidades microbianas para o monitoramento da saúde da fauna nativa, visto que há percentuais significativos de resistência a diversos antibióticos o que deve ser monitorado para impactos significativos na pesquisa ambiental, na saúde única e preservação do ambiente.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Palatabilidade de carne mecanicamente separada de codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) em cães: crua-aquecida

Alisson Vitor da Silva¹, Isabela Azarias Frau¹, Vanessa Daniela Lázara de Assis², Flávia Maria de Oliveira Borges Saad¹, Antônio Gilberto Bertechini¹, Vanessa Avelar Silva¹

¹Departamento de Zootecnia/FZMV – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Departamento Acadêmico de Zootecnia/RPB – Instituto Federal do Sudeste de MG- Campus Rio Pomba (IF Sudeste MG) Caixa Postal 45 CEP 36180-000– Rio Pomba, MG – Brasil

{alisson.silva10, Isabela.frau}@estudante.ufla.br,
{borgesvet, bertechini, vanessasilva}@ufla.br,
vanessa.assis@ifsudeste.edu.br

Palavras-chave: caninos; coprodutos avícolas; aquecimento .

Coprodutos avícolas, como a carne mecanicamente separada (CMS) de codorna (*Coturnix coturnix japonica*), apresentam potencial de uso em alimentos completos para caninos, mas a literatura carece de evidências sobre sua palatabilidade nessa espécie. Considerando que o aquecimento pode alterar atributos sensoriais (reações de Maillard e textura), este estudo avaliou a palatabilidade da CMS crua em comparação com a aquecida por três minutos, ambas com substituição de 40% da matéria seca (MS) da dieta. Realizou-se ensaio pareado intra-animal (duas tigelas) com 20 cães Beagle adultos por quatro dias totalizando 80 observações. As tigelas permaneceram 30 minutos à disposição, com alternância diária de posição. A razão de ingestão (RI) foi calculada como $[g \text{ consumidos do alimento A ou B} / g \text{ total consumido (A + B)}] \times 100$. Além disso, foi registrado também a primeira escolha (primeira aproximação com ingestão). As diferenças pareadas não atenderam à normalidade (Shapiro–Wilk), sendo aplicado o teste de Wilcoxon pareado, bilateral, que evidenciou maior ingestão relativa da aquecida ($p = 0,00001242$), caracterizando efeito pequeno, porém consistente do aquecimento. Na avaliação da primeira escolha, não houve diferença entre dietas (qui-quadrado, $p = 0,502$), sugerindo dissociação entre a primeira escolha e o consumo total. Portanto, nas condições testadas, o aquecimento por três minutos elevou a ingestão relativa das dietas contendo 40% de CMS de codorna .

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Efeitos da acidificação e do tempo de congelamento de amostras de urina de vacas leiteiras na concentração de ureia e creatinina

Souza D. S¹, Pimenta L. C. B², Silva C. S³, Souza S. P⁴, Lima A. P⁵, Danes M. A. C¹

¹Departamento de Zootecnia/DZO – Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

daniela.souza6@estudante.ufla.br, luiz.pimenta@estudante.ufla.br, cecilia.silva2@estudante.ufla.br, stefaniasouza@ufla.br, antonio.padua@ufla.br, marina.danes@ufla.br

Abstract. *This study evaluated the effects of acidification and freezing on the stability of urea and creatinine. Urine samples from three lactating dairy cows were used, with three types of dilution (distilled water without acid, 0.072 N sulfuric acid solution, and 0.82 N sulfuric acid solution). Samples were analyzed for urea and creatinine concentrations on days 0, 1, 7, 15, and 30 of freezing at -20°C. Statistical analyses were conducted using a completely randomized design with three treatments and five storage periods. Creatinine was affected by the interaction between time and acidification ($p < 0.01$), showing a marked decrease on day 7 and higher values at day 30 in the weak acid and non-acidified treatments. Urea concentration varied with time and interaction ($p < 0.01$), decreasing on day 7 and recovering by day 30, with the highest concentrations observed in the weak acid treatment.*

Keywords: *acidification, nitrogenous compounds, purine derivatives.*

Resumo. *Este estudo avaliou os efeitos da acidificação e do congelamento sobre a estabilidade de ureia e creatinina. Foram utilizadas amostras de urina de três vacas leiteiras, com três tipos de diluição (água destilada sem adição de ácido, solução 0,072 N de ácido sulfúrico, e solução 0,82 N de ácido sulfúrico). As amostras foram analisadas para ureia e creatinina nos dias 0, 1, 7, 15 e 30 de congelamento a -20°C. As análises estatísticas foram realizadas em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco períodos de avaliação. A creatinina foi afetada pela interação ($p < 0,01$), com queda no dia 7 e maiores valores aos 30 dias no ácido fraco e sem ácido. A ureia variou com tempo e interação ($p < 0,01$), com queda no dia 7 e recuperação no dia 30, sendo maior no ácido fraco.*

Palavras-chave: *acidificação, compostos nitrogenados, derivados de purinas.*

1. Introdução

A urina é uma amostra biológica importante utilizada na avaliação do metabolismo proteico de ruminantes, pois reflete a excreção de nitrogênio (N), na forma de ureia. Esses indicadores estão diretamente associados à eficiência do uso de nitrogênio (EUN) e ao impacto ambiental dos sistemas de produção. Em vacas leiteiras, cerca de 70% do N ingerido é excretado nas fezes e urina, proporção substancialmente maior do que a fração secretada no leite (21–33%; Calsamiglia et al., 2010). A ureia na urina é particularmente preocupante por sua rápida hidrólise em amônia (NH₃), que

pode volatilizar ou ser convertida em nitrato e posteriormente em óxido nitroso, um potente gás de efeito estufa (Eckard et al., 2010).

Do ponto de vista nutricional, o excesso de N na urina decorre do desbalanço entre proteína e energia fermentável, levando à absorção de NH_3 no rúmen, conversão em ureia no fígado e subsequente excreção renal. Diante desse cenário, estratégias para aumentar a EUN, como a redução da proteína bruta (PB) na dieta têm recebido destaque na literatura (Olmos Colmenero e Broderick, 2006; Danes et al., 2013).

Apesar de consolidada como ferramenta metabólica, a análise de urina ainda carece de protocolos padronizados de conservação. O armazenamento e o uso de acidificação são práticas comuns, mas não há consenso sobre sua influência na estabilidade de compostos nitrogenados, como ureia e creatinina.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da acidificação e do tempo de congelamento sobre a estabilidade de compostos nitrogenados presentes na urina e nossa hipótese foi que a acidificação altera as concentrações desses compostos na urina e que esse efeito é diferente de acordo com o tempo de congelamento das amostras.

2. Referencial teórico

O estudo da excreção urinária de compostos nitrogenados em ruminantes ganhou relevância a partir da necessidade de compreender melhor a utilização da proteína dietética e a eficiência do metabolismo de N. Os primeiros trabalhos buscam caracterizar a composição de urina e a viabilidade de sua utilização como matriz biológica para estimar a síntese de proteína microbiana no rúmen, com base na excreção de derivados de purinas. Nesse contexto, consolidou-se a coleta total de urina como o método de referência para quantificação absoluta da excreção diária de metabólitos (Fleming et al., 1991; Valadares et al., 1997), permitindo avaliar com rigor a EUN e fechar o balanço nitrogenado em experimentos com vacas leiteiras.

A estabilidade dos compostos nitrogenados na urina, entretanto, depende diretamente de suas propriedades químicas e da interação destas com o ambiente de armazenamento. A literatura demonstra diferenças marcantes na solubilidade e no comportamento estrutural de metabólitos como creatinina e ureia, fatores que tornam alguns compostos mais ou menos suscetíveis à degradação durante o processamento e a estocagem das amostras (Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2001; Rennó et al., 2003).

Apesar de ser considerado o padrão ouro, o método de coleta total de urina apresenta limitações práticas e de manejo em experimentos com ruminantes, como a necessidade de adaptação dos animais a bolsa ou coletores, o elevado estresse durante a coleta e a dificuldade em manter a estabilidade dos metabólitos ao longo de 24 horas. Por essas razões, metodologias alternativas foram propostas, com destaque para o uso da creatinina como indicador endógeno na urina.

A creatinina é excretada em taxa relativamente constante, proporcional à massa muscular, o que permite sua utilização para estimar o volume urinário diário a partir de amostras spot. Esse avanço possibilitou a redução do manejo intensivo de coleta e ampliou a viabilidade de experimentos de campo (Chizzotti et al., 2008). No entanto, a confiabilidade do método depende da correta estabilização das amostras no momento da coleta, a fim de evitar degradação ou precipitação dos compostos nitrogenados.

A conservação da urina, por sua vez, constitui ponto crítico na precisão das análises. A acidificação com ácido sulfúrico é o procedimento mais comum, pois mantém o pH em níveis que inibem a ação de microrganismos e previnem perdas de N

por volatilização de NH_3 (Valadares et al., 1999). A concentração de ácido utilizada, entretanto, varia entre protocolos, apresentando impactos distintos sobre a estabilidade de ureia e creatinina.

Além da acidificação, o tempo e as condições de armazenamento influenciam diretamente a integridade das amostras. Estudos relatam que períodos prolongados de armazenamento, mesmo sob congelamento, podem afetar a recuperação de alguns metabolitos, especialmente em amostras mal acidificadas ou expostas a variações de temperatura (Oliveira et al., 2001; Rennó et al., 2003). Nesse contexto, compreender as interações entre tipo de ácido, concentração utilizada e tempo de congelamento é essencial para garantir que as análises reflitam com fidelidade o metabolismo nitrogenado dos animais. Contudo, a falta de padronização de protocolos de conservação, incluindo acidificação e congelamento, torna evidente a necessidade de uma investigação sistemática que avalie a magnitude das perdas e os impactos desses fatores sobre a confiabilidade das estimativas do metabolismo proteico em ruminantes.

3. Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, utilizando amostras composta de urina provenientes de três vacas leiteiras alojadas em sistema Free Stall. Foram avaliados três tipos de diluição das amostras (todas na proporção 1:4 v/v): água destilada sem adição de ácido, solução 0,072 N de ácido sulfúrico, e solução 0,82 N de ácido sulfúrico. As amostras foram analisadas para concentração de ureia e creatinina no momento da coleta (dia 0), e após 1, 7 e 15 e 30 dias de congelamento a -20°C .

As análises estatísticas foram realizadas em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco períodos de avaliação, utilizando o procedimento MIXED do SAS University Edition, considerando como efeitos fixos de acidificação, tempo de congelamento e suas interações. Comparações múltiplas foram feitas pelo teste de Tukey, os efeitos foram considerados significativos quando $P < 0,05$.

4. Resultados e discussão

A creatinina foi afetada (tabela 1) pela interação entre tempo de armazenamento e acidificação ($p < 0,01$), indicando que a estabilidade desse composto depende do tempo de congelamento. Observou redução significativa da creatinina no sétimo dia de armazenamento, independente do tratamento, seguida por um aumento nos valores aos 30 dias, especialmente nas amostras acidificadas com ácido fraco e nas não acidificadas. Esse comportamento pode estar relacionado à degradação parcial da creatinina nas primeiras semanas, possivelmente devido à atividade residual de enzimas urinárias ou à volatilização de compostos nitrogenados, com posterior concentração aparente em decorrência da evaporação da água ou da precipitação de sais durante o congelamento prolongado. Resultados semelhantes foram relatados por Santos et al., (2019) e Silva Júnior et al., (2023), que destacaram que mesmo sob refrigeração há risco de conversão gradual da creatina.

No caso da ureia, observou efeito significativo do tempo ($P < 0,01$) e da interação tempo x ácido ($P < 0,01$) evidenciando que tanto o período de armazenamento quanto a acidificação interferem na manutenção de sua concentração. Houve queda significativa da ureia no sétimo dia, seguida por aumento aos 30 dias, sugere degradação inicial de ureia, possivelmente pela ação da urease bacteriana ainda ativa antes do congelamento completo, com posterior estabilização ou concentração do soluto nas etapas seguintes. A utilização de ácido fraco promoveu maior preservação da ureia (147,52a mg/dL), em comparação ao tratamento sem ácido (134,49b mg/dL) e ao ácido forte (98,53c mg/dL), o que indica que a acidificação moderada favorece a manutenção da integridade química da amostra sem causar degradação excessiva dos compostos nitrogenados. As letras distintas (a, b, c) indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), facilitando a interpretação direta dos resultados apresentados na tabela.

Tabela 1 – Efeito da acidificação e do tempo de congelamento sobre as concentrações de creatinina e ureia (mg/dL) em amostras de urina de vacas leiteiras.

Creatinina							P valores		
Acido	0 dias	1 dia	7 dias	15 dias	30 dias	EPM ¹	Tempo	Acido	Tempo x acido
Forte	8,15 ab	12,68 b	3,76 a	4,61 a	5,80 a	0,93	0,01	<0,01	<0,01
Fraco	6,51 ab	6,63 a	2,17 a	4,30 a	9,05 b	0,93	0,01	<0,01	<0,01
Sem	7,65 ab	4,14 a	2,99 a	2,68 a	8,62 b	0,93	0,01	<0,01	<0,01
Ureia							P valores		
Acido	0 dias	1 dia	7 dias	15 dias	30 dias	EPM ¹	Tempo	Acido	Tempo x acido
Forte	105.49 b	93.42 ab	54.41 a	80.57 ab	98.53 c	8,01	<0,01	0,2	0,01
Fraco	119.92 a	77.16 b	50.81 a	78.42 b	147.52 a	8,01	<0,01	0,2	0,01
Sem	106.65 b	88.66 a	53.31 a	87.36 a	134.49 b	8,01	<0,01	0,2	0,01

¹EPM: erro-padrão da média

P valores: probabilidade de significância para os efeitos de tempo, tipo de ácido (ácido forte, ácido fraco ou sem ácido) e interação entre tempo e ácido (Tempo x ácido).

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (Tukey, $P < 0,05$).

5. Conclusão

Conclui-se que a interação entre tempo de armazenamento e acidificação influenciou significativamente a estabilidade dos compostos nitrogenados na urina, evidenciando a necessidade de considerar ambos os fatores de forma conjunta para garantir a confiabilidade das análises.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da agência CAPES.

6. Referências

- Calsamiglia, S., A. Ferret, C. K. Reynolds, N. B. Kristensen, e A. M. van Vuuren. 2010. Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. *Animal* 4(7):1184-1196.
- Chizzotti, M. L., S. C. Valadares Filho, R. F. D. Valadares, F. H. M. Chizzotti, and L. O. Tedeschi. 2008. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. *Livest. Sci.* 113:218–225.
- Danes, M.A.; Chagas, L.J.; Pedroso, A.M.; Santos, F.A. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. *J. Dairy Sci.* 2013, 96(1):407-419.
- Eckard, R. J., C. Grainger, e C. A. M. de Klein. 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. *Livestock Sci.* 130(1-3):47-56.
- Fleming, S.A.; Hunt, E.L.; Riviere, J.E. et al. Renal clearance and fractional excretion of eletrolytes over four 6-hour periods in cattle. *American Journal Veterinary Research*, v.52, n.1, p.5-8, 1991.
- Oliveira, A.S.; Valadares, R.F.D.; Valadares Filho, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoproteicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1621-1629. 2001.
- Olmos Colmenero, J.J.; Broderick, G.A. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2006, 89, 17041712.
- Rennó, L. N. Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhas alimentadas com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- Santos, F. T.; Kozloski, G. V. et al. Santos. 2019. Avaliação de métodos de conservação e processamento de amostras de urina de bovinos e ovinos para analisar creatinina, ureia e derivados de purina. 43p.; 30cm
- Silva Júnior JMd, Rennó LN, Detmann E, Valadares Filho SdC, Rodrigues JPP (2023) Creatinine recovery from bovine urine under the effect of different times and temperatures of storage. *PLoS ONE* 18(3): e0282145. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282145>
- Silva, R.M.N.; Valadares, R.F.D.; Valadares Filho, S.C. et al. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.1948-1957, 2001.
- Valadares, R.F.D.; Broderick, G.A.; Valadares Filho, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Dairy Science*, v.8, p.2686- 2696, 1999.
- Valadares, R.F.D.; Gonçalves, L.C.; Rodriguez, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovino. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

Ruminação e desempenho produtivo de vacas leiteiras monitoradas por sensores em fazendas comerciais

João Pedro Andrade Rezende¹, Jorge Henrique Carneiro^{1,2}, Marina de Arruda Camargo Danés¹

¹Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Lavras (UFLA) - CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil ²Dairy Inside Consultoria – CEP 84185-000 – Castro, PR - Brasil

joao.rezende5@estudante.ufla.br, jorgehcarneiro@gmail.com,
marina.danes@ufla.br

Palavras-chave: Comportamento ingestivo, monitoramento automatizado, vacas leiteiras

O tempo de ruminação mensurado por sensores pode refletir variações de consumo e desempenho em condições comerciais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre ruminação, consumo de matéria seca (CMS) e produção de leite em lotes de vacas leiteiras monitoradas por sensores. Foram utilizados dados de quatro fazendas comerciais com colares de monitoramento (Cowmed, Brasil), abrangendo o período de janeiro de 2024 a setembro de 2025. As avaliações foram semanais, considerando as médias da semana para produção de leite, CMS, ruminação e número de refeições de cada lote, totalizando 1.304 observações, correspondentes a aproximadamente 4.989 vacas. Os dados foram agrupados por nível de produção (>45, 35–45 e <35 kg/dia) e, dentro de cada faixa, classificados em três clusters de ruminação (baixa – BRum, média – MRum, alta – ARum), balanceando por fazenda. As análises foram realizadas no SAS (PROC MIXED), com efeitos fixos de cluster e dias em lactação e aleatório de fazenda. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os resultados serão apresentados sempre na ordem BRum, MRum e ARum. Para o nível de produção >45 kg/dia, houve efeito de cluster sobre ruminação (459^c, 479^b, 496^a min/dia), CMS (28,2^b; 28,5^b; 29,0^a kg/dia), número de refeições/dia (9,8^a; 9,4^b; 9,5^b), ruminação/refeição (47,2^c; 51,4^b; 56,6^a), ruminação/CMS (16,4^b; 16,9^{ab}; 17,2^a) e CMS/refeição (2,90^b; 3,06^a; 3,08^a), sem efeito sobre produção de leite (52,3; 52,1; 53,2 kg/dia) ou leite/CMS (1,87; 1,84; 1,84). Para 35–45 kg/dia, observou-se efeito sobre ruminação (450^c, 468^b, 489^a), ruminação/refeição (47,0^b; 48,8^b; 50,4^a) e ruminação/CMS (18,9^b; 19,4^{ab}; 20,2^a), sem diferenças em CMS (24,1; 24,3; 24,5 kg/dia), produção de leite (39,9; 40,1; 40,3 kg/dia), número de refeições (9,8; 9,7; 9,6) ou CMS/refeição (2,44; 2,50; 2,52). Para <35 kg/dia, houve efeito de cluster sobre ruminação (440^c, 457^b, 477^a), CMS (22,0^b; 22,4^b; 23,0^a), produção de leite (28,6^c; 30,2^b; 31,8^a), leite/CMS (1,32^b; 1,33^b; 1,41^a), ruminação/refeição (48,1^b; 50,4^{ab}; 51,5^a) e ruminação/CMS (20,6^b; 20,9^{ab}; 21,4^a), sem diferenças em número de refeições (9,4; 9,2; 9,3) e CMS/refeição (2,40; 2,46; 2,48). Em conjunto, esses dados demonstram um potencial uso de dados de sensores para monitoramento do manejo alimentar em fazendas comerciais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPEMIG e à empresa Dairy Inside Consultoria pelo compartilhamento dos dados.

Práticas e percepções sobre o uso de ferramentas de formulação proteica em dietas de vacas em lactação no Brasil

Mapanzene Y. F. A. J¹, Rezende J. P. A¹, Souza G. M¹, Souza D. S¹, Simão S. D²,

Danes M. A. C¹

¹Departamento de Zootecnia/DZO- Universidade Federal de Lavras (UFLA) Caixa Postal
3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

²Instituto de Ciências Sociais Aplicadas (ICSA) - Universidade Federal de Alfenas Campus
Varginha

{yolanda.antonio, joao.rezende5,
gleiciele.souza3, daniela.souza6}@estudante.ufla.br; sergio.simao@unifal-
mg.edu.br; marina.danes@ufla.br

Palavras-chave: Formulação de dietas; levantamento; nutricionistas.

A proteína constitui um dos principais nutrientes para a produção de leite e manutenção da saúde de vacas em lactação, sendo um dos fatores centrais nas decisões nutricionais em sistemas leiteiros. Foi realizado um levantamento com nutricionistas que atuam em fazendas leiteiras por meio do *Google Forms*, com o objetivo de caracterizar as práticas adotadas no balanceamento de proteína em dietas de vacas em lactação. O formulário recebeu 54 respostas válidas entre o segundo e o terceiro trimestre de 2024. As análises descritivas das respostas e o Teste de Independência (Qui-quadrado) para avaliar possíveis associações entre variáveis qualitativas foram feitas no software R, considerando o nível de significância de 5%. A produção total de leite foi de 1496,2 kg/dia, com média de 27,7 kg/vaca/dia em um total de 130.962 vacas em lactação. A variável “ferramentas utilizadas pelos nutricionistas” não apresentou correlação ($P > 0,05$) com fatores como produção média de leite ($r = 0,26$; $P = 0,9600$), sistema de ordenha ($r = 0,26$; $P = 0,9600$), participação em cursos ou workshops ($r = 0,2625$; $P = 0,9600$), busca por informações sobre nutrição proteica ($r = 0,26$; $P = 0,9600$) e número de dietas formuladas ($r = 0,26$; $P = 0,9600$). No entanto, observou-se correlação significativa ($P < 0,05$) entre essa variável e o número de vacas atendidas pelos nutricionistas ($r = 0,26$; $P = 0,9600$). A produção média de leite, apresentou correlação ($P < 0,05$) com a frequência de atualização das ferramentas ($r = 0,26$; $P = 0,9600$), e com o número de dietas formuladas ($r = 0,26$; $P = 0,9600$), mas não apresentou correlação com a busca por informações sobre nutrição proteica ($r = 0,26$; $P = 0,9600$) e o número de cursos frequentados pelos nutricionistas ($r = 0,26$; $P = 0,9600$). Foi observada associação entre a ocupação dos nutricionistas (autônomo, consultor, pertencente a fábrica de ração, empresa de nutrição ou outro) e a frequência de atualização das ferramentas ($P = 0,421$). Quanto às referências proteicas nas ferramentas, as percepções variaram entre os participantes. As classificações “muito boas” foram atribuídas principalmente para o NASEM (40%) e a outras ferramentas (44%), enquanto AMTS, planilha desenvolvida pelo Prof. Marcos Neves Pereira (DZO/UFLA) e RLM, receberam proporções reduzidas (4 a 8%). Quando avaliadas como “boas”, os dados mostraram uma distribuição mais equilibrada entre NASEM (27,8%), AMTS (25%), RLM e planilha UFLA (19,4% cada), na categoria “razoáveis, prevaleceu outras ferramentas, RLM e NASEM (25% cada). As diferentes abordagens observadas na nutrição proteica indicam estratégias que podem contribuir para otimizar a eficiência produtiva em sistemas leiteiros.

Os autores agradecem o apoio financeiro das agências CAPES.

Caracterização do processamento de grãos e do uso de fontes de fibra em confinamentos de bovinos de corte no Brasil

Damasceno, P. J. S.^{1*}, Prado, R. R., Júnior, V. B., Ávila¹, S. D. L., Cunha, S. A. R.², Nascimento, P. M.², Bernardes, T. F.¹

¹Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

²Departamento de Zootecnia/DZO – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 CEP 37203-202 – Lavras, MG – Brasil

*paulo.damasceno@estudante.ufla.br

Palavras-chave: Dietas, ingredientes, levantamento, terminação.

O objetivo deste levantamento foi identificar e caracterizar as técnicas de processamento de grãos e as principais fontes de fibra adotadas nas dietas de terminação de bovinos de corte em confinamentos comerciais no Brasil. O levantamento foi conduzido *in loco*, por meio da visita a 103 confinamentos localizados em seis estados brasileiros (GO, MG, MS, MT, SP e TO), entre agosto de 2024 e setembro de 2025. A capacidade estática das operações consultadas variou de 300 a 63.000 animais. Juntas, essas operações abateram 1.522.300 animais no último ano. Durante as visitas, os ingredientes e suas inclusões nas dietas de terminação foram registrados. Os dados foram analisados para determinar a frequência de uso e a inclusão dos ingredientes nas dietas. A moagem foi a técnica de processamento de grãos predominante, utilizada em 75% dos confinamentos, em detrimento da ensilagem (25,0%). O milho consolidou-se como o principal ingrediente energético, presente em 78% das dietas, e foi observado com maior frequência moído (57%), seguido do milho reidratado e do sorgo moído, ambos com 18%. Dentre os grãos moídos, o milho e o sorgo apresentaram inclusões médias de 36% e 34% na matéria seca, com valores máximos de 80% e 77%, respectivamente. O bagaço de cana-de-açúcar foi a fonte de fibra mais observada nos confinamentos brasileiros (31%). Em seguida, destacaram-se a silagem de capim (23%), com maior utilização no TO (81% dos confinamentos), e a silagem de milho (22%), registrada principalmente em GO (46% dos confinamentos). A inclusão média das silagens de milho, de capim e do bagaço de cana foi de 18,0%, 16,3% e 9,3%, respectivamente. A silagem de espigas foi observada com menor frequência nas dietas (3,3%), mas apresentou inclusão média de 45,0%. A moagem de grãos, especialmente de milho, é a principal técnica de processamento utilizada em confinamentos brasileiros. O uso de fontes de fibra é caracterizado pela regionalização e pela forte dependência de subprodutos da agroindústria, como o bagaço de cana, e de forragens conservadas, como as silagens de milho e de capim.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da CAPES e das empresas Novonesis e Phibro.

Realização:

PRPG
Pró-reitoria de
Pós-graduação



Apoio:

