

ANAIIS DO

III Congresso Brasileiro de Agropecuária

(On-line)



RESUMOS EXPANDIDOS

REALIZAÇÃO

OMNIS
EVENTOS

EDITORA
OMNIS SCIENTIA

MEMBRO

ABEC
BRASIL
Associação Brasileira de Editores Científicos

ANAIIS DO

III Congresso Brasileiro de Agropecuária

(On-line)



RESUMOS EXPANDIDOS

REALIZAÇÃO

OMNIS
EVENTOS

EDITORA
OMNIS SCIENTIA

MEMBRO

ABEC
BRASIL
Associação Brasileira de Editores Científicos

Editora Omnis Scientia

**Anais do III Congresso Brasileiro de Agropecuária (On-line) –
Resumos Expandidos**

Volume 1

1ª Edição

RECIFE - PE

2026

ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

COORDENADORA DO EVENTO

Larisse Romero Laranjeira

COORDENADOR CIENTÍFICO

Daniel Luís Viana Cruz

COMISSÃO CIENTÍFICA

Daniel Luís Viana Cruz

Eder Ferreira de Arruda

João Bosco de Oliveira Júnior

Nhatallia Laranjeira Amorim

Nilton Eugénio Mário

Simplicio dos Santos Mota

PALESTRANTES

Alessandra Russi

Andrea Krystina Vinente Guimarães

Camila Dowe Ferreira Gusmão

Claudia Vera Jankowski

Elaine Alves dos Santos

Murilo Henrique Tank Fortunato

Roberto Giolo de Almeida

EDITORA

Editor-Chefe

Dr. Daniel Luís Viana Cruz

Conselho Editorial

Dr. Amâncio António de Sousa Carvalho – ESS-UTAD – Portugal

Dr. Cássio Brancalone – UFFS – Brasil

Dr. Marcelo Luiz Bezerra da Silva – UEPa – Brasil

Dra. Pauliana Valéria Machado Galvão – UPE – Brasil

Dr. Plínio Pereira Gomes Júnior – UFRPE – Brasil

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior – UFRPE – Brasil

Dr. Wendel José Teles Pontes – UFPE – Brasil

Editores de Área - Ciências Agrárias

Dr. Álefe Lopes Viana

Dr. Luis de Souza Freitas

Dra. Marcia Helena Niza Ramalho Sobral

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior

Assistente Editorial

Thialla Larangeira Amorim

Imagem de Capa

Canva

Edição de Arte

Vileide Vitória Larangeira Amorim

Revisão

Os autores



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição - Não Comercial - Sem Derivações 4.0 Internacional.

O conteúdo abordado nos artigos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Lumos Assessoria Editorial

C749

Congresso Brasileiro de Agropecuária (3. : 2026 : On-line).

Anais do III Congresso Brasileiro de Agropecuária :
resumos expandidos [recurso eletrônico] / coordenação
Larisse Romero Lorangeira. — 1. ed. — Recife : Omnis
Scientia, 2026.
Dados eletrônicos (pdf).

Inclui bibliografia.
ISBN 978-65-284-0616-6
DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE

1. Agropecuária – Brasil – Congressos. 2. Agricultura
sustentável. 3. Ecologia agrícola. 4. Agroindústria –
Brasil. 5. Engenharia agrícola. 6. Agronegócio.
I. Lorangeira, Larisse Romero.

CDD23: 630.2745

I-1609261

Bibliotecária: Priscila Pena Machado – CRB-7/6971

Editora Omnis Scientia

Av. República do Líbano, nº 251, Sala 2205, Torre A,
Bairro Pina, CEP 51.110-160, Recife-PE.

Telefone: +55 87 99920-5762

editoraomnisscientia.com.br

contato@editoraomnisscientia.com.br



PREFÁCIO

O III Congresso Brasileiro de Agropecuária representa um importante espaço de diálogo, intercâmbio de conhecimentos e valorização da produção científica e técnica relacionada ao setor agropecuário. Em um cenário marcado por constantes transformações econômicas, ambientais, tecnológicas e sociais, o fortalecimento da pesquisa e da disseminação do conhecimento torna-se fundamental para a construção de práticas mais eficientes, sustentáveis e inovadoras no campo. Os presentes Anais reúnem parte significativa das contribuições apresentadas durante o evento, registrando a diversidade de estudos, experiências e perspectivas compartilhadas pelos participantes.

As pesquisas e trabalhos aqui publicados refletem a amplitude e a interdisciplinaridade da agropecuária, contemplando diferentes abordagens, metodologias e realidades produtivas. A publicação destes trabalhos contribui para ampliar o acesso ao conhecimento produzido por pesquisadores, estudantes, profissionais e demais atores envolvidos com o setor, favorecendo a troca de experiências e estimulando novas discussões sobre os desafios e as oportunidades da agropecuária brasileira. Dessa forma, os Anais constituem não apenas um registro do Congresso, mas também uma fonte de consulta e referência para futuras iniciativas acadêmicas e profissionais.

Que esta publicação possa contribuir para a valorização da ciência, da inovação e da formação de profissionais comprometidos com o desenvolvimento do setor agropecuário. Espera-se que os conhecimentos aqui reunidos ultrapassem os limites do evento, promovendo novas reflexões, pesquisas, parcerias e soluções capazes de responder às demandas de uma agropecuária cada vez mais dinâmica e estratégica para o desenvolvimento do Brasil.

Dentre os excelentes trabalhos que compõem este volume, a Editora Omnis Scientia concede menção honrosa às seguintes contribuições:

- AVALIAÇÃO DA COBERTURA DE NUVENS NO MONITORAMENTO ORBITAL DE CULTURAS AGRÍCOLAS NO ESTADO DE SANTA CATARINA;
- COMPARAÇÃO DA EFICÁCIA MICROBIOLÓGICA ENTRE A PASTEURIZAÇÃO CONVENCIONAL E O TRATAMENTO POR OZÔNIO EM LEITE BOVINO;
- CRESCIMENTO INICIAL E STATUS HÍDRICO DE PLÂNTULAS DO MILHO cv. 1051 SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO EM AMBIENTE PROTEGIDO.

SUMÁRIO

ÁREA TEMÁTICA: AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ALIMENTOS SOB A PERSPECTIVA DA SUSTENTABILIDADE: UMA REVISÃO DA LITERATURA.....15

AVANÇOS E TENDÊNCIAS NO USO DE NEMATÓIDES ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE BIOLÓGICO DO TOMATEIRO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....20

DISTRIBUIÇÃO DE *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO BRASIL.....25

ATUALIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA PARA AVALIAÇÃO DO RISCO DE EXTINÇÃO DE *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo.....28

IRRADIAÇÃO E BIOINSUMOS NA PROTEÇÃO DE PLANTAS: UM MAPEAMENTO EXPLORATÓRIO DA LITERATURA.....31

ÁREA TEMÁTICA: AGROINDÚSTRIA

AGROINDUSTRIALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL NO NORDESTE BRASILEIRO À LUZ DA PERSPECTIVA CEPALINA.....38

COMPARAÇÃO DA EFICÁCIA MICROBIOLÓGICA ENTRE A PASTEURIZAÇÃO CONVENCIONAL E O TRATAMENTO POR OZÔNIO EM LEITE BOVINO.....43

ÁREA TEMÁTICA: AGRONEGÓCIO

FRANGO DE CORTE CAIPIRA: MANEJO, QUALIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA NO SISTEMA SEMI-INTENSIVO.....49

DINÂMICA DO CACAU E EMPREGO FORMAL NO PARÁ: UMA ANÁLISE INTEGRADA (2009-2025).....	53
A EVOLUÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DO AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ ENTRE 2015 E 2024.....	58
IMPOSTO SELETIVO E EXTERNALIDADES AMBIENTAIS NO AGRONEGÓCIO: PROPOSTA DE TRIBUTAÇÃO CORRETIVA GRADUADA PARA INSUMOS AGRÍCOLAS NO BRASIL.....	63
EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DO DENDÊ NO ESTADO DO PARÁ ENTRE 2000 E 2024.....	68
EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO AQUÍCOLA DE TILÁPIAS NO BRASIL ENTRE 2000 E 2024: TENDÊNCIAS, CRESCIMENTO E VARIAÇÕES PRODUTIVAS.....	73
EXPANSÃO COMERCIAL E RECONCENTRAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE TILÁPIA, 2015-2024.....	77
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA AGROPECUÁRIA: DO ADMINISTRADOR REATIVO AO LÍDER ESTRATÉGICO.....	82

ÁREA TEMÁTICA: AGRONOMIA

MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL À EROSÃO E ANTROPIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE IJUÍ - RS UTILIZANDO ÁLGEBRA DE MAPAS EM AMBIENTE SIG.....	87
ANÁLISE ESPACIAL DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO BORJA – RS.....	92
HIDROPONIA E AEROPONIA: IMPACTOS NA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS E NA AGRICULTURA FAMILIAR.....	96

IMPORTÂNCIA DA QUIMIGAÇÃO EM GRANDES CULTURAS.....	101
PRODUTOS ORBITAIS DE COBERTURA DE NUVENS COMO FERRAMENTA DE APOIO AO MONITORAMENTO PREDITIVO DE PRAGAS AGRÍCOLAS.....	106
BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA DE CEREAIS COM MICRONUTRIENTES.....	110
INTERAÇÃO ENTRE CO ₂ ELEVADO E DÉFICIT HÍDRICO EM CAFEEIROS: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE.....	115
CRESCIMENTO INICIAL E STATUS HÍDRICO DE PLÂNTULAS DO MILHO cv. 1051 SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO EM AMBIENTE PROTEGIDO.....	120
MECANISMOS DE TOLERÂNCIA À SECA EM CAFEEIROS.....	125
INDICADORES COLORIMÉTRICOS DIGITAIS PARA DISTINÇÃO DE PLÂNTULAS DO MILHO cv. 1051 ESTRESSADAS POR SAIS EM AMBIENTE PROTEGIDO.....	130
O ARMAZENAMENTO ALTERA O COMPORTAMENTO GERMINATIVO DE <i>Pilosocereus cattingicola</i> (Gürke) Byles & G. D. Rowley subsp. <i>salvadorensis</i> (Werderm.) Zappi?.....	135
ÍNDICES ESPECTRAIS E SENSORIAMENTO NO MONITORAMENTO DE ESTRESSES, NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DE HORTALIÇAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	139
RESPOSTAS HORMONAIS DAS PLANTAS AOS ESTRESSES ABIÓTICOS.....	144
MICROPROPAGAÇÃO CASEIRA DE BANANEIRA (<i>Musa</i> spp.) COM MEIO DE CULTURA ALTERNATIVO A PARTIR DE EXPLANTES DE RIZOMA E CORAÇÃO.....	149

ÁREA TEMÁTICA: ENGENHARIA AGRÍCOLA

IMPACTOS DA TEMPERATURA NA FERTIRRIGAÇÃO VIA GOTEJAMENTO.....	155
ANÁLISE DA RADIAÇÃO SOLAR MODIS (MCD1801) NA CULTURA DO ARROZ NO ESTADO DE SANTA CATARINA.....	160
IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM HORTALIÇAS FOLHOSAS.....	165
VIABILIDADE ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO VIA PIVÔ CENTRAL NA CULTURA DA SOJA.....	170
AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DA MOBILIDADE E MECANISMOS DE RETENÇÃO DE PESTICIDAS EM SEDIMENTOS ALUVIAIS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES REDOX.....	175
AVALIAÇÃO DA COBERTURA DE NUVENS NO MONITORAMENTO ORBITAL DE CULTURAS AGRÍCOLAS NO ESTADO DE SANTA CATARINA.....	179
CARACTERÍSTICAS DO SOLO E RELEVO DOS CAMPOS NATIVOS DO PLANALTO SUL CATARINENSE.....	183

ÁREA TEMÁTICA: PECUÁRIA

SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE BOVINOS NELORE NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: MANEJO, BIOTECNOLOGIA E GESTÃO.....	189
PASTEJO DE ULTRA ALTA DENSIDADE EM BOVINOS: DEFINIÇÕES E RESULTADOS MEDIDOS.....	192
SUPLEMENTAÇÃO ESTRATÉGICA E TAXA DE LOTAÇÃO EM BOVINOS: A EVIDÊNCIA EXPERIMENTAL DA INTERAÇÃO.....	196

ÁREA TEMÁTICA: SEGURANÇA ALIMENTAR

EFICIÊNCIA DA HIGIENIZAÇÃO DE CUBAS DE INOX UTILIZADAS PARA ARMAZENAMENTO DE ALIMENTOS EM UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO INSTITUCIONAL.....	202
--	-----

ÁREA TEMÁTICA: TECNOLOGIA E PRODUÇÃO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TÉRMICA DA BIOMASSA DE TUCUMÃ (<i>Astrocaryum tucuma</i>) PARA APLICAÇÃO COMO PRECURSOR DE SUPERCAPACITORES.....	208
--	-----

CONCENTRAÇÃO ESPACIAL E REORGANIZAÇÃO TERRITORIAL DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA NO BRASIL ENTRE 2013 E 2024.....	212
---	-----

EXPANSÃO E CONCENTRAÇÃO TERRITORIAL DA CARCINICULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO ENTRE 2013 E 2024.....	217
---	-----

AS JANELAS DE DOSE DAS APLICAÇÕES AGROPECUÁRIAS DA RADIAÇÃO IONIZANTE EM UM ÚNICO EIXO.....	222
---	-----

PREDIÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL EM MILHO VIA FUSÃO DE DADOS ESPECTRAIS NIR E FÍSICO-QUÍMICOS.....	227
--	-----

ÁREA TEMÁTICA: OUTRAS

CALIBRAÇÃO PRELIMINAR DE MODELO PARA ESTIMATIVA DE BIOMASSA COM IMAGENS HLS E NDVI: DESAFIOS METODOLÓGICOS E PERSPECTIVAS.....	232
--	-----

VIGOR VEGETATIVO DE PASTAGENS NATIVAS NO PLANALTO SUL CATARINENSE: SUBSÍDIOS PARA A ESTIMATIVA DE CARBONO.....	237
--	-----

MANEJO ALIMENTAR NA PISCICULTURA: ESTRATÉGIAS PARA EFICIÊNCIA PRODUTIVA E REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS.....	242
--	-----

PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E SIMBIÓTICOS NA PISCICULTURA: ESTRATÉGIAS PARA A SAÚDE E O DESEMPENHO DOS PEIXES.....	246
TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS NA PISCICULTURA: PRINCÍPIOS, APLICAÇÕES E CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE.....	251
ANÁLISE DA CONDENAÇÃO DE CARCAÇA BOVINA EM FRIGORÍFICOS DA REGIÃO SUDESTE REGISTRADOS NO SERVIÇO DE INSPEÇÃO FEDERAL ENTRE 2021 E 2026.....	256
CUSTO COMO FATOR NA ESCOLHA DA ALIMENTAÇÃO DE CÃES ADULTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA.....	260
ANOTAÇÃO DE COMPOSTOS PRODUZIDOS POR FUNGOS ENDOFÍTICOS DE <i>Cochlospermum regium</i> VIA REDES MOLECULARES.....	265

ÁREA TEMÁTICA: AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

PRODUÇÃO ORGÂNICA DE ALIMENTOS SOB A PERSPECTIVA DA SUSTENTABILIDADE: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Jaqueline Machado Soares¹; Daiana Novello².

¹Graduação em andamento em Ciências Biológicas (Centro Universitário Integrado).

Graduação em Nutrição e Doutorado em Desenvolvimento Comunitário (Universidade Estadual do Centro-Oeste).

²Graduação em Nutrição (Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul).

Doutorado em Tecnologia de Alimentos (Universidade Estadual de Campinas). Professora e Orientadora no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Comunitário (Universidade Estadual do Centro-Oeste).

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura orgânica. Sustentabilidade. Agricultura familiar.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável.

INTRODUÇÃO

A produção de alimentos orgânicos tem se consolidado como uma alternativa sustentável frente aos modelos convencionais de agricultura, especialmente diante dos desafios globais relacionados à segurança alimentar, degradação ambiental e desigualdades socioeconômicas no meio rural (DAVID et al., 2021; SILVA et al., 2021). Ao restringir o uso de insumos sintéticos e priorizar práticas de manejo de menor impacto ambiental, o sistema orgânico promove práticas mais ecológicas, ao mesmo tempo em que estimula circuitos curtos de comercialização e valoriza a agricultura familiar. No entanto, sua expansão ainda enfrenta barreiras, como os custos de certificação, a menor produtividade inicial e a limitação de acesso a mercados (QUARTEY et al., 2021; ABEBE et al., 2022).

A análise da sustentabilidade na produção de alimentos orgânicos requer uma abordagem integrada, que considere simultaneamente os impactos ambientais, sociais e econômicos desse sistema produtivo. No campo ambiental, destacam-se aspectos como o uso racional de recursos naturais, a redução das emissões de gases de efeito estufa e o manejo adequado de resíduos. No âmbito social, é fundamental considerar as condições de trabalho dos agricultores, sua saúde e o fortalecimento dos laços com a comunidade. Já na dimensão econômica, entram em pauta a viabilidade financeira, o acesso a mercados e os custos envolvidos na adoção de práticas sustentáveis (DAVID et al., 2021; WATANABE et al., 2023; RAMAMOORTHY et al., 2024).

OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo analisar os principais impactos ambientais, sociais e econômicos associados à produção de alimentos orgânicos, com base na revisão de artigos da literatura recente.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão bibliográfica exploratória, de natureza básica, fundamentada na leitura e análise de artigos científicos publicados nos últimos cinco anos sobre a sustentabilidade na produção de alimentos orgânicos.

Os artigos foram consultados no Portal de Periódicos CAPES e selecionados com base no seguinte critério: abordar pelo menos uma das dimensões da sustentabilidade — ambiental, social e econômica. Foram priorizadas publicações relacionadas aos seguintes aspectos: uso de recursos naturais (água, energia e matérias-primas), emissões de gases de efeito estufa, geração de resíduos, condições de trabalho e vínculo comunitário, custos e benefícios das práticas sustentáveis, além da identificação de desafios e oportunidades relacionados à produção orgânica.

Os dados dos estudos selecionados foram analisados de forma qualitativa e descritiva, sendo organizados e discutidos de acordo com os eixos da sustentabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sustentabilidade ambiental

Os estudos analisados mostram diferentes contribuições da produção orgânica para a redução dos impactos ambientais. Hume (2022) destacou o aproveitamento da água da chuva na agricultura urbana, com redução de até 50% no consumo de água potável. Em relação ao solo, Liu et al. (2024) observaram melhora na qualidade e na atividade microbiana com a substituição de fertilizantes químicos por esterco.

Resultados relacionados às emissões e ao aproveitamento de resíduos também foram encontrados. Lazzerini et al. (2022) observaram redução média de 13% nas emissões de CO₂ equivalente em viveiros orgânicos, além de maior sequestro de carbono no solo. Já Ramamoorthy et al. (2024) demonstraram que resíduos vegetais podem ser utilizados na produção de fertilizantes orgânicos, reduzindo o descarte e permitindo seu retorno ao processo produtivo. Essa forma de reaproveitamento aproxima a produção orgânica de práticas de economia circular.

No controle de pragas, Burtscher-Schaden et al. (2022) verificaram menor toxicidade e impacto ambiental dos pesticidas permitidos na agricultura orgânica em comparação aos convencionais. Entretanto, os autores ressaltam que sua eficácia depende de práticas como rotação de culturas e controle biológico integrado, indicando uma limitação do uso isolado

desses produtos.

Sustentabilidade social

Na dimensão social, a agricultura familiar aparece com destaque. Silva et al. (2021) observaram que a comercialização direta em feiras orgânicas aumentou a renda de pequenos produtores e fortaleceu a segurança alimentar nas comunidades estudadas. A venda direta também reduz a distância entre produtor e consumidor, fortalecendo os circuitos locais de comercialização.

A saúde dos trabalhadores é outro aspecto relacionado à produção orgânica. David et al. (2021) identificaram melhores condições de saúde física e mental entre agricultores orgânicos, associadas à menor exposição a substâncias tóxicas. Por outro lado, a elevada carga de trabalho e as dificuldades financeiras durante a transição para esse sistema permanecem como problemas para os produtores.

As dificuldades também envolvem a inserção no mercado. Quartey et al. (2021) apontaram os custos da certificação e a complexidade dos requisitos técnicos como barreiras para pequenos produtores acessarem mercados formais e internacionais. Assim, embora a produção orgânica possa favorecer a agricultura familiar, essas barreiras podem limitar a participação justamente dos produtores com menos recursos.

Sustentabilidade econômica

Os resultados relacionados à dimensão econômica apresentam benefícios e limitações. Abebe et al. (2022) e Lee et al. (2021) apontaram viabilidade financeira da produção orgânica de hortaliças, especialmente tomates, a longo prazo. Porém, custos de certificação e dificuldades logísticas ainda interferem na rentabilidade e na expansão desse tipo de produção.

Outro ponto importante é o preço dos alimentos orgânicos, que pode limitar o acesso dos consumidores. Watanabe et al. (2023) observaram que 75% dos consumidores brasileiros avaliados preferiam alimentos orgânicos, mas somente 40% estavam dispostos a pagar entre 1% e 10% a mais por eles. O resultado mostra uma diferença entre o interesse pelo produto e a disposição em assumir seu maior custo.

Nesse cenário, o preço representa um desafio para os dois lados da cadeia: o produtor precisa cobrir custos maiores de produção, certificação e logística, enquanto parte dos consumidores apresenta resistência em pagar valores adicionais. Uma possibilidade encontrada na literatura para reduzir custos é o aproveitamento de resíduos na produção de fertilizantes orgânicos, apresentado por Ramamoorthy et al. (2024), que permite utilizar materiais disponíveis no próprio processo produtivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos analisados, a produção de alimentos orgânicos apresenta benefícios ambientais, sociais e econômicos. Entre eles estão a redução de alguns impactos ambientais, melhores condições de saúde para os agricultores e a valorização da agricultura familiar. Os estudos também mostram que a produção orgânica pode ser economicamente viável, embora ainda existam dificuldades relacionadas aos custos de produção, certificação e comercialização. Essas dificuldades podem limitar o crescimento da produção orgânica, principalmente entre os pequenos produtores. Nesse sentido, o acesso à assistência técnica, ao crédito e a formas mais acessíveis de certificação pode contribuir para o desenvolvimento do setor e facilitar a chegada desses alimentos a um número maior de consumidores.

Ainda são necessários mais estudos que avaliem a produção orgânica em diferentes regiões e realidades, considerando seus benefícios e suas limitações. Essas pesquisas podem ajudar a entender melhor quais práticas e formas de incentivo apresentam melhores resultados para produtores e consumidores.

REFERÊNCIAS

- ABEBE, G. K.; TRABOULSI, A.; AOUN, M. Performance of organic farming in developing countries: a case of organic tomato value chain in Lebanon. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 37, p. 217–226, 2022.
- BURTSCHER-SCHADEN, H.; DURSTBERGER, T.; ZALLER, J. G. Toxicological comparison of pesticide active substances approved for conventional vs. organic agriculture in Europe. **Toxics**, v. 10, n. 12, p. 753-768, 2022.
- DAVID, L.; DAMBRUN, M.; HARRINGTON, R.; STREITH, M.; MICHAUD, A. Psychological and physical health of organic and conventional farmers: A review. **Sustainability**, v. 13, n. 20, p. 11384-11402, 2021.
- HUME, I. V.; SUMMERS, D. M.; CAVAGNARO, T. R. Lawn with a side salad: rainwater harvesting for self-sufficiency through urban agriculture. **Sustainable Cities and Society**, v. 87, p. 104249-104264, 2022.
- LAZZERINI, G.; MANZINI, J.; LUCCHETTI, S.; NIN, S.; NICESE, F. P. Greenhouse gas emissions and carbon sequestration from conventional and organic olive tree nurseries in Tuscany, Italy. **Sustainability**, v. 14, n. 24, p. 16526, 2022.
- LEE, M. F.; HEIDT, T. V. D.; BRADBURY, J. F.; GRACE, S. How much more to pay? A study of retail prices of organic versus conventional vegetarian foods in an Australian regional area. **Journal of Food Distribution Research**, v. 52, n. 3, p. 46-62, 2021.
- LIU, Y.; WANG, P.; YU, T.; ZANG, H.; ZENG, Z.; YANG, Y. Manure replacement of chemical fertilizers can improve soil quality in the wheat-maize system. **Applied Soil Ecology**, v. 200,

p. 105453, 2024.

QUARTEY, C. L. N. K.; MENSAH, J. O.; NIMOH, F.; ADAMS, F.; ETUAH, S. Choice of certification schemes by smallholder pineapple farmers in Ghana: analysis of constraints and determinants of adoption. **Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies**, v. 13, n. 1, p. 141-155, 2021.

RAMAMOORTHY, K.; DHANRAJ, R.; VIJAYAKUMAR, N.; MA, Y.; OBAID, S.A.; NARAYANAN, M. Vegetable and fruit wastes: valuable source for organic fertilizer for effective growth of short-term crops: *Solanum lycopersicum* and *Capsicum annum*. **Environmental Research**, v. 251, p. 118727, 2024.

SILVA, B. M.; SILVA, D. F.; SILVA, L. G. F.; SILVA, D. C. C. Agricultura familiar e produção orgânica: estudo de caso da Associação de Orgânicos do Tapajós. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 6, n. especial 16, p. 155-161, 2021.

WATANABE, E. A. M.; ALFINITO, S.; BRANCO, T. V. C.; RAPOSO, C. F.; BARROS, M. A. The consumption of fresh organic food: premium pricing and the predictors of willingness to pay. **Journal of Food Products Marketing**, v. 29, n. 2-3, p. 41-55, 2023.

AVANÇOS E TENDÊNCIAS NO USO DE NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS NO CONTROLE BIOLÓGICO DO TOMATEIRO: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Augusto Yann Cordeiro Freire¹.

¹Universidade federal do vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE.

<http://lattes.cnpq.br/7426964144962934>

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico. Tomate. *Tuta absoluta*.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura sustentável.

INTRODUÇÃO

O controle biológico entende-se como um conjunto de estratégias destinadas ao manejo de pragas por meio do uso de organismos vivos, reduzindo ou substituindo a necessidade de produtos químicos. Entre os principais agentes utilizados estão insetos predadores e parasitóides, fungos, bactérias e vírus. Entretanto, uma vertente que merece maior destaque é o uso de nematoides entomopatogênicos que são capazes de combater pragas do solo ou em ambientes crípticos, essa habilidade destaca o seu potencial de aplicação, uso uma vez que os inseticidas químicos falham ao combater as pragas nesses habitats (Garcia-del-pino; Morton; Shapiro-ilan, 2018). Nesse sentido, uma vertente dos estudos sobre nematoides entomopatogênicos volta-se ao manejo do do tomateiro (*Solanum lycopersicum*), que por sua vez é caracterizado pela necessidade constante de monitoramento, devido ao ataque de diversas pragas e em diferentes locais da planta, sendo o controle biológico uma alternativa que equilibre a eficácia com a sustentabilidade, ao combater as pragas-alvo e reduzir a utilização em excesso de inseticidas químicos (Lahiri; Orr, 2018).

OBJETIVO

Investigar a produção científica em volta do uso de nematoides entomopatogênicos no tomateiro, caracterizando os principais anos de produção científica, agrupamentos temáticos (clusters) e coautoria.

METODOLOGIA

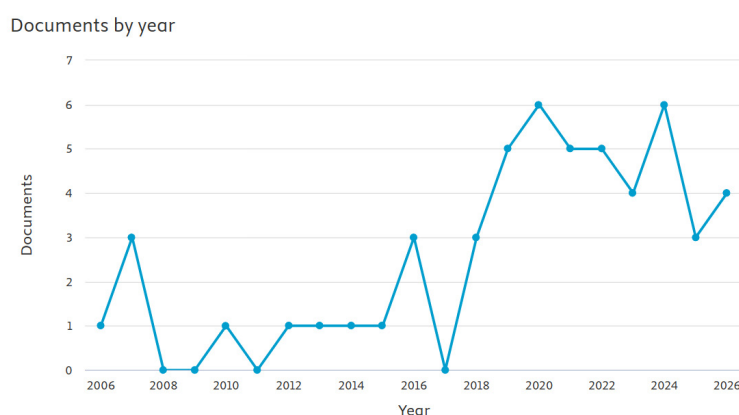
O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem quantitativa, de natureza básica, com objetivos exploratórios e descritivos, desenvolvida por meio de pesquisa

bibliográfica e documental, utilizando técnicas de análise bibliométrica, em que foi realizada com base em dados extraídos da base Scopus, através da string de busca: TITLE-ABS-KEY ((“entomopathogenic nematode*”) AND (Steinernema OR Heterorhabditis) AND (tomato OR “Solanum lycopersicum”) AND (“biological control” OR biocontrol)). A busca resultou na recuperação de 62 documentos, sendo posteriormente selecionadas as publicações compreendidas no período de 2005 a 2026 (Agosto), resultando em 53 documentos. Os dados foram exportados da Scopus no formato CSV, incluindo as seguintes informações: título dos trabalhos, nomes dos autores, palavras-chave atribuídas pelos autores, afiliações institucionais, países de origem, ano de publicação, nome da fonte (periódico) e número de citações. As análises foram realizadas utilizando o software VOSviewer. A primeira análise consistiu na coocorrência de palavras-chave, com o objetivo de identificar os principais termos e tendências temáticas da área. Em seguida, realizou-se a análise de coautoria, onde foram considerados dois níveis: autores e países.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a distribuição temporal de publicações sobre a janela temporal de 2005-2026 (Figura 1), nota-se uma fragmentação em dois períodos temporais. O primeiro referente aos anos de 2005 a 2017 é caracterizado pela baixa produção científica em torno do tema, apresentando um pico de 3 trabalhos por ano, nos anos de 2007 e 2016. Essa fragmentação também é composta por anos em que a produção científica foi nula, referente aos anos de 2005, 2008, 2009, 2011 e 2017. A segunda fragmentação compreende os anos de 2018 a agosto de 2026, e destaca uma mudança no comportamento da produção, com aumento no número de documentos publicados, contendo um pico de 6 trabalhos nos anos de 2020 e 2024. Outro ponto volta-se ao ano de 2026, em que apenas em oito meses já foi superado os números máximos de produção nos anos classificados como picos na primeira fragmentação.

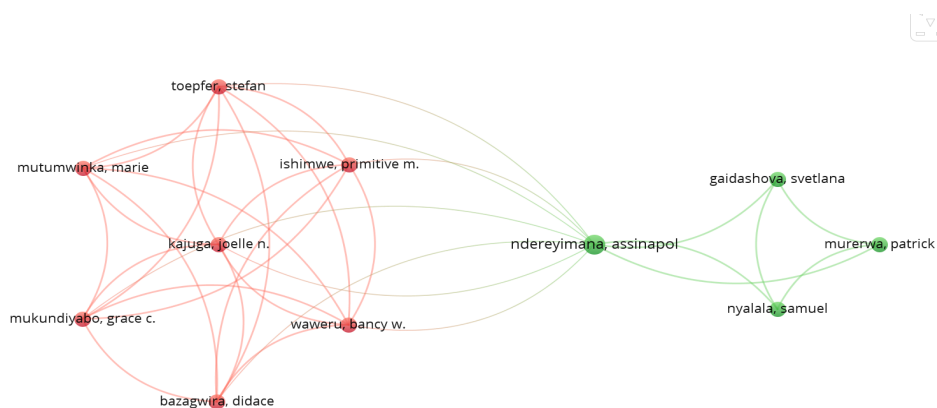
Figura 1: Distribuição temporal de publicações.



Fonte: Scopus, 2026.

A análise da rede de coautoria entre autores evidencia a formação de dois principais agrupamentos, representados pelos clusters. O cluster em vermelho, apresenta maior densidade de conexão entre os autores (7 autores ao total), o que indica uma colaboração mais intensa entre seus integrantes. O segundo agrupamento, em verde, apresenta um menor número de pesquisadores (4 ao todo), porém, observa-se que o pesquisador Ndereyimana é representado como um elo central, uma vez que apresenta relações com pesquisadores de ambos os clusters, sugerindo a ele a função de intermediação entre diferentes núcleos de colaboração científica.

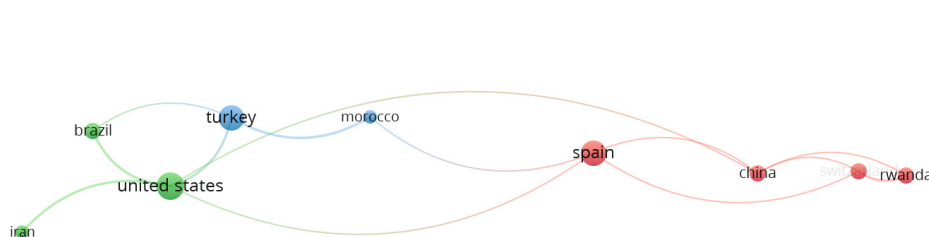
Figura 2: Coautoria entre autores.



Fonte: VOSviewer, 2026.

A análise de coautoria entre países destaca três agrupamentos (clusters), representados por cores (vermelho, azul e verde). Entre os países representados os Estados Unidos representa o elo central, uma vez que estabelece comunicação com os países dos demais clusters, como Turquia (cluster azul), China e Espanha (cluster vermelho). A rede de coautoria demonstra a existência de colaboração científica internacional, embora a rede ainda permaneça limitada a determinados países e núcleos de pesquisa.

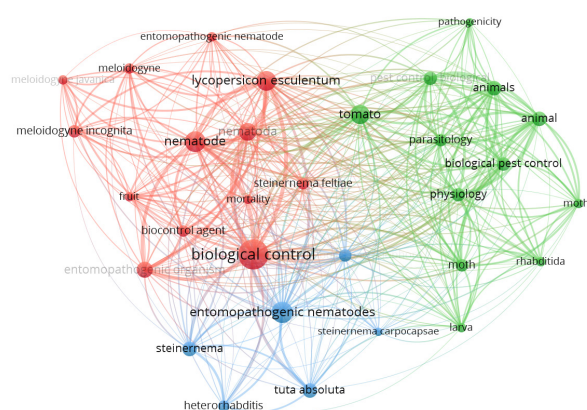
Figura 3: Coautoria entre países.



Fonte: VOSviewer, 2026.

Ao analisar a coocorrência de palavras-chave foi possível identificar três principais agrupamentos temáticos, representados em vermelho, azul e verde. O cluster representado em vermelho concentra três elos principais, uma vez que compreende os termos “biological control”, “lycopersicon esculentum” e “nematode”, que apresentam conexões com os demais clusters. Esse cluster (vermelho) pode ser compreendido como o agrupamento temático relacionado ao controle biológico e a aplicação de nematoides como agentes de biocontrole no tomateiro, representando a estrutura base da pesquisa. O segundo cluster, em verde, está associado principalmente a termos que envolvem a patogenicidade, parasitismo e controle de insetos, representando uma vertente mais voltada à interação entre nematoides e seus hospedeiros. Por fim, o cluster em azul representa a maior proximidade com o núcleo específico dos nematoides entomopatogênicos, uma vez que equilibra em seu agrupamento termos relacionados aos gêneros e espécie dos nematoides entomopatogênicos, além de compreender a principal praga (*Tuta absoluta*) de interesse científico em torno de sua aplicação.

Figura 4: Coocorrência de palavras-chave.



Fonte: VOSviewer, 2026.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atual pesquisa destaca a constante expansão na produção científica relacionada ao uso de nematoides entomopatogênicos no controle de pragas do tomateiro e em paralelo é destacado agrupamentos de pesquisas bem definidos, assim como as conexões de coautoria. Entretanto, recomenda-se o maior aprofundamento em estudos que explorem outras variáveis, como condições ambientais e eficiência em campo, visando a ampliação e diversificação do tema.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

GARCIA-DEL-PINO, Fernando; MORTON, Ana; SHAPIRO-ILAN, David. Chapter 12 – Entomopathogenic nematodes as biological control agents of tomato pests. In: WAKIL, Waqas; BRUST, Gerald E.; PERRING, Thomas M. (org.). **Sustainable management of arthropod pests of tomato**. San Diego: Academic Press, 2018. p. 269-282. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802441-6.00012-7>.

LAHIRI, Sriyanka; ORR, David. Chapter 11 – Biological control in tomato production systems: theory and practice. In: WAKIL, Waqas; BRUST, Gerald E.; PERRING, Thomas M. (org.). **Sustainable management of arthropod pests of tomato**. San Diego: Academic Press, 2018. p. 253-267. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802441-6.00011-5>.

DISTRIBUIÇÃO DE *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO BRASIL

Ellen Carvalho Peixoto-Santana¹.

¹Universidade Federal de Sergipe (UFS), Itabaiana, Sergipe.

<http://lattes.cnpq.br/1502722828578041>

PALAVRAS-CHAVE: Cactaceae. Conservação. Extinção.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável.

INSTITUIÇÃO DE FOMENTO: Capes.

INTRODUÇÃO

Entender sobre as condições ambientais onde uma determinada espécie está inserida é importante para conhecer as suas tolerâncias e necessidades (Peroni e Hernández, 2011). Essas condições podem influenciar todos os atributos de uma espécie, além de serem capazes de limitar a sua distribuição (Ricklefs, 2010). Um dos fatores que contribuem para a distribuição das espécies vegetais é o solo, que fornece nutrientes essenciais, como o nitrogênio, para o desenvolvimento das plantas (Peroni e Hernández, 2011). Além disso, o clima também exerce forte influência, sendo capaz de alterar a riqueza e a composição de espécies (Almeida, Almeida e Fabricante, 2021).

A família Cactaceae possui mais de 1.500 espécies, cujos representantes apresentam adaptações que possibilitam sua sobrevivência e reprodução em condições de limitação hídrica (Flora e Funga do Brasil, 2026; Gomes, 2014). As espécies possuem grande importância na medicina, ornamentação, culinária e como forragem (Bravo Filho et al., 2018). A espécie *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo é nativa e endêmica do Brasil, com ocorrência confirmada apenas nos estados da Bahia e de Minas Gerais (Zappi et al., 2015). Além de sua importância ornamental, a espécie apresenta elevado interesse para a conservação, tendo sido classificada como “Criticamente em Perigo” (CR) em 2012 (Kutschenko e Moraes, 2012).

OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a distribuição de *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo em relação às condições de bioma, clima e solo no Brasil.

METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, foram obtidos pontos de ocorrência da espécie nas bases de dados on-line GBIF e SpeciesLink. Os dados provenientes das duas bases foram reunidos em uma única planilha, sendo posteriormente removidos os registros duplicados e aqueles que apresentavam coordenadas geográficas incompletas.

A tabela contendo os dados de ocorrência e as camadas temáticas do IBGE com as delimitações dos biomas, climas e solos do Brasil foram importadas para o software QGIS 3.18.3, no qual foram realizadas as sobreposições espaciais. A sobreposição dos pontos de ocorrência às camadas temáticas permitiu determinar o número de registros associado a cada condição ambiental analisada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos 45 pontos da espécie antes da limpeza dos dados, reduzindo para 12 após a remoção dos registros duplicados e pontos incompletos. Para os biomas, todos os registros analisados ocorreram no domínio da Mata Atlântica, evidenciando uma distribuição conhecida restrita quanto a esse fator ambiental. Esse resultado é compatível com o padrão de distribuição concentrada relatado para a espécie por Oliveira et al. (2007).

Com relação aos tipos de clima, foram nove registros no As (tropical com verão seco) (75%) e três registros no Cfa (subtropical úmido com verão quente) (25%). A predominância no clima As indica maior concentração dos registros analisados em áreas de clima tropical com verão seco. Esse padrão é compatível com características apresentadas por representantes de Cactaceae relacionadas à ocorrência em ambientes submetidos a limitações hídricas (Gomes, 2014).

Para os solos, foram registrados oito pontos em Latossolo Amarelo Distrófico (66,67%), três em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (25%) e um em Argilossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (8,33%). Assim, 91,67% dos registros analisados estiveram associados a Latossolos, evidenciando uma maior concentração espacial das ocorrências nesse grupo de solos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os registros analisados de *Melocactus conoideus* apresentaram distribuição ambiental restrita, ocorrendo exclusivamente no domínio da Mata Atlântica e concentrando-se principalmente em áreas de clima tropical com verão seco e em Latossolos. Considerando a distribuição restrita observada e o estado de conservação da espécie, os resultados reforçam a importância do conhecimento das condições ambientais associadas à sua ocorrência para subsidiar estratégias de conservação.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, T. S.; ALMEIDA, R. P. S.; FABRICANTE, J. R. Variáveis climáticas influenciam a riqueza, composição e distribuição de plantas exóticas invasoras? **Scientia Plena**, v. 17, n. 7, 072401, 2021. DOI: 10.14808/sci.plena.2021.072401.
- BRAVO FILHO, Eronides Soares; SANTANA, Marlucia Cruz; SANTOS, Paulo Augusto Almeida; RIBEIRO, Adauto de Souza. Levantamento etnobotânico da família Cactaceae no estado de Sergipe. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 41–53, 2018. DOI: 10.5935/2446-4775.20180005.
- CACTACEAE. In: **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, [s.d.]. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/consulta/ficha.html?idDadosListaBrasil=70>. Acesso em: 20 ago. 2026.
- GOMES, Guilherme Renato. Família Cactaceae: breve revisão sobre sua descrição e importância. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, 2. ed., set. 2014.
- KUTSCHENKO, Danielli Cristina; MORAES, Miguel d'Avila de. *Melocactus conoideus* (Cactaceae). In: **Lista Vermelha da Flora Brasileira**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Conservação da Flora; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2012.
- OLIVEIRA, H. M. F.; BRITO, K. S.; MORAIS, C. G.; MELO, J. R.; CORRÊA, M. M.; SÁ-NETO, R. J. Padrão de distribuição espacial de *Melocactus conoideus* (Cactaceae) no Parque Municipal Serra do Periperi, Vitória da Conquista, Bahia. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. Caxambu, MG, 2007.
- PERONI, Nivaldo; HERNÁNDEZ, Malva Isabel Medina. **Ecologia de populações e comunidades**. Florianópolis: CCB/EAD/UFSC, 2011. 219 p.
- RICKLEFS, Robert E. **A economia da natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 546 p.
- ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; SANTOS, M. R.; LAROCCA, J. Cactaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/consulta/ficha.html?idDadosListaBrasil=1627>. Acesso em: 20 ago. 2026.

ATUALIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA PARA AVALIAÇÃO DO RISCO DE RISCO DE EXTINÇÃO DE *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo

Ellen Carvalho Peixoto-Santana¹.

¹Universidade Federal de Sergipe (UFS), Itabaiana, Sergipe.

<http://lattes.cnpq.br/1502722828578041>

PALAVRAS-CHAVE: Cactaceae. Em Perigo. Ocorrência.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura sustentável.

INSTITUIÇÃO DE FOMENTO: Capes.

INTRODUÇÃO

A perda da biodiversidade resulta tanto de processos naturais quanto, sobretudo, de pressões antrópicas. O desmatamento, as queimadas e as mudanças climáticas estão entre os fatores que contribuem diretamente para o declínio da biodiversidade, com repercussões também sobre a saúde global (Brasil, 2025). A perda de espécies e da diversidade genética compromete a estabilidade e o funcionamento dos ecossistemas (Araújo et al., 2026).

A família Cactaceae apresenta ampla distribuição no Brasil e reúne espécies de relevância ecológica, cultural e medicinal (Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2026; Dantas e Oliveira, 2019). Entre seus representantes, *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo é uma espécie endêmica do Brasil, com ocorrência registrada nos estados da Bahia e de Minas Gerais, associada aos domínios da Caatinga e do Cerrado (Zappi et al., 2015). Em razão de sua distribuição restrita e das pressões incidentes sobre suas áreas de ocorrência, a atualização das informações sobre sua distribuição geográfica é relevante para subsidiar avaliações do seu estado de conservação.

OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo atualizar os parâmetros de distribuição geográfica utilizados na avaliação do risco de extinção de *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo no Brasil.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo quantitativo, de natureza aplicada, caráter descritivo e procedimento documental, baseado em registros georreferenciados de ocorrência. Os dados de *Melocactus conoideus* foram obtidos nas bases on-line GBIF (2026) e SpeciesLink (2026). Os registros foram reunidos em uma única tabela e submetidos à limpeza, com remoção de duplicatas, registros sem coordenadas geográficas e coordenadas inconsistentes.

Após a depuração, os registros válidos foram analisados no software GeoCAT para estimativa da Extensão da Ocorrência (EOO) e da Área de Ocupação (AOO), parâmetros empregados no critério B da IUCN (IUCN, 2024). A EOO foi estimada pelo menor polígono convexo envolvendo os registros de ocorrência, enquanto a AOO foi calculada com células de 2×2 km, correspondentes a 4 km^2 , contabilizando-se as células ocupadas pela espécie. Os resultados foram comparados com a avaliação de risco publicada em 2012, considerando-se também ameaças documentadas para as áreas de ocorrência da espécie.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos 12 registros de ocorrência de *Melocactus conoideus* após a limpeza dos dados. A análise no GeoCAT resultou em uma Extensão da Ocorrência (EOO) de $9.341,115 \text{ km}^2$ e uma Área de Ocupação (AOO) de 40 km^2 . Considerando isoladamente os limiares geográficos do critério B da IUCN, a EOO corresponde ao limiar de “Vulnerável” (VU), enquanto a AOO corresponde ao limiar de “Em Perigo” (EN). Na avaliação realizada em 2012, a espécie foi classificada como “Criticamente em Perigo” (CR), pelo critério B1ab(i,ii,iii)+2ab(i,ii,iii), apresentando EOO de 0 km^2 e AOO de 4 km^2 .

Os valores obtidos neste estudo demonstram uma ampliação da distribuição geográfica conhecida da espécie em relação aos dados utilizados na avaliação anterior. Entretanto, esse aumento não representa necessariamente uma expansão real da espécie ou redução do risco de extinção, uma vez que a definição da categoria pelo critério B também depende da avaliação dos demais subcritérios estabelecidos pela IUCN. Além disso, permanecem ameaças às áreas de ocorrência da espécie, como expansão da fronteira agrícola, queimadas e mineração, que podem promover perda e degradação do habitat (Silva et al., 2019; Rezende, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atualização dos registros de ocorrência de *Melocactus conoideus* resultou em valores de EOO e AOO superiores aos utilizados na avaliação de 2012. Considerados isoladamente, os valores atuais correspondem aos limiares de VU para EOO e EN para AOO. Entretanto, esses parâmetros não são suficientes para estabelecer uma nova categoria de ameaça sem a avaliação dos demais subcritérios do critério B. Diante da distribuição restrita e das ameaças existentes em suas áreas de ocorrência, recomenda-

se o monitoramento das populações e a realização de avaliações periódicas do estado de conservação da espécie.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. R.; FURTADO, M. A. S.; FARIA, R. S.; MALOSSO, M. G.; MALOSSO, T. G. Consequências da perda da biodiversidade nos ecossistemas: a extinção de espécies e o desequilíbrio ecológico como impactos ambientais. **Revista Tópicos**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 34, p. 1–33, 2026. DOI: 10.70773/revistatopicos/781645449.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Biodiversidade, mudanças climáticas e saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/u/uma-so-saude/biodiversidade?> Acesso em: 21 ago. 2026.

DANTAS, Janilo Italo Melo; OLIVEIRA, Maria Gisely Barbosa. Versatilidade no uso medicinal de mandacaru (*Cereus jamacaru*) Cactaceae. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 2, p. 384–392, 2019. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v4i2.737.

GBIF. **GBIF Home Page**. Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility, 2026. Disponível em: <https://www.gbif.org/?> Acesso em: 21 ago. 2026.

IUCN STANDARDS AND PETITIONS COMMITTEE. **Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria**. Version 16. 2024. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/resources/redlistguidelines?> Acesso em: 21 ago. 2026.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Cactaceae. In: **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2026. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/consulta/ficha.html?idDadosListaBrasil=70&>. Acesso em: 21 ago. 2026.

REZENDE, Vanessa Leite. A mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 375–384, 2016. DOI: 10.1590/1982-451320160304.

SILVA, Andréa Leme da; SOUZA, Cláudia de; ELOY, Ludivine; PASSOS, Carlos José Sousa. Políticas ambientais seletivas e expansão da fronteira agrícola no Cerrado: impactos sobre as comunidades locais numa unidade de conservação no oeste da Bahia. **Revista NERA**, v. 22, n. 47, p. 321–347, 2019. DOI: 10.47946/rnera.v0i47.6274.

SPECIESLINK. **speciesLink network**. 2026. Disponível em: <https://specieslink.net/?> Acesso em: 21 ago. 2026.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; SANTOS, M. R.; LAROCCA, J. Cactaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB1566?> Acesso em: 21 ago. 2026.

IRRADIAÇÃO E BIOINSUMOS NA PROTEÇÃO DE PLANTAS: UM MAPEAMENTO EXPLORATÓRIO DA LITERATURA

Greissi Tente Giraldi¹; Luis Felipe Medeiro Alves²; Elaine Fernanda dos Santos³.

¹Centro Universitário Internacional (Uninter), Curitiba, PR.

<http://lattes.cnpq.br/5917356069351284>

²Universidade de São Paulo (USP/IPEN) e Centro Universitário Internacional (Uninter), São Paulo, SP.

<http://lattes.cnpq.br/8154557253212194>

³Formédica, Curitiba, PR.

<http://lattes.cnpq.br/9833541834599924>

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico. Hormese. Metabolismo secundário.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável.

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/12

INTRODUÇÃO

A busca por sistemas agrícolas mais sustentáveis tem impulsionado estratégias capazes de reduzir a dependência de insumos químicos convencionais sem comprometer o manejo fitossanitário. Nesse contexto, destacam-se os bioinsumos, que incluem agentes microbianos utilizados no controle de pragas e doenças e produtos naturais de origem vegetal, como os óleos essenciais, cujos metabólitos secundários podem apresentar atividades antimicrobiana e antioxidante (ZANTAR et al., 2015; EL-DESOUKY IBRAHIM; AHMED, 2026). Paralelamente, a radiação ionizante vem sendo investigada como ferramenta para o aprimoramento de agentes de controle biológico, uma vez que a indução de variabilidade pode possibilitar a seleção de linhagens microbianas com maior atividade antagonista, produção de metabólitos bioativos ou tolerância a condições ambientais adversas (AFSHARMANESH et al., 2014; ABBASI et al., 2016; ROSTAMI; GHORBANI; SHAHBAZI, 2024).

Outra possibilidade está relacionada aos efeitos de baixas doses de radiação, que podem desencadear respostas estimulatórias ou adaptativas, fenômeno denominado hormese. Em plantas, essas respostas podem envolver alterações fisiológicas, ativação de sistemas antioxidantes e mecanismos de defesa, além de modificações no metabolismo secundário (VOLKOVA; BONDARENKO; KAZAKOVA, 2022), com possíveis repercussões sobre a produção e o perfil de compostos bioativos, como fenólicos, terpenoides e alcaloides (MURTHY et al., 2024). A existência dessas diferentes interfaces evidencia a importância

de compreender como irradiação, respostas vegetais e bioinsumos vêm sendo investigados e em que medida essas estratégias convergem na literatura científica para a proteção de plantas.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi analisar a literatura científica relacionada ao emprego da irradiação e sua interface com bioinsumos na proteção de plantas, para identificar suas principais aplicações, tendências e lacunas de pesquisa.

METODOLOGIA

O estudo apresenta uma abordagem quali-quantitativa, de natureza básica, com objetivos exploratórios e descritivos e, quanto aos procedimentos técnicos, caracteriza-se como pesquisa bibliográfica. O levantamento foi realizado por meio de busca exploratória da literatura científica disponível em bases e plataformas de acesso público, utilizando combinações de termos relacionados à irradiação, radiação gama, bioinsumos, controle biológico, hormese, metabolismo secundário, óleos essenciais e proteção de plantas.

Foram selecionados estudos relacionados à aplicação da radiação ionizante no aprimoramento de agentes de controle biológico, às respostas horméticas em plantas, às alterações no metabolismo secundário e aos efeitos da irradiação sobre produtos naturais com potencial fitossanitário. Os trabalhos foram analisados quanto ao objetivo do estudo, aplicação da irradiação e principais resultados, sendo posteriormente organizados em uma matriz exploratória de evidências. A análise permitiu agrupar a literatura em eixos temáticos e identificar possíveis pontos de convergência e lacunas entre as diferentes aplicações da irradiação na proteção vegetal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

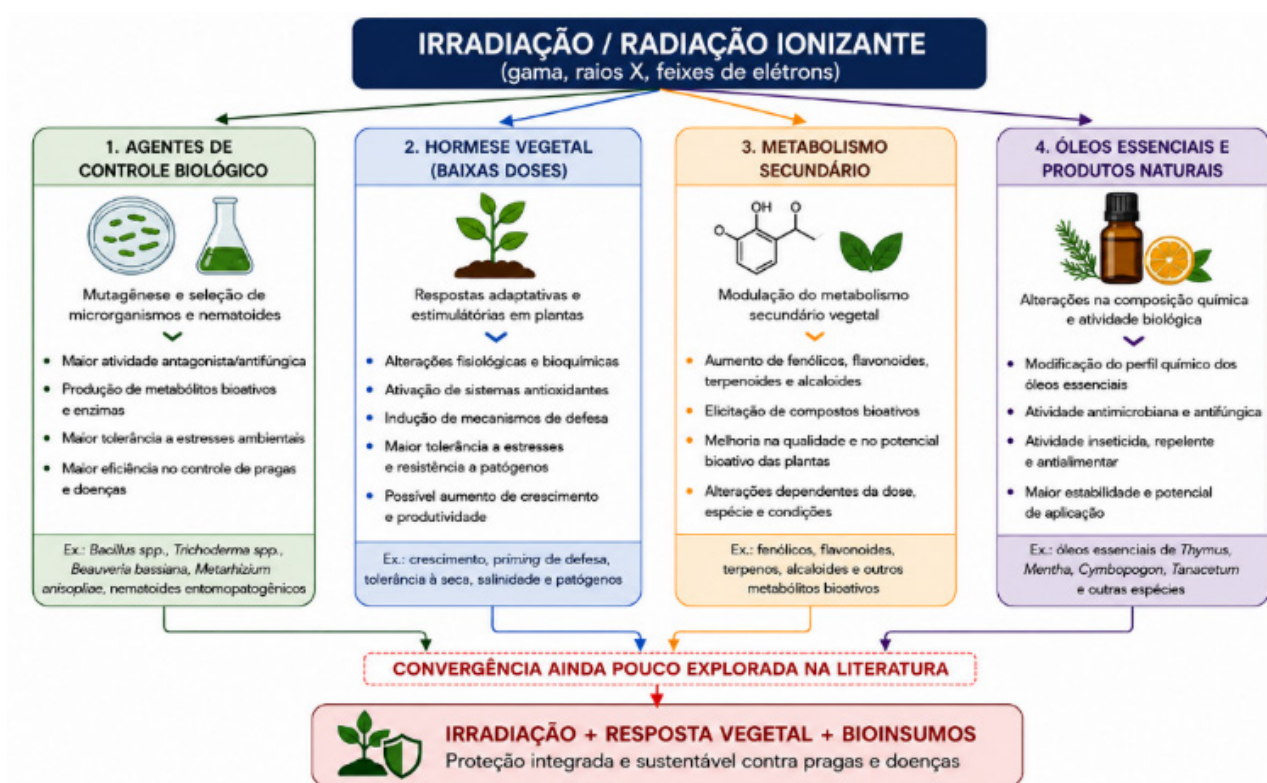
O mapeamento exploratório evidenciou quatro principais eixos de aplicação da irradiação relacionados à proteção vegetal: **(i)** aprimoramento de agentes de controle biológico; **(ii)** hormese e respostas adaptativas em plantas; **(iii)** alterações no metabolismo secundário; e **(iv)** modificações na composição ou atividade biológica de óleos essenciais e produtos naturais (VOLKOVA; BONDARENKO; KAZAKOVA, 2022; ROSTAMI; GHORBANI; SHAHBAZI, 2024; ZANTAR et al., 2015) (Quadro 1).

Quadro 1: Síntese das evidências sobre irradiação e sua interface com a proteção vegetal.

Ano	Objeto de estudo	Aplicação da irradiação	Principal evidência	Eixo
2014	<i>Bacillus subtilis</i> × <i>Aspergillus flavus</i>	Mutagênese gama	Mutantes apresentaram maior potencial de biocontrole e redução de aflatoxina	Bioagentes
2015	Óleos de <i>Thymus vulgaris</i> e <i>Mentha pulegium</i>	10–30 kGy	Alterações na composição e aumento de atividade antimicrobiana (Gram-negativas)	Óleos essenciais
2017	Nematoides entomopatogênicos × <i>Spodoptera littoralis</i>	Baixa dose gama	2 Gy aumentaram a eficácia dos agentes entomopatogênicos	Bioagentes
2022	Plantas	Baixas doses ionizantes	Hormese associada a crescimento, tolerância a estresses e fitoquímicos	Hormese
2022	Fungos endofíticos × <i>Spodoptera littoralis</i>	Irradiação de esporos	Intensificação das atividades antialimentar e larvícida	Bioagentes
2024	<i>Trichoderma harzianum</i> e <i>Bacillus velezensis</i>	Mutagênese gama	Mutantes apresentaram potencial no controle de <i>Meloidogyne javanica</i>	Bioagentes
2024	Plantas/metabólitos	Baixas doses gama	Evidências de eliciação do metabolismo especializado	Metabolismo secundário
2026	Óleo essencial de <i>Cymbopogon citratus</i>	Irradiação gama (5–20 kGy)	Alterações fitoquímicas e aumento das atividades antioxidante e antibacteriana	Óleos essenciais
2027	<i>Nicotiana tabacum</i> (três variedades)	2,5–20 Gy	Hormese no desenvolvimento inicial, dependente da variedade	Hormese

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do mapeamento exploratório da literatura científica (2026).

Figura 1: Principais interfaces entre irradiação e proteção vegetal identificadas no mapeamento exploratório da literatura.



Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Entre os estudos analisados, destacaram-se aplicações da radiação gama para indução de variabilidade e seleção de agentes biológicos, incluindo *Trichoderma*, *Bacillus*, fungos e nematoides entomopatogênicos. As evidências indicam potencial para aumento da atividade antagonista, produção de metabólitos e eficiência de controle (AFSHARMANESH et al., 2014; ABBASI et al., 2016; SAYED; SHAIRRA, 2017; HAZAA et al., 2022; ROSTAMI; GHORBANI; SHAHBAZI, 2024; ROSTAMI et al., 2024). Paralelamente, estudos com baixas doses de radiação demonstraram respostas horméticas em plantas, envolvendo alterações fisiológicas, sistemas antioxidantes, tolerância a estresses e metabolismo secundário (VOLKOVA; BONDARENKO; KAZAKOVA, 2022; MURTHY et al., 2024; ALVES et al., 2027). Também foram identificadas modificações na composição e na bioatividade de óleos essenciais após irradiação, com manutenção ou aumento das atividades antimicrobiana e antioxidante (ZANTAR et al., 2015; EL-DESOUKY IBRAHIM; AHMED, 2026).

Apesar das evidências encontradas individualmente nesses eixos, observou-se menor ocorrência de estudos que integrem diretamente irradiação, respostas horméticas das plantas e utilização de bioinsumos. As janelas de dose também diferem: a mutagênese de agentes microbianos emprega tipicamente de 0,25 a 3,5 kGy (ROSTAMI; GHORBANI; SHAHBAZI, 2024), enquanto a hormese vegetal ocorre de unidades a centenas de grays (VOLKOVA; BONDARENKO; KAZAKOVA, 2022), de modo que um protocolo

integrado exige exposições calibradas para cada componente. A estrutura das evidências identificadas sugere, portanto, que a investigação de possíveis efeitos complementares ou sinérgicos entre essas estratégias constitui uma lacuna e uma perspectiva promissora para o desenvolvimento de abordagens integradas de proteção vegetal (Figura 1).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento exploratório da literatura demonstrou que a irradiação apresenta diferentes possibilidades de aplicação associadas à proteção vegetal, destacando-se seu emprego no aprimoramento de agentes de controle biológico, na indução de respostas horméticas em plantas e na modulação do metabolismo secundário e da atividade biológica de produtos naturais, incluindo os óleos essenciais. As evidências analisadas indicam, portanto, que a tecnologia nuclear pode atuar de forma complementar às estratégias biológicas de manejo de pragas e doenças. Apesar dos avanços observados nesses diferentes eixos, ainda são limitados os estudos que investigam sua integração, especialmente quanto aos possíveis efeitos aditivos ou sinérgicos entre a hormese induzida por baixas doses de radiação, os mecanismos de defesa vegetal e a ação de bioinsumos. Essa lacuna evidencia uma perspectiva promissora para futuras pesquisas, voltadas ao desenvolvimento de estratégias integradas que associem tecnologias nucleares e ferramentas biológicas para uma proteção vegetal mais eficiente e sustentável.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ABBASI, Sakineh et al. **Biocontrol activities of gamma induced mutants of *Trichoderma harzianum* against some soilborne fungal pathogens and their DNA fingerprinting.** *Iranian Journal of Biotechnology*, v. 14, n. 4, p. 260–269, 2016. <https://doi.org/10.15171/ijb.1224>

AFSHARMANESH, Hamideh et al. **Improvement in biocontrol activity of *Bacillus subtilis* UTB1 against *Aspergillus flavus* using gamma-irradiation.** *Crop Protection*, v. 60, p. 83–92, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.02.013>

ALVES, Luis Felipe Medeiro et al. **Physiological hormesis induced by low-dose gamma radiation in *Nicotiana tabacum* L.: varietal differences in early stress response.** *Radiation Physics and Chemistry*, v. 250, 114279, 2027. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2026.114279>

EL-DESOUKY IBRAHIM, Wael; AHMED, Nermien Z. **Impact of gamma irradiation on lemongrass (*Cymbopogon citratus*): phytochemical content, antioxidant and antibacterial activity.** *BMC Biotechnology*, v. 26, 13, 2026. <https://doi.org/10.1186/s12896-025-01090-1>

HAZAA, Magdia A. et al. **Bioprospecting endophytic fungi for antifeedants and larvicides**

and their enhancement by gamma irradiation. *AMB Express*, v. 12, 120, 2022. <https://doi.org/10.1186/s13568-022-01461-3>

MURTHY, Hosakatte Niranjana et al. **Production of specialized metabolites in plant cell and organo-cultures: the role of gamma radiation in eliciting secondary metabolism.** *International Journal of Radiation Biology*, v. 100, n. 5, p. 678–688, 2024. <https://doi.org/10.1080/09553002.2024.2324469>

ROSTAMI, Mahsa; GHORBANI, Abozar; SHAHBAZI, Samira. **Gamma radiation-induced enhancement of biocontrol agents for plant disease management.** *Current Research in Microbial Sciences*, v. 7, 100308, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2024.100308>

ROSTAMI, Mahsa et al. **Optimizing sustainable control of Meloidogyne javanica in tomato plants through gamma radiation-induced mutants of Trichoderma harzianum and Bacillus velezensis.** *Scientific Reports*, v. 14, 17774, 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68365-z>

SAYED, R. M.; SHAIRRA, Souad A. **Enhancing the efficacy of entomopathogenic nematodes by gamma radiation in controlling Spodoptera littoralis larvae.** *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, v. 10, n. 2, p. 97–102, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2016.12.005>

VOLKOVA, Polina; BONDARENKO, Ekaterina; KAZAKOVA, Elizaveta. **Radiation hormesis in plants.** *Current Opinion in Toxicology*, v. 30, 100334, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cotox.2022.02.007>

ZANTAR, Said et al. **Effect of gamma irradiation on chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of Thymus vulgaris and Mentha pulegium essential oils.** *Radiation Physics and Chemistry*, v. 115, p. 6–11, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2015.05.019>

ÁREA TEMÁTICA: AGROINDUSTRIA

AGROINDUSTRIALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL NO NORDESTE BRASILEIRO À LUZ DA PERSPECTIVA CEPALINA

Jamile Silva Santos¹.

¹Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Maranhão.

<https://lattes.cnpq.br/4438395530650731>

PALAVRAS-CHAVE: Agroindustrialização. Desenvolvimento regional. CEPAL.

ÁREA TEMÁTICA: Agroindústria

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro constitui um clássico enclave periférico no esquema centro-periferia cepalino, historicamente subjugado à exportação de commodities primárias e marcado por estagnação estrutural e desigualdades regionais extremas. Colonizado a partir do século XVI pelos portugueses, viveu um ciclo virtuoso ligado ao cultivo da cana-de-açúcar, que atraiu inclusive a ocupação holandesa (1630-1654) e sediou a primeira capital do país, Salvador. Superado esse período áureo, a região não acompanhou as transformações econômicas do eixo Centro-Sul a partir do final do século XIX (ARAÚJO; SANTOS, 2009).

A agroindustrialização — integração vertical da agricultura com o processamento industrial — desponta como vetor de transformação regional, alinhada à doutrina cepalina de industrialização como resposta à deterioração dos termos de troca (PREBISCH, 1950). Celso Furtado, no diagnóstico da SUDENE (1959), já identificava o Nordeste como fornecedor de matérias-primas ao Sudeste industrial, perpetuando um dualismo estrutural. Atualmente, políticas como o Plano Nordeste+Sustentável (MAPA, 2019) buscam dinamizar cadeias agroindustriais no semiárido, como a fruticultura irrigada e a caprinocultura. Contudo, à luz da crítica marxista-cepalina, tais ganhos produtivos podem coexistir com estrutura fundiária concentrada e apropriação externa do excedente gerado nas cadeias agroindustriais.

OBJETIVO

Analisar as contribuições da agroindustrialização como instrumento de redução das desigualdades regionais no Nordeste brasileiro, identificando, à luz do pensamento cepalino, os obstáculos estruturais que persistem nesse processo

METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa qualitativa, de natureza bibliográfica, com revisão da literatura cepalina e marxista sobre desenvolvimento regional, complementada por abordagem quantitativa baseada na observação de dados secundários oficiais (IBGE e MDIC/ComexStat).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na perspectiva cepalina, o centro corresponde aos países ou regiões de estrutura produtiva diversificada, industrializada e tecnologicamente avançada, que concentram o progresso técnico e definem os rumos da economia mundial; a periferia, por sua vez, especializa-se em atividades primário-exportadoras, com menor incorporação tecnológica e forte dependência dos preços definidos pelo centro (PREBISCH, 1949). Essa relação não é de simples diferença, mas de interdependência desigual: o progresso técnico gerado no centro tende a reforçar as assimetrias, pois a periferia absorve seus efeitos de forma subordinada, sem internalizar plenamente os ganhos.

Raúl Prebisch (1950) evidenciou a deterioração secular dos termos de troca, definidos pela relação entre preços de exportação e de importação ($TTT = P_x/P_m$): quando esse indicador diminui, a periferia precisa exportar mais para importar a mesma quantidade de bens manufaturados. Hans Singer (1950) reforça que os produtos primários possuem menor capacidade de reter ganhos de produtividade e menor elasticidade-renda da demanda, o que comprime salários reais nas economias periféricas. A agroindústria, ao processar a matéria-prima, eleva o preço de exportação e surge, assim, como estratégia de mitigação dessa deterioração.

Celso Furtado (1967) interpretou o Nordeste como formação econômica marcada por heterogeneidade estrutural e insuficiência dos mecanismos internos de acumulação, subordinada a centros mais dinâmicos de decisão e investimento — leitura reforçada por Amin (1976), para quem a periferia constitui uma forma historicamente construída de inserção subordinada no capitalismo mundial.

Historicamente, essa condição remonta ao ciclo canavieiro dos séculos XVI-XVII, que consolidou grande propriedade, trabalho escravizado e orientação externa da produção (BIELSCHOWSKY, 2000). Enquanto a cafeicultura no Sudeste, sustentada por mão de obra assalariada e por políticas de valorização como o Convênio de Taubaté (1906), impulsionou a formação de um mercado interno e a industrialização do Centro-Sul, o Nordeste permaneceu à margem desse processo, com políticas nacionais voltadas ao problema da seca de forma isolada (FURTADO, 2003).

A partir de 1930, e sobretudo com a criação da SUDENE em 1959 sob liderança de Furtado, o Nordeste passou a contar com políticas estruturais de diversificação produtiva, destacando-se os investimentos em polos irrigados (eixo Petrolina-Juazeiro) e os incentivos

fiscais do mecanismo 34/18 (FERREIRA, 1999). Nos anos 1970, o FINOR e outros incentivos favoreceram a instalação de agroindústrias de carnes, açúcar e frutas processadas, embora de forma seletiva e subordinada ao capital nacional e estrangeiro, sem alterar a estrutura fundiária. Vale destacar que grande parte dos incentivos da SUDENE não se direcionou à indústria de transformação agrícola, mas à petroquímica; a agroindústria de frutas tropicais constitui exceção, pois já existia antes mesmo da SUDENE (CARVALHO, 1994).

Dados recentes do Cadastro Central de Empresas (IBGE, 2023) confirmam a persistência dessa desigualdade: Sul e Sudeste concentram, juntos, 72,8% das unidades industriais do país. Do mesmo modo, o ComexStat (2025) mostra que a pauta exportadora nordestina permanece concentrada em produtos do reino vegetal e produtos das indústrias alimentares — cadeias agropecuárias de processamento primário, com baixo valor agregado —, enquanto o Sudeste, favorecido por PIB muito superior, concentra a maior parcela do valor exportado do país.

Sob a ótica marxista, a CEPAL tende a subestimar a dimensão política da dominação e o papel das elites internas na reprodução da dependência, correndo o risco de dualismo excessivo ao tratar a periferia como convivência entre um setor moderno e outro atrasado (COLISTETE, 2005). Marini (2000) argumenta que a periferia está funcionalmente inserida na reprodução ampliada do capital global, de modo que industrializar não basta: é preciso alterar a apropriação do excedente e democratizar o Estado. Aplicada ao Nordeste, essa crítica indica que a agroindustrialização pode gerar crescimento e dinamismo produtivo sem produzir desenvolvimento pleno, caso a terra permaneça concentrada e os ganhos sejam apropriados por grandes empresas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou que a agroindustrialização pode representar vetor relevante para o desenvolvimento regional do Nordeste brasileiro, ao ampliar a agregação de valor à produção agropecuária, fortalecer cadeias produtivas territoriais e gerar emprego e renda em áreas historicamente desiguais. À luz da perspectiva cepalina, esse processo indica possibilidade de superação parcial da especialização primário-exportadora e de maior internalização do progresso técnico.

Entretanto, os efeitos positivos permanecem limitados quando não acompanhados de mudanças estruturais mais profundas: a persistência da concentração fundiária, da precarização do trabalho e da captura privada dos excedentes produtivos demonstra que o crescimento econômico, isoladamente, não é suficiente para produzir desenvolvimento pleno. Sob leitura marxista-cepalina, a expansão agroindustrial pode coexistir com a reprodução das assimetrias históricas do subdesenvolvimento periférico.

Conclui-se que a agroindustrialização nordestina somente cumprirá função efetivamente transformadora se articulada a políticas capazes de democratizar o acesso à terra, fortalecer a agricultura familiar, ampliar o investimento público e assegurar maior controle social sobre a riqueza produzida — sem o que se corre o risco de reproduzir, sob novas bases, o padrão histórico de dependência regional.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

AMIN, Samir. **O desenvolvimento desigual**: ensaio sobre as formações sociais do capitalismo periférico. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1976.

ARAUJO, T. B. de; SANTOS, V. M. dos. **Desigualdades Regionais e Nordeste em formação econômica do Brasil**. In: ARAUJO, T. P. de; VIANNA, S. T. W.; MACAMBIRA, Júnior (Org.). 50 anos de formação econômica do Brasil. Rio de Janeiro: IPEA, 2009. v. 1, p. 177-200.

BIELSCHOWSKY, Ricardo. **Pensamento econômico brasileiro**: o ciclo ideológico do desenvolvimentismo. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

CARVALHO, M. L. G. de. Revista Raízes. **Campina Grande**, Ano XIII, n. 10, p. 65-82, dez. 1994.

COLISTETE, Renato Perim. **O desenvolvimentismo cepalino**: problemas teóricos e influências no Brasil. Estudos Econômicos, 2005.

FERREIRA, A. **A SUDENE e o Nordeste**: sobre os primórdios de sua atuação. Revista de Ciências Sociais, Fortaleza, v. 30, n. 1/2, p. 44-57, 1999.

FURTADO, Celso. **O desenvolvimento econômico do Nordeste**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1967.

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. 32. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cadastro Central de Empresas**. 2023.

MARINI, Ruy Mauro. **Dialética da dependência**. In: Dialética da dependência e outros escritos. Petrópolis: Vozes, 2000.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA - MAPA. **Plano Nordeste+Sustentável**. 2019.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - MDIC. ComexStat. 2025.

PREBISCH, R. **O desenvolvimento econômico da América Latina e seus principais problemas**. Revista Brasileira de Economia, v. 3, n. 3, p. 47-100, 1949.

PREBISCH, R. **Crescimento, desequilíbrio e disparidades**: interpretação do processo de desenvolvimento econômico. CEPAL, 1950.

SINGER, Hans W. **The distribution of gains between investing and borrowing countries**. The American Economic Review, v. 40, n. 2, p. 473-485, 1950.

COMPARAÇÃO DA EFICÁCIA MICROBIOLÓGICA ENTRE A PASTEURIZAÇÃO CONVENCIONAL E O TRATAMENTO POR OZÔNIO EM LEITE BOVINO

Adrielle Carla Soares de Souza Santos¹; Érika Francisquini Arruda²; Gisele Santos de Meireles³; Lídia Baptista Chaves⁴; Luana Kelly de Almeida Lopes⁵; Maria Helena Souza Andrade⁶.

¹Instituto Federal de Educação, Ciência, Educação do Rio de Janeiro (IFRJ), Pinheiral, Rio de Janeiro.

<http://lattes.cnpq.br/3369292675661704>

²Instituto Federal de Educação, Ciência, Educação do Rio de Janeiro (IFRJ), Pinheiral, Rio de Janeiro.

<http://lattes.cnpq.br/1076174369888880>

³Instituto Federal de Educação, Ciência, Educação do Rio de Janeiro (IFRJ), Pinheiral, Rio de Janeiro.

<http://lattes.cnpq.br/4510819555483950>

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência, Educação do Rio de Janeiro (IFRJ), Pinheiral, Rio de Janeiro.

<http://lattes.cnpq.br/2050561689465300>

⁵Instituto Federal de Educação, Ciência, Educação do Rio de Janeiro (IFRJ), Pinheiral, Rio de Janeiro.

<https://lattes.cnpq.br/4474196541245266>

⁶Instituto Federal de Educação, Ciência, Educação do Rio de Janeiro (IFRJ), Pinheiral, Rio de Janeiro.

<http://lattes.cnpq.br/8819023769359727>

PALAVRAS-CHAVE: Leite bovino. Pasteurização. Ozonização.

ÁREA TEMÁTICA: Agroindústria; Tecnologia e Produção

INTRODUÇÃO

A qualidade do leite bovino cru é um dos principais fatores que determinam a segurança alimentar e a viabilidade da obtenção de produtos lácteos adequados ao consumo humano. O controle microbiológico é essencial nesse processo, sendo realizado principalmente por meio da pesquisa de microrganismos indicadores, como aeróbios mesófilos e enterobactérias, que fornecem informações sobre as condições higiênico-sanitárias da produção e do processamento (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2004).

Embora o tratamento térmico, como a pasteurização térmica, seja o método mais eficaz e difundido para eliminar patógenos e reduzir a carga microbiana habitual, ele apresenta limitações, como a sobrevivência de esporos de certas bactérias psicrotróficas.

Nesse contexto, a indústria de alimentos tem buscado tecnologias alternativas, como o uso do ozônio (O₃), um agente com elevado potencial de oxidação (2,07 mV) e grande poder germicida, capaz de reduzir a carga microbiana sem deixar resíduos tóxicos nos produtos finais (PIRANI, 2011; VARGA, 2016).

Contudo, a eficácia da ozonização em meios líquidos ricos em matéria orgânica, como o leite, é um desafio, visto que o gás tende a oxidar primeiramente os componentes do substrato antes de atuar sobre as células bacterianas (SANTOS, 2013; COUTO, 2014). Assim, torna-se necessário avaliar comparativamente a eficiência da ozonização frente aos métodos térmicos convencionais — como a pasteurização em panela, tanque de queijo e iogurteira — para garantir a conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação vigente, como a Instrução Normativa nº 76/2018 (BRASIL, 2018).

OBJETIVO

Avaliar a qualidade microbiológica do leite bovino cru recebido no Laboratório de Agroindústria do IFRJ-Campus Pinheiral e verificar a eficiência de diferentes processos de pasteurização (térmica e via ozônio) na redução de microrganismos indicadores de qualidade higiênico-sanitária.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado com leite proveniente do setor de bovinocultura do IFRJ Campus Pinheiral. Após análises físico-químicas iniciais para confirmar a conformidade do leite cru (pH, acidez, temperatura e teste de alizarol), o produto foi submetido a quatro tratamentos distintos:

- **Pasteurização em Panela:** 5 litros aquecidos a 95°C por 10 minutos.
- **Pasteurização Lenta (Tanque de Queijo):** 40 litros mantidos a 65°C por 30 minutos. Equipamento usado tanque de queijo de 50 litros, parede dupla, categoria elétrico, modelo retângular da marca West - Equipamentos para Laticínios e Ind. Brasileira.
- **Pasteurização em Iogurteira Elétrica:** Equipamento usado iogurteira elétrica de 50 Litros de inox da marca Pronox. Para pasteurização do leite, realizar as etapas de operação: completar o nível de água na camisa do equipamento, a temperatura da água deve atingir 83° e após adicionar o leite e manter na temperatura de 83°C por 30 minutos. Após resfriar o leite até 42°C.
- **Tratamento por Ozônio:** Ozonização por 5 minutos com aplicação direta em amostra de 500 ml. Temperatura do leite de 4°C. O equipamento utilizado foi o Gerador de Ozônio OL 1.5 RM portátil da Marca Ozone&life.

O sistema de ozonização se deu por gerador de ozônio alimentado por oxigênio medicinal. A concentração de ozônio usada foi de 1,5 mg/L de gás. A vazão foi de 1 L/min. Foi utilizado difusor cerâmico microporoso e recipiente de vidro de vidro borossilicato com tampa adaptada para entrada e saída de gás. O tratamento por ozônio foi aplicado introduzindo o difusor até o fundo do recipiente. E promoveu-se um borbulhamento contínuo por 5 minutos (SANTOS, 2013; PIRANI, 2011).

As análises microbiológicas seguiram a metodologia do *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2015). Foram pesquisados aeróbios mesófilos no leite cru e enterobactérias nas amostras tratadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ato do recebimento do leite foi realizada as análises de recepção do leite cru e registrado na planilha de registro de controle de recebimento de leite do setor da agroindústria. Os resultados encontrados foram: a temperatura do leite estava em 11°C, o teste de alizarol se apresentou conforme e pH realizado por pHmetro digital registrou a faixa de 6,65 e o resultado da acidez Dornic foi de 18°D. Todos os resultados estão de acordo com o as referências das Instruções Normativas nº 76/2018 e 77/2018, que estabelecem os regulamentos técnicos de identidade e qualidade do leite cru refrigerado e pasteurizado, além de definir os critérios de produção, transporte e controle na cadeia láctea brasileira, publicados pelo MAPA (BRASIL, 2018).

Os resultados dos laudos laboratoriais (tabela 1) demonstram que o leite cru apresentava boa qualidade inicial. Entre os tratamentos realizados na pesquisa, os métodos térmicos convencionais foram plenamente eficazes, enquanto o ozônio não atingiu o padrão exigido para enterobactérias.

Tabela 1: Resultados das Análises Microbiológicas por Tipo de Amostra.

Tipo de amostra	Parâmetro/ensaio	Resultado	Referência (IN 76/2018)	Conclusão
Leite cru refrigerado	Aeróbios Mesófilos	$2,5 \times 10^4$ UFC/mL	Máx. $9,0 \times 10^5$ UFC/mL	De acordo
Leite pasteurizado- panela	Enterobactérias	<1 UFC/mL	<1 UFC/mL	De acordo
Leite pasteurizado (iogurteira)	Enterobactérias	<1 UFC/mL	<1 UFC/mL	De acordo
Leite pasteurizado- tanque	Enterobactérias	<1 UFC/mL	<1 UFC/mL	De acordo
Leite pasteurizado- ozônio	Enterobactérias	>1 UFC/mL	<1 UFC/mL	Em desacordo

Fonte: Relatório de Ensaios nº 036 a 040 (INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2026).

Os tratamentos térmicos convencionais (panela, iogurteira e tanque) (figura1) mostraram-se eficazes na eliminação de enterobactérias, garantindo a conformidade com a legislação vigente (BRASIL, 2018). Em contraste, o tratamento por ozonização (figura 1) apresentou resultados insatisfatórios (>1 UFC/mL) para esse grupo de microrganismos.

Figura 1: Métodos de Pasteurização realizados no leite bovino



Fonte: Fotos da pesquisa.

A literatura indica que a eficácia do ozônio em meios líquidos ricos em matéria orgânica, como o leite, é de fato limitada, pois o gás reage primeiramente com o substrato orgânico antes de atuar nas células bacterianas (SANTOS, 2013; VARGA, 2016). Estudos correlatos sugerem que reduções significativas da carga microbiana pelo ozônio geralmente exigem tempos de exposição prolongados (acima de 15 minutos) ou concentrações mais elevadas, as quais devem ser dosadas, pois que pode comprometer características sensoriais essenciais do leite, como a oxidação lipídica, cor e o odor (PIRANI, 2011; COUTO, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os métodos de pasteurização térmica empregados foram eficazes para garantir a segurança microbiológica do leite. O tratamento por ozonização, nas condições avaliadas, não foi suficiente para atender aos padrões legais de enterobactérias, indicando a necessidade de ajustes no binômio tempo/concentração e estudos complementares para viabilizar sua aplicação como método alternativo confiável.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 5. ed. Washington, DC: APHA, 2015.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Dairy Products**. 17. ed. Washington, DC: APHA, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018**. Dispõe sobre o regulamento técnico de identidade e qualidade de leite. Brasília: MAPA, 2018.

COUTO, Emanuel Pereira. **Efeito da ozonização na contagem da *Staphylococcus aureus* em leite**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal/Ciências animais). Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (IFRJ). Campus Pinheiral. **Relatório de Ensaio nº 036/2026, 037/2026, 038/2026, 039/2026 e 040/2026**. Pinheiral: Laboratório de Microbiologia, 2026.

PIRANI, S. **Application of ozone in food industries**. 2011. Tese (Doutorado em Nutrição Animal e Segurança Alimentar) – Università degli Studi di Milano, Milão, 2011.

SANTOS, Anderson Joaquim Pereira dos. **Avaliação da utilização de ozônio como método de beneficiamento de leite**. 2013. 46 p. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

VARGA, L. Use of ozone in the dairy industry: A review. **International Journal of Dairy Technology**, Oxford, v. 69, n. 2, p. 157-168, maio 2016.

ÁREA TEMÁTICA: AGRONEGÓCIO

FRANGO DE CORTE CAIPIRA: MANEJO, QUALIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA NO SISTEMA SEMI-INTENSIVO

Ana Rosa Klinke¹

¹Centro Universitário de Araras “Dr. Edmundo Ulson” (UNAR), Araras, São Paulo, Brasil.

<https://lattes.cnpq.br/8629338803645346>

PALAVRAS-CHAVE: Frango caipira. Bem-estar animal. Produção sustentável.

ÁREA TEMÁTICA: Agronegócio.

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/2

INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica sobre a produção de frango de corte caipira no sistema semi-intensivo, com foco em seus aspectos normativos, manejo, qualidade da carne e viabilidade econômica. A pesquisa foi baseada em artigos científicos, normas técnicas (ABNT NBR 16389:2015), e publicações da EMBRAPA e SENAR. Os resultados indicam que o sistema caipira se diferencia do convencional pelo uso de linhagens de crescimento lento, acesso diário a piquetes com cobertura vegetal, idade de abate entre 70 e 90 dias e proibição de promotores de crescimento antimicrobianos na fase final. A carne apresenta características sensoriais distintas, como cor amarelada, textura firme e menor teor de gordura abdominal, atribuídas ao pastejo e ao ciclo mais longo. Economicamente, embora o custo com alimentação seja elevado (podendo chegar a 70% do total), a comercialização direta em canais curtos (feiras, mercados locais e restaurantes) gera margens líquidas atrativas, especialmente para a agricultura familiar.

INTRODUÇÃO

A avicultura industrial brasileira é reconhecida pela alta eficiência, mas nas últimas duas décadas cresceu o interesse por sistemas que conciliam bem-estar animal, redução de antimicrobianos e características sensoriais diferenciadas. Nesse contexto, o sistema caipira de produção de frangos se firmou como alternativa para pequenas e médias propriedades, unindo tradição, segurança alimentar e viabilidade econômica.

Para ser comercializada como “frango caipira”, a ave precisa atender às exigências da norma ABNT NBR 16389 (2015): linhagens de crescimento lento ou intermediário, acesso diário a piquetes com cobertura vegetal e idade de abate entre 70 e 90 dias. A norma também proíbe promotores de crescimento antimicrobianos e quimioterápicos na fase final de criação. Este trabalho tem como objetivo analisar os pilares técnicos, normativos e

econômicos que sustentam a produção de frango caipira no Brasil.

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo geral descrever e analisar o sistema de produção de frango de corte caipira em regime semi-intensivo, abordando seu enquadramento normativo, práticas de manejo, atributos de qualidade da carne e viabilidade econômica, com ênfase na sua relevância para a agricultura familiar e para o médico veterinário.

METODOLOGIA

A seleção dos materiais priorizou publicações que tratam especificamente de linhagens de crescimento lento, manejo sanitário em sistemas abertos e análise econômica da produção independente. Não foram realizados experimentos com animais ou seres humanos, dispensando a necessidade de submissão a comitê de ética.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferente do sistema convencional (confinamento total e abate aos 45 dias), o sistema caipira exige linhagens de crescimento lento, como a Embrapa 041, Pescoço Pelado e Carijó, que atingem peso médio de 2,3 kg entre 85 e 90 dias (FIGUEIREDO, 2022; EMBRAPA, 2020). O sistema é semi-intensivo: as aves permanecem em galpões à noite (densidade máxima de 10 aves/m²) e têm acesso diário a piquetes com cobertura vegetal, onde ciscam e forrageiam. A rotação de pastagens é recomendada para evitar compactação do solo e quebrar o ciclo de parasitas (VIEIRA et al., 2023; SENAR, 2024). A Tabela 1 abaixo relaciona as principais diferenças entre os sistemas de produção de frango de corte: caipira e convencional.

Tabela 1: Comparação entre sistemas de produção de frango de corte.

Característica	Sistema Convencional	Sistema Caipira (Semi-intensivo)
Idade de abate	< 45 dias	70 a 90 dias (mínimo)
Genética	Híbridos de crescimento rápido	Linhagens de crescimento lento
Acesso a pasto	Não	Sim (piquetes com vegetação)
Densidade (galpão)	> 15 aves/m²	≤ 10 aves/m²
Uso de antibióticos	Permitido (promotores de crescimento)	Proibido na fase final
Carne	Macia, cor clara	Firme, sabor pronunciado, cor amarelada

Fonte: Adaptado de ABNT (2015), SENAR (2024) e Souza et al. (2012).

A alimentação é mista: ração balanceada até os 28 dias, complementada por forragens, insetos e invertebrados nos piquetes. Esse pastejo contribui para a pigmentação amarelada da pele e da carne, devido aos carotenóides (FARIA et al., 2012). A carne do frango caipira apresenta pH final superior a 5,9, favorecendo a suculência, e menor teor de gordura abdominal em comparação ao frango industrial (SOUZA; FARIA; BRESSAN, 2012; ALMEIDA et al., 2013).

Economicamente, o ciclo mais longo eleva os custos com alimentação (até 70% do total), mas a venda direta em canais curtos (feiras, mercados locais, restaurantes) gera margens líquidas atrativas. Kruger e Perosso (2020) encontraram margem líquida de 10,92% em propriedades independentes em Santa Catarina. A produção caipira também fortalece a agricultura familiar, como observado por Soares (2023) em Juruti (PA), onde a atividade cresceu 6% no número de produtores entre 2020 e 2022, servindo como fonte de renda e segurança alimentar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema caipira de produção de frangos não é uma simples volta ao passado, mas um modelo de lógica própria, que integra aspectos técnicos, econômicos e sociais. A norma ABNT NBR 16389:2015 confere segurança jurídica e credibilidade ao produto, diferenciando-o de práticas informais. Para o médico veterinário, atuar nesse segmento exige ir além do desempenho zootécnico, integrando saúde única, qualidade do produto e sustentabilidade socioeconômica. Conclui-se que, apesar dos desafios (custo alimentar, ciclo longo e necessidade de manejo intensivo), a produção de frango caipira é economicamente viável, especialmente quando associada à venda direta e à agricultura familiar, e representa um campo de atuação relevante e em expansão.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. C. de J. et al. Características de carcaça de galinha naturalizada Peloco comparada a linhagens de frango caipira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 11, p. 1517-1523, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16389:2015 — Avicultura: produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- EMBRAPA. Sistema Alternativo de Criação de Galinhas Caipiras. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2020.
- FARIA, P. B. et al. Qualidade da carne de frangos de corte do tipo caipira submetidos a dietas contendo alimentos alternativos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 64, n. 2, p. 389-396, 2012.

FIGUEIREDO, E. A. P. de. Manual de manejo dos reprodutores de frango de corte colonial Embrapa 041. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2022.

KRUGER, S. D.; PEROSSO, R. A. Análise da rentabilidade na produção de frango convencional no sistema de parceria e a produção de frango caipira de forma independente. Revista Cadernos de Economia, 2020.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). Avicultura: criação de frangos e poedeiras caipiras. 2. ed. Brasília: SENAR, 2024.

SOARES, L. G. O crescimento da avicultura caipira em Juruti: alternativa de renda e alimento. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Oeste do Pará, Juruti, 2023.

SOUZA, X. R.; FARIA, P. B.; BRESSAN, M. C. Qualidade da carne de frangos caipiras abatidos em diferentes idades. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n. 2, p. 479-487, 2012.

VIEIRA, S. S. et al. Parâmetros fisiológicos de linhagens de frangos caipiras criados em sistema semi-intensivo. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 6, n. 2, 2023.

DINÂMICA DO CACAU E EMPREGO FORMAL NO PARÁ: UMA ANÁLISE INTEGRADA (2009 - 2025)

Fernanda Vanessa de Almeida Corrêa Nascimento Silva¹; David de Almeida Corrêa Nascimento Silva².

¹Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, PA.

<http://lattes.cnpq.br/6155150354083042>

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Belém, PA.

<http://lattes.cnpq.br/0786531859631693>

PALAVRAS-CHAVE: Cacaucultura. Agronegócio. Emprego formal.

ÁREA TEMÁTICA: Agronegócio.

INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao*) constitui uma das principais commodities agrícolas do mercado mundial, com papel estratégico na indústria do chocolate. No Brasil, essa cultura passou por uma importante reconfiguração nas últimas décadas, destacando-se o estado do Pará pelo impulso na expansão das áreas de cultivo, crescimento produtivo e forte avanço na produtividade.

Desenvolvido predominantemente por Sistemas Agroflorestais (SAFs) na região amazônica, o cultivo contribui para a recuperação de áreas alteradas, conservação da cobertura florestal e manejo sustentável, consolidando-se como atividade-chave para o desenvolvimento regional.

Entretanto, embora a cadeia apresente crescimento expressivo evidenciado pelo aumento da produção e do faturamento, esse desempenho econômico nem sempre se reflete na mesma proporção no mercado de trabalho formal. Diante disso, este estudo analisa de forma integrada os indicadores de produção agrícola e emprego formal no Pará, subsidiando as discussões sobre o desenvolvimento sustentável da Amazônia.

OBJETIVO

Analisar a evolução produtiva e o mercado de trabalho formal da cultura do cacau no estado do Pará, relacionando os indicadores de produção agrícola (2009 - 2024) com os dados de emprego formal gerados por estabelecimentos do setor (2016 - 2025).

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se por uma abordagem quantitativa, de natureza básica e objetivos descritivos, apoiada na utilização de dados secundários de bases oficiais. Foram analisados de forma integrada os indicadores de área colhida, quantidade produzida, rendimento médio (2009 - 2024) e vínculos empregatícios formais na cacauicultura (2016 - 2025). Os dados foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), por meio do portal Cidades@, e de dados do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) sistematizados pelo Observatório Sebrae (2026). A análise baseou-se em estatística descritiva, utilizando frequências, variações percentuais e análise comparativa de séries históricas, com os resultados estruturados em gráficos de eixos duplos.

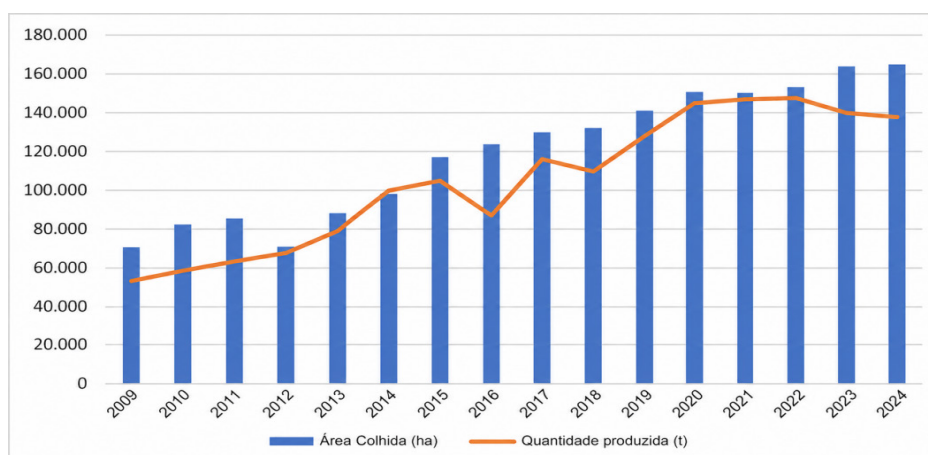
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da cultura cacauieira no Pará, no período de 2009 a 2024, demonstra uma expansão contínua da atividade, caracterizada pelo crescimento da área cultivada e da produção (IBGE, 2026). Em 2009, a área cultivada era de 70.279 ha, com produção de 54.216 t. Essa área aumentou gradualmente para 163.405 ha em 2024, um incremento de mais de 130%.

A produção, sustentada por uma tendência elevada, atingiu mais de 100 mil toneladas em 2014. No entanto, em 2016, adversidades climáticas geradas pelo *El Niño* reduziram temporariamente a expansão. Após esse período, houve uma recuperação e manutenção de uma trajetória ascendente até 2024.

Esses resultados confirmam, quando observamos o gráfico 1, que a expansão da produção do cacau no Pará foi impulsionada pelo aumento da área plantada, consolidando seu *status* como importante produtor de cacau no Brasil, Souza, Souza e Siqueira (2024), afirmam que há uma forte especialização da Amazônia em produtos agrícolas voltados para exportação.

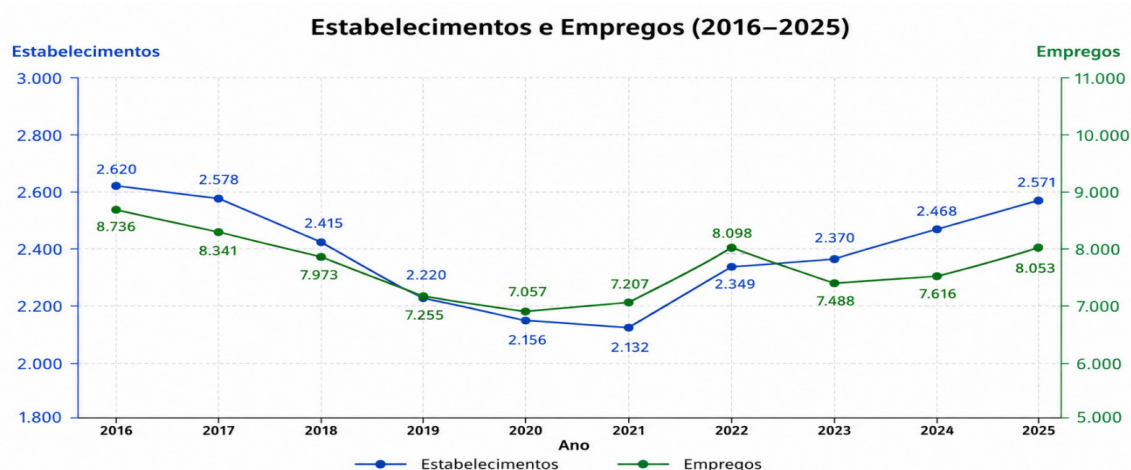
Gráfico 1: Evolução da Quantidade Produzida (t) e da Área Colhida (ha) de Cacau no Pará (2009 - 2024)



Fonte: Dados adaptados do IBGE (2026).

Em contrapartida, o confronto direto entre esse robusto crescimento físico e a dinâmica do mercado de trabalho formal revela o fenômeno da dissociação setorial no estado, conforme evidenciado no **Gráfico 2**. Entre os anos de 2016 e 2020, observa-se uma retração síncrona na cadeia: o número de estabelecimentos ativos (linha azul) recuou de 2.620 para 2.156, enquanto os vínculos empregatícios formais (linha verde) caíram de 8.736 para 7.057 postos, destacando o reflexo tardio da quebra de safra de 2016. A partir de 2022, contudo, a dissociação torna-se evidente. O número de estabelecimentos iniciou uma trajetória de forte recuperação, saltando de 2.349 para 2.571 empresas em 2025. Em contrapartida, o volume de empregos formais não acompanhou esse dinamismo: após registrar 8.098 postos em 2022, o indicador caiu em 2023 (7.488) e encerrou 2025 com 8.053 vagas, mantendo-se significativamente abaixo do estoque verificado em 2016.

Gráfico 2: Evolução Temporal do Número de Estabelecimentos e Empregos Formais no Cultivo de Cacau no Pará (2016 - 2025).



Fonte: Adaptado de SEBRAE (2026).

Essa divergência entre as duas curvas indica que a expansão recente ocorre via proliferação de unidades produtivas fragmentadas ou de menor porte, sem correspondente contratação assalariada via CLT. Dados cadastrais da Receita Federal cancelam esse perfil, registrando expressiva taxa de criação de empresas de 66,7% em 2025, na qual 37,5% correspondem a Microempresas (ME) e 25% a Empresas de Pequeno Porte (EPP) (SEBRAE, 2026). Essa dinâmica ilustra a coexistência e o choque entre os circuitos superior e inferior da economia, conceito estruturado por Santos (2004) para analisar territórios subdesenvolvidos. Sob o impacto da modernização, o avanço de novos negócios integrados ao mercado de capitais (circuito superior) tende a subordinar o trabalho tradicional local (circuito inferior). Isso justifica por que o expressivo ganho financeiro se converte em contratos informais, sazonais ou de parceria meeira, mantendo o emprego formalizado estagnado.

Essa assimetria corrobora o modelo dual identificado por Souza, Souza e Siqueira (2024), no qual a modernidade tecnológica e o avanço nos índices de riqueza coexistem paradoxalmente com a redução da ocupação formalizada. Em complemento, Braga et al. (2026) advertem sobre a atual encruzilhada socioambiental vivenciada na Amazônia paraense, onde os arranjos tradicionais em SAF-cacau sofrem forte pressão frente à expansão acelerada de monocultivos clonais intensificados a pleno sol. Esse processo de simplificação produtiva redefine as relações laborais locais, pois o ganho setorial passa a depender de pacotes biotecnológicos externos e insumos, em detrimento do fortalecimento e da proteção social da força de trabalho familiar tradicional do campo (BRAGA et al., 2026).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou um crescimento robusto na cadeia produtiva do cacau no Pará entre 2009 e 2024, marcado pelo incremento da área colhida, estabilização da produção física em patamares elevados e um salto exponencial no valor da produção a partir de 2023. Contudo, confirmou-se a hipótese de dissociação entre a expansão econômica e a geração de empregos formais, demonstrada pelo declínio contínuo na média de empregados por micro e pequena empresa do setor agrícola.

Essa configuração sugere que a riqueza gerada pela cacauicultura paraense apoia-se predominantemente em modelos de base familiar e contratos sazonais característicos dos Sistemas Agroflorestais (SAFs). Conclui-se que, para subsidiar o desenvolvimento sustentável na Amazônia, as políticas públicas setoriais devem ir além do estímulo à produtividade agrícola, focando também na formalização do mercado de trabalho, na proteção social do trabalhador rural e no fortalecimento das cooperativas locais.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BRAGA, Daniel Palma Perez; ROCHA, Carla Giovana Souza Rocha; SERRA, Anderson Borges; SILVA, Ivan Crespo; FERRONATO, Marcelo Lucian; LUNELLI, Jiovana; ARAUJO, Vitor Lunelli; GUERRA, Gutemberg Armando Diniz; FOLHES, Ricardo Theophilo. A encruzilhada do cacau na Amazônia brasileira: a sustentabilidade entre sistemas agroflorestais e o monocultivo. *Novos Cadernos NAEA*, Belém, v. 28, n. 3, p. 109-142, fev. 2026.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades@: Pesquisa da Produção Agrícola - Lavoura Permanente (Pará)*. Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/pesquisa/15/11895?tipo=grafico&indicador=11901>. Acesso em: 9 jul. 2026.

SANTOS, Milton. *O espaço dividido: os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos*. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2004.

SEBRAE. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Observatório Sebrae: Perfil Setorial - Cultivo de Cacau (CNAE 0135100). Brasília: SEBRAE, 2026. Disponível em: <https://observatorio.sebrae.com.br/profile/industry/cultivo-de-cacau-0135100#bespoke-title-10>. Acesso em: 9 jul. 2026.

SOUZA, Ricardo Luciano Silva Pereira de; SOUZA, Laumar Neves de; SIQUEIRA, Leonardo Moura Lima Calmon de. Análise das relações laborais no agronegócio brasileiro: mecanismos de inserção em circuitos produtivos globais. Revista ReGeo, São José dos Pinhais, v. 17, n. 2, p. 1-10, 2024.

A EVOLUÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DO AÇAÍ NO ESTADO DO PARÁ ENTRE 2015 E 2024

Fernanda Vanessa de Almeida Corrêa Nascimento Silva¹; David de Almeida Corrêa Nascimento Silva².

¹Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, PA.

<http://lattes.cnpq.br/6155150354083042>

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Belém, PA.

<http://lattes.cnpq.br/0786531859631693>

PALAVRAS-CHAVE: Açaí. Cadeia produtiva. Desenvolvimento regional.

ÁREA TEMÁTICA: Agronegócio.

INTRODUÇÃO

O cultivo do açaí (*Euterpe oleracea*) consolidou-se como uma das principais atividades econômicas da Amazônia, principalmente do Pará, impulsionando transformações na organização produtiva e na dinâmica do desenvolvimento desse estado. Para Costa (2022), essa expansão não representa a substituição do extrativismo tradicional, mas a coexistência de diferentes rotas tecnológicas, que articulam o manejo de açaizais nativos em áreas de várzea com sistemas de cultivo permanente em terra firme. Essa complementaridade fortalece redes produtivas que integram agricultores familiares, batedores, agroindústrias e mercados consumidores, reconfigurando as relações econômicas e territoriais da região.

Nos últimos anos, a cadeia produtiva do açaí passou por importantes transformações, especialmente após a distinção estatística entre a produção extrativista e a proveniente do cultivo permanente. Entretanto, a ausência de estudos que sistematizem a evolução desses indicadores no estado do Pará dificulta a compreensão das mudanças ocorridas na principal região produtora do país.

Nesse contexto, justifica-se a realização desta pesquisa por contribuir para a compreensão da evolução recente da cadeia produtiva do açaí entre 2015 e 2024, período marcado por mudanças na estrutura produtiva e na dinâmica econômica do setor.

OBJETIVO

Analisar a evolução temporal da produção do açaí (*Euterpe oleracea*) no estado do Pará entre os anos de 2015 e 2024, com base nos indicadores de área colhida, quantidade

produzida e valor da produção disponibilizados pela Pesquisa Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026).

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se por uma abordagem quantitativa, de natureza aplicada e objetivos descritivos, apoiada na utilização de dados secundários de bases oficiais. Foram analisados de forma integrada os indicadores de área colhida (hectares), quantidade produzida (toneladas) e valor da produção (reais) na cultura do açaí (*Euterpe oleracea*), compreendendo uma série histórica longitudinal entre os anos de 2015 e 2024. O local do recorte geográfico delimitou-se ao estado do Pará, principal polo produtor nacional. Os dados foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), por meio da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) e extraídos diretamente do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA).

A análise baseou-se em estatística descritiva, utilizando variações percentuais interanuais, taxas de evolução cronológica e o cálculo de participação relativa dos polos municipais líderes. Por utilizar exclusivamente dados secundários agregados e de domínio público, o estudo prescinde de submissão a Comitês de Ética, atendendo à Resolução CNS nº 510/16, visto que não envolveu seres humanos ou experimentação animal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da dinâmica temporal da cultura do açaí (*Euterpe oleracea*), no período definido entre 2015 e 2024, revelou uma profunda reconfiguração da estrutura da matriz de produção regional, caracterizada pela aceleração e tecnificação dos sistemas de cultivo. Silva (2021) aponta que o aumento da produção do açaí ocorreu por inovações no manejo dos açaizais nativos, novas áreas plantadas em sistemas agroflorestais, associados ou não às formações florestais de várzea ou de terra firme, além de plantio de açaí de sequeiro, solteiro ou consorciado.

Conforme ilustrado no Gráfico 1, esse fenômeno se materializa em uma expansão significativa e concomitante tanto na escala territorial quanto no volume físico da produção. A evolução da área colhida, passou de 135.701 hectares para a marca de 252.012 hectares em 2024 (IBGE, 2026). A área colhida expandiu-se de 135.701 hectares para 252.012 hectares em 2024, e a quantidade produzida aumentou de 1.000.850 toneladas em 2015 para 1.612.142 toneladas no último período estimado (IBGE, 2026). Do ponto de vista técnico, esta escala é validada pela perspectiva de Costa (2022) de acordo com os padrões tecnológicos avançados que proporcionam à produção regional um vetor de regularidade estrutural, capaz de sustentar as severas flutuações na sazonalidade da fruticultura na Amazônia.

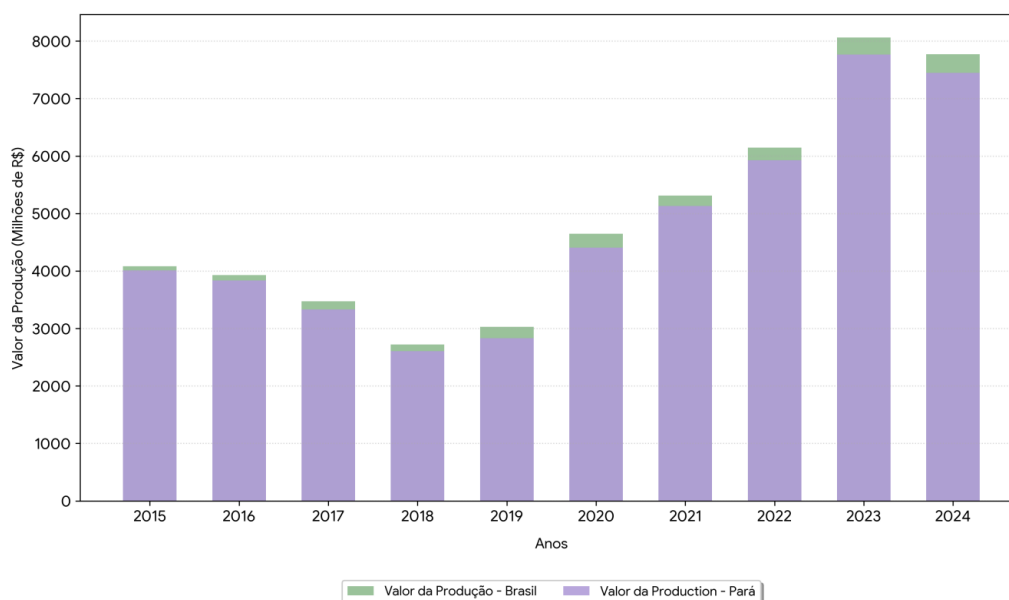
Gráfico 1: Evolução da Área Colhida e Produção de Açaí Cultivado entre 2015 e 2024 (Brasil x Pará).



Fonte: IBGE (2026). Adaptado pelos autores.

A evolução cronológica dos valores nominais expressa no Gráfico 2 quantifica a magnitude financeira e a acentuada velocidade de acumulação de capital na cadeia produtiva ao longo do decênio analisado.

Gráfico 2: Evolução Comparativa do Valor da Produção de Açaí Cultivado entre 2015 e 2024 (Brasil x Pará).



Fonte: IBGE (2026). Adaptado pelos autores.

Em 2015, o valor bruto gerado pelo cultivo permanente de açaí no país totalizava R\$ 4.081.079,00, dos quais o território paraense concentrava isoladamente R\$ 4.069.409,00, concentrando a maior parcela do valor da produção da cultura. Após um período de

acomodação e reajuste de preços nas praças de comercialização entre 2016 e 2019, as receitas ingressaram em um ciclo de expansão acelerada a partir de 2020. O faturamento do Pará saltou de R\$ 4,48 bilhões em 2020 para o ápice histórico de R\$ 7,78 bilhões em 2023. Ao encerrar a série decenal em 2024, o montante nacional consolidou-se em R\$ 7,77 bilhões, com o estado respondendo individualmente por R\$ 7,44 bilhões (95,8%). Sob o prisma analítico de Costa (2022), esses indicadores macroeconômicos provam empiricamente que a consolidação da rota tecnológica do cultivo permanente converteu o estado no epicentro financeiro absoluto do setor, ditando soberanamente o valor da produção agrícola nacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitiram alcançar o objetivo proposto de analisar a evolução temporal da produção de açaí (*Euterpe oleracea*) no estado do Pará entre 2015 e 2024, evidenciando um crescimento contínuo da atividade em seus principais indicadores. Observou-se a expansão da área colhida, o aumento da quantidade produzida e a expressiva valorização econômica da cultura ao longo da série histórica, confirmando a consolidação do Pará como principal produtor nacional. Esses resultados corroboram as interpretações da literatura acerca da importância da cadeia produtiva do açaí para o desenvolvimento econômico regional, demonstrando a relevância da cultura para a agricultura paraense.

Além de contribuir para a sistematização de informações recentes sobre a produção de açaí no estado, o estudo fornece subsídios para o acompanhamento da dinâmica produtiva e para a formulação de políticas públicas voltadas ao fortalecimento da cadeia produtiva. Recomenda-se que pesquisas futuras ampliem a análise por meio da incorporação de indicadores de produtividade, preços e distribuição espacial da produção em nível municipal, possibilitando uma compreensão mais abrangente das transformações que vêm ocorrendo na cultura do açaí no Pará.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

COSTA, Francisco de Assis. **Economia e Territórios**: a constituição e a dinâmica da economia da região do Grão-Pará (1995-2011). Belém: NAEA, 2022. 1 recurso online (222 p.). (Coleção Economia Política da Amazônia. Série IV, Fundamentos Teórico-Metodológicos, v. 5). Disponível em: <https://www.naea.ufpa.br/index.php/livros-publicacoes/405-economia-e-territorio-constituicao-e-dinamica-da-economia-do-acai-na-regiao-do-grao-para-1995-2011>. Acesso em: 05 jul. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Tabela 5457: Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://>

sidra.ibge.gov.br/Tabela/5457. Acesso em: 05 jul. 2026.

SILVA, Harley. A economia do açaí em Belém-PA: vida urbana e biodiversidade em uma experiência singular de desenvolvimento econômico. **NOVOS CADERNOS NAEA**, Belém, v. 24, p. 259-286, 2021.

IMPOSTO SELETIVO E EXTERNALIDADES AMBIENTAIS NO AGRONEGÓCIO: PROPOSTA DE TRIBUTAÇÃO CORRETIVA GRADUADA PARA INSUMOS AGRÍCOLAS NO BRASIL

Tiago Freitas de Oliveira¹.

¹Universidade de Rio Verde (UniRV), Rio Verde, GO.

<https://lattes.cnpq.br/1216725190372626>

PALAVRAS-CHAVE: Reforma tributária. Poluidor-pagador. Extrafiscalidade.

ÁREA TEMÁTICA: Agronegócio

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/1

INTRODUÇÃO

A Emenda Constitucional nº 132/2023 inaugurou novo ciclo do Sistema Tributário Nacional ao inscrever, no art. 145, § 3º, da Constituição Federal, o dever de observância aos princípios da simplicidade, da transparência, da justiça tributária, da cooperação e — de forma inédita — da defesa do meio ambiente (BRASIL, 2023). No plano infraconstitucional, a Lei Complementar nº 214/2025 regulamentou o Imposto sobre Bens e Serviços (IBS), a Contribuição sobre Bens e Serviços (CBS) e o Imposto Seletivo (IS), este concebido para incidir sobre a produção, a extração, a comercialização ou a importação de bens e serviços prejudiciais à saúde ou ao meio ambiente (BRASIL, 2025). Trata-se, em tese, do principal instrumento extrafiscal da reforma, vocacionado a internalizar externalidades negativas segundo a lógica pigouviana (PIGOU, 1920).

Há, contudo, uma incoerência estrutural. O rol de incidência do IS, taxativamente fixado no art. 409 da LC nº 214/2025, alcança veículos, embarcações e aeronaves, produtos fumígenos, bebidas alcoólicas, bebidas açucaradas, bens minerais e apostas, mas exclui os agrotóxicos, os quais, ao contrário, foram enquadrados entre os insumos essenciais e contemplados com redução de 60% das alíquotas do IBS e da CBS (BRASIL, 2025). A opção legislativa foi referendada pelo Supremo Tribunal Federal no julgamento conjunto das Ações Diretas de Inconstitucionalidade nº 5.553 e nº 7.755 (2026), que manteve os benefícios fiscais aos defensivos agrícolas, vencidos os votos que invocavam o princípio do poluidor-pagador e a defesa do meio ambiente (BRASIL, 2026). Configura-se, assim, um paradoxo normativo: o mesmo ordenamento que constitucionaliza a defesa ambiental como vetor tributário subsidia bens de elevada externalidade negativa.

OBJETIVO

Analisar a compatibilidade entre o desenho do Imposto Seletivo instituído pela LC nº 214/2025 e o princípio constitucional da defesa do meio ambiente (art. 145, § 3º, da Constituição Federal) e, a partir dessa análise, propor um arcabouço conceitual de tributação corretiva graduada por carga ambiental aplicável aos insumos agrícolas, replicável por economias tropicais de base agroexportadora.

METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza aplicada, abordagem qualitativa e objetivos exploratório-descritivos. Quanto aos procedimentos, combina pesquisa documental (legislação, exposição de motivos e acórdão da ADI nº 5.553), pesquisa bibliográfica (literatura nacional e internacional sobre tributação ambiental e extrafiscalidade) e pesquisa de direito comparado (esquemas europeus de tributação de agrotóxicos). Os dados secundários de externalidades foram coletados em fontes oficiais e revisadas por pares — Ibama, Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG) e periódicos indexados (Scopus/ScienceDirect) — e submetidos à análise de conteúdo e à triangulação. O modelo proposto foi construído por indução analítica, tomando por referência as experiências consolidadas da Dinamarca e da França.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados confirmam a materialidade das externalidades. Em 2023, foram comercializadas no Brasil 755.489 toneladas de ingredientes ativos de agrotóxicos (IBAMA, 2024), mantendo o país entre os maiores consumidores mundiais. Soares e Porto (2009), em estudo publicado na *Ecological Economics*, estimaram que, no Paraná, cada US\$ 1,00 despendido na compra de agrotóxicos corresponde a US\$ 1,28 de custos externos com intoxicações agudas — sem computar efeitos crônicos, contaminação hídrica e ônus previdenciário —, alcançando cifra de até US\$ 149 milhões. No caso dos fertilizantes nitrogenados, as emissões de óxido nitroso (N₂O) — gás com potencial de aquecimento cerca de 265 vezes superior ao do CO₂ — atingiram 37,5 milhões de toneladas de CO₂ equivalente em 2021 (SEEG, 2023). Tais custos, hoje suportados pela coletividade, permanecem externos ao preço, em desacordo com o princípio do poluidor-pagador (art. 4º, VII, da Lei nº 6.938/1981) e com as metas 3.9 e 12.4 da Agenda 2030 (ONU, 2015).

A experiência internacional demonstra a viabilidade da correção. A Dinamarca adota, desde 2013, imposto diferenciado por carga (load), calibrado pela toxicidade humana, pelo destino ambiental e pela ecotoxicidade de cada produto (DANISH EPA, 2023); a França substituiu, em 2009, o imposto por volume pela redevance pour pollutions diffuses, escalonada em três faixas de risco (BÖCKER; FINGER, 2016). Em ambos os casos, a graduação por risco — e não a oneração linear — produziu redução mensurável do impacto,

em consonância com as recomendações da OCDE quanto a tributos ambientalmente orientados (OECD, 2010).

A partir dessas premissas, propõe-se a Tributação Corretiva Graduada por Carga Ambiental (TCGCA): componente extrafiscal, modulável dentro da própria arquitetura do IBS/CBS e do IS, que substitui o benefício linear de 60% por uma graduação inversamente proporcional à carga ambiental do insumo, aferida por um Índice de Carga Ambiental (ICA) que agrega toxicidade, persistência e potencial de emissão. Insumos de menor impacto (bioinsumos e fertilizantes de eficiência aprimorada) preservam ou ampliam o benefício, ao passo que insumos de elevada externalidade migram progressivamente para a incidência plena ou para o Imposto Seletivo. O modelo é sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1: Instrumentos de correção de externalidades de insumos agrícolas — modelos internacionais e proposta.

Modelo	Base de cálculo	Critério de graduação	Efeito observado/ esperado
França — redevance (2009)	Volume por faixa de risco	Três categorias (mineral / perigoso / CMR)	Preço diferenciado conforme o risco
Dinamarca — load tax (2013)	Valor por índice de carga	Toxicidade + destino ambiental + ecotoxicidade	Redução mensurável da carga de pesticidas
Brasil — IS/LC 214/2025 (vigente)	Agrotóxico excluído do IS	Redução linear de 60% (IBS/ CBS)	Externalidade não internalizada
Brasil — TCGCA (proposta)	IBS/CBS/IS modulado	Índice de Carga Ambiental (ICA)	Neutralidade fiscal + substituição tecnológica

Fonte: elaborado pelo autor (2026).

Diferentemente da oneração indiscriminada, a TCGCA é desenhada para ser neutra em arrecadação e indutora de substituição tecnológica, dialogando com a bioeconomia tropical e com a agenda de rastreabilidade de cadeias (a exemplo do Regulamento UE 2023/1115). Sua replicabilidade em países de clima tropical e matriz agroexportadora — que compartilham perfis de uso intensivo de insumos — confere-lhe potencial de contribuição a agendas globais de desenvolvimento sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Imposto Seletivo, tal como desenhado pela LC n° 214/2025, revela lacuna de coerência com o princípio da defesa do meio ambiente que a própria EC n° 132/2023 constitucionalizou: ao excluir os agrotóxicos e subsidiá-los, deixa de internalizar externalidades cientificamente documentadas. A Tributação Corretiva Graduada por Carga Ambiental oferece caminho juridicamente viável, economicamente eficiente e ambientalmente consistente para corrigir

tal assimetria sem penalizar a competitividade do agronegócio, promovendo transição tecnológica e alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Como pesquisa em andamento, propõe-se, em etapas futuras, a modelagem quantitativa do Índice de Carga Ambiental e a simulação de cenários de arrecadação e de resposta setorial.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BÖCKER, T.; FINGER, R. European pesticide tax schemes in comparison: an analysis of experiences and developments. **Sustainability**, Basel, v. 8, n. 4, art. 378, 2016. DOI: 10.3390/su8040378. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su8040378>. Acesso em: 21 jul. 2026.

BRASIL. **Emenda Constitucional nº 132, de 20 de dezembro de 2023**. Altera o Sistema Tributário Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc132.htm. Acesso em: 21 jul. 2026.

BRASIL. **Lei Complementar nº 214, de 16 de janeiro de 2025**. Institui o Imposto sobre Bens e Serviços, a Contribuição Social sobre Bens e Serviços e o Imposto Seletivo. Brasília, DF: Presidência da República, 2025. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp214.htm. Acesso em: 21 jul. 2026.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 21 jul. 2026.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. **Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 5.553/DF**. Relator: Min. Edson Fachin. Brasília, DF: STF, 2026. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=5011612>. Acesso em: 21 jul. 2026.

DANISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Pesticide tax**. Copenhagen: Danish EPA, 2023. Disponível em: <https://eng.mst.dk/chemicals/pesticides/pesticide-tax>. Acesso em: 21 jul. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Relatórios de comercialização de agrotóxicos no Brasil: ano-base 2023**. Brasília, DF: Ibama, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/quimicos-e-biologicos/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 21 jul. 2026.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Taxation, innovation and the environment**. Paris: OECD Publishing, 2010. DOI: 10.1787/9789264087637-en. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264087637-en>. Acesso em: 21 jul. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a**

Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 21 jul. 2026.

PIGOU, A. C. **The economics of welfare**. London: Macmillan, 1920.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA (SEEG). **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do Brasil**. São Paulo: Observatório do Clima, 2023. Disponível em: <https://seeg.eco.br>. Acesso em: 21 jul. 2026.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. de S. Estimating the social cost of pesticide use: an assessment from acute poisoning in Brazil. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 68, n. 10, p. 2721-2728, 2009. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.07.016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.07.016>. Acesso em: 21 jul. 2026.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DO DENDÊ NO ESTADO DO PARÁ ENTRE 2000 E 2024

Fernanda Vanessa de Almeida Corrêa Nascimento Silva¹; David de Almeida Corrêa Nascimento Silva².

¹Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém, PA.

<http://lattes.cnpq.br/6155150354083042>

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Belém, PA.

<http://lattes.cnpq.br/0786531859631693>

PALAVRAS-CHAVE: Dendê. Cadeia produtiva. Desenvolvimento regional.

ÁREA TEMÁTICA: Agronegócio.

INTRODUÇÃO

A produção do dendê se consolida como uma das principais atividades bioeconômicas do Pará, transformando-o no epicentro da dendeicultura nacional (Venturieri et al., 2024). A expansão dessa cultura reflete uma complexa trajetória geo-histórica, coexistindo com grandes projetos agroindustriais, com modelos familiares de inclusão agrícola por meio de cooperativas e sistemas agroflorestais (Müller; Furlan Júnior; Celestino Filho, 2006).

Nas últimas décadas, a produção de óleo de palma passou por transformações estruturais e por crises sanitárias, como o Amarelecimento Fatal (Venturieri et al., 2024). Contudo, ainda são escassos os estudos que analisam, em séries históricas, a evolução da produção e sua dinâmica espacial. Diante dessa lacuna, questiona-se: como evoluiu a produção do dendê no Pará e no país entre os anos de 2000 e 2024?

Com isso, justifica-se a necessidade da realização desta pesquisa por contribuir para a compreensão da evolução no Pará entre 2000 e 2024, fornecendo dados empíricos essenciais para o planejamento de políticas públicas de bioeconomia e ordenamento territorial na região.

OBJETIVO

Analisar a expansão da produção de dendê no estado do Pará entre 2000 e 2024, por meio dos indicadores de área colhida, quantidade produzida e valor da produção disponibilizados pela Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), evidenciando sua evolução temporal e sua importância no contexto da dendeicultura brasileira.

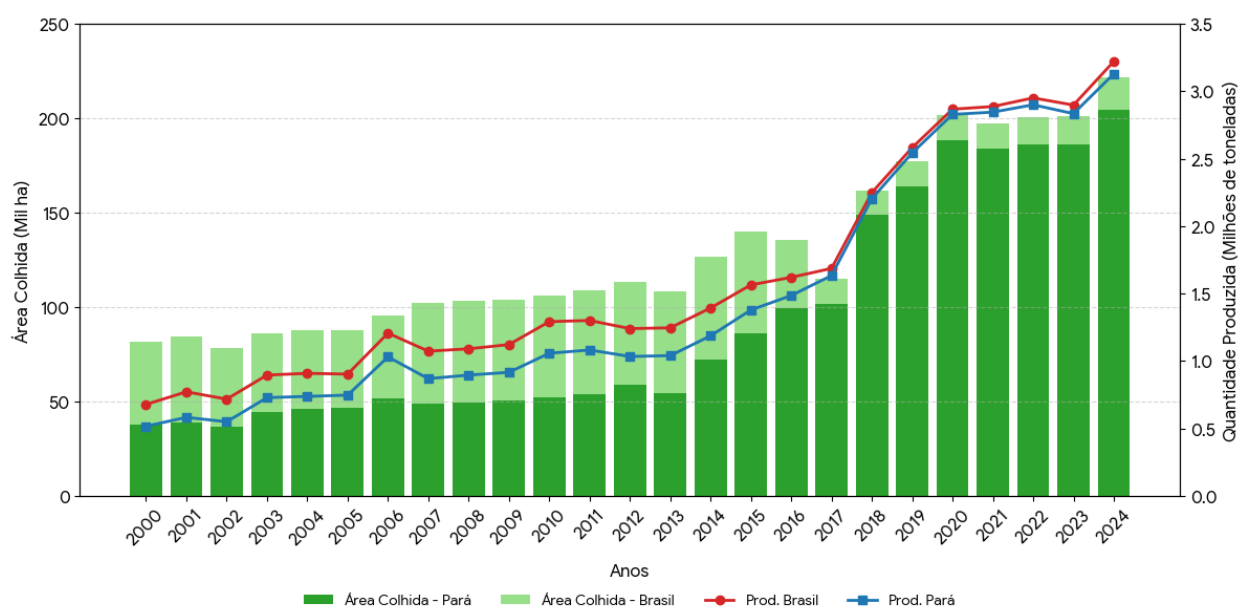
METODOLOGIA

A pesquisa possui abordagem quantitativa, natureza aplicada e caráter descritivo, sendo conduzida por meio de pesquisa documental baseada em dados secundários de fontes oficiais. O recorte espacial corresponde ao estado do Pará, enquanto o recorte temporal compreende o período de 2000 a 2024. Foram utilizados os indicadores de área colhida (ha), quantidade produzida (t) e valor da produção (R\$), obtidos na Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2026), por meio do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Os dados foram organizados em séries históricas e analisados mediante estatística descritiva, permitindo identificar a evolução dos indicadores produtivos e as tendências da dendeicultura paraense. Por utilizar exclusivamente informações públicas e agregadas, a pesquisa dispensa apreciação por Comitê de Ética, conforme a Resolução CNS nº 510/2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Pesquisa Agrícola Municipal evidenciam uma expansão expressiva na dendeicultura no estado do Pará entre 2000 e 2024 (IBGE, 2026). Em 2000, o território paraense computava 37.893 hectares (ha) colhidos, o que correspondia a 46,28% do total nacional de 81.881 ha. Em 2024, a área colhida no Pará saltou para 204.611 ha, representando um crescimento de 439,97% e consolidando a dominância de 92,24% da área colhida do país.

Gráfico 1: Evolução da Área Colhida e Produção de Dendê Cultivado entre 2000 e 2024 (Brasil x Pará).



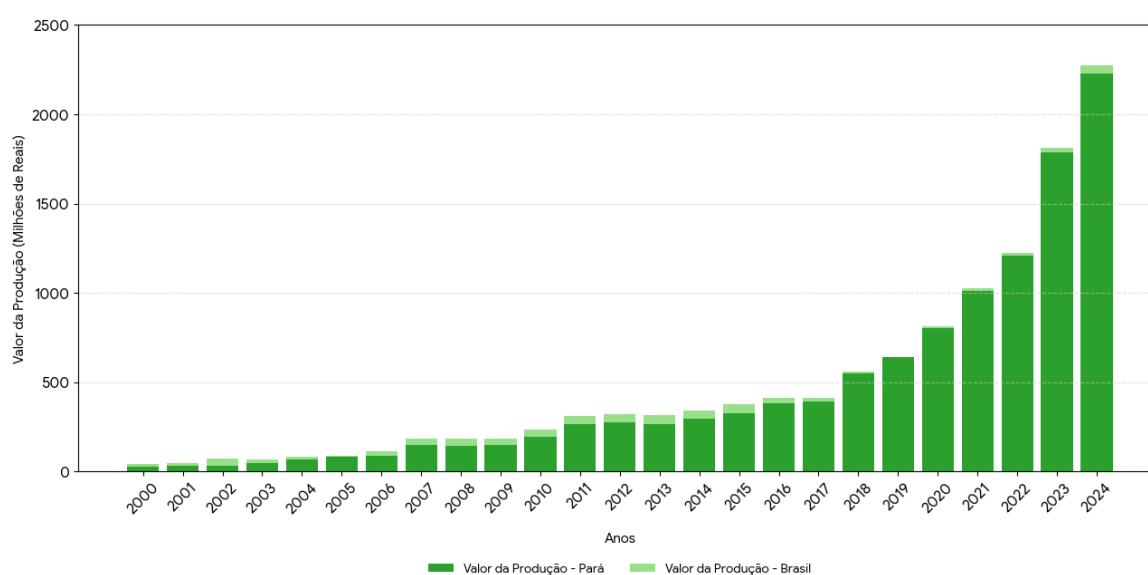
Fonte: IBGE (2026). Adaptado pelos autores.

Essa evolução territorial registrou saltos quantitativos atrelados a marcos de planejamento e ordenamento. Entre 2000 e 2009, a área colhida manteve uma trajetória de crescimento gradual, oscilando na faixa de 36 mil a 50 mil hectares. Esse comportamento é condizente com a fase cronológica de consolidação da cadeia produtiva, caracterizada pela manutenção da dominância e fortalecimento de polos agroindustriais tradicionais estabelecidos majoritariamente na microrregião de Tomé-Açu, com ênfase para os municípios de Tailândia e Moju (VENTURIERI et al., 2024).

A partir de 2010, observa-se o início de uma nova dinâmica espacial de forte expansão territorial. A área colhida no Pará, que totalizava 52.244 hectares em 2010, expandiu-se continuamente até atingir 188.502 hectares em 2020. Esse avanço reflete as diretrizes do Programa de Produção Sustentável de Palma de Óleo no Brasil, instituído em 2010, período em que ocorreu a aquisição e a criação de novas empresas do setor, com incorporação e conversão de novas áreas agrícolas (VENTURIERI et al., 2024). Conforme os dados históricos da série PAM-IBGE, a área plantada acumulada expandiu-se a partir da virada desta década, saltando de um teto de 52 mil hectares na fase anterior para um máximo acumulado de 189 mil hectares na fase subsequente (IBGE, 2026). Nos anos seguintes (2021 a 2024), a área colhida estadual sustentou patamares superiores a 180 mil hectares, atingindo o ápice de 204.611 hectares em 2024 (IBGE, 2026).

O incremento da área refletiu-se diretamente no volume produzido. Em 2000, o Pará registrava 517.114 toneladas (t), equivalentes a 76,19% do total nacional. Em 2024, a produção estadual atingiu a marca histórica de 3.130.177 t (crescimento acumulado de 505,32%), alcançando 97,15% da dendeicultura nacional (IBGE, 2026).

Gráfico 2: Evolução Comparativa do Valor da Produção de Dendê Cultivado entre 2000 e 2024 (Brasil x Pará).



Fonte: IBGE (2026). Adaptado pelos autores.

O comportamento da curva de produção corrobora o entendimento de que o estabelecimento e o sucesso dessa cultura decorrem de planejamento estruturado e da indução governamental (VENTURIERI et al., 2024). Nota-se que o crescimento da produtividade superou proporcionalmente o aumento em área, indicando ganhos de eficiência técnica e maturação das plantações introduzidas a partir da virada da década de 2010. Na perspectiva tecnológica e de sustentabilidade biológica, o fortalecimento da cadeia produtiva contou com o avanço de plantios de dendezeiros híbridos interespecíficos (HIE) derivados do cruzamento entre o caiaué (*Elaeis oleifera*) e o dendezeiro africano (*Elaeis guineensis*), voltados para mitigar os impactos de crises sanitárias causadas pelo Amarelecimento Fatal (VENTURIERI et al., 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da série histórica (2000 - 2024) confirmou que a dendeicultura no Pará passou por um processo de expansão acelerado, consolidando o estado como o epicentro absoluto da produção de óleo de palma no Brasil. O expressivo avanço nos indicadores de área colhida e quantidade produzida valida a relevância da atividade para a bioeconomia regional.

Os resultados reiteram o papel indutor do Estado por meio de políticas públicas pós-2010, que descentralizaram a produção antes restrita aos polos tradicionais e atraíram novos investimentos agroindustriais. Do ponto de vista técnico e social, a cadeia demonstrou resiliência frente a crises sanitárias com o uso de híbridos interespecíficos e provou ser um vetor estratégico de ordenamento territorial, integrando o agronegócio corporativo à agricultura familiar em áreas antropizadas.

Conclui-se que o objetivo da pesquisa foi plenamente alcançado, oferecendo um diagnóstico empírico e robusto. Para estudos futuros, recomenda-se monitorar os impactos socioambientais nas novas franjas de expansão e avaliar a viabilidade econômica dos modelos familiares frente às oscilações do mercado global de commodities.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Tabela 1613: Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Rio de Janeiro: IBGE, 2026. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613>. Acesso em: 12 jul. 2026.

MÜLLER, Antonio Agostinho; FURLAN JÚNIOR, José; CELESTINO FILHO, Pedro. **A Embrapa Amazônia Oriental e o Agronegócio do Dendê no Pará.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 67 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 257). ISSN 1517-2201. Disponível em: embrapa.br. Acesso em: 31 jul. 2026

VENTURIERI, Adriano *et al.* Cultivo de dendezeiro no Pará: dinâmicas espaciais e uma aproximação geohistórica. **Confins**, n. 63, 29 jun. 2024. Disponível em: openedition.org. Acesso em: 13 jul. 2026.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO AQUÍCOLA DE TILÁPIAS NO BRASIL ENTRE 2000 E 2024: TENDÊNCIAS, CRESCIMENTO E VARIAÇÕES PRODUTIVAS

Juan Sebastian Alvarez Reza¹.

¹Universidad de Nariño (UDENAR), Pasto, Nariño, Colômbia.

<https://orcid.org/0009-0000-4195-6453>

PALAVRAS-CHAVE: Tilápias. Produção aquícola. Série temporal.

ÁREA TEMÁTICA: Agronegócio

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/3

INTRODUÇÃO

A produção de tilápias ocupa posição de destaque na aquicultura brasileira. A avaliação de sua evolução em longo prazo requer uma série estatística comparável, pois mudanças institucionais, metodológicas e taxonômicas na coleta e organização dos dados podem alterar valores e classificações entre diferentes fontes. Barroso, Muñoz e Cai (2019) identificaram essa limitação ao examinar o desempenho econômico e produtivo da cadeia brasileira de tilápia.

O FishStat reúne séries padronizadas de produção aquícola por país, espécie, área e ambiente de cultivo. A atualização de março de 2026 da base Global Aquaculture Production incorporou registros até 2024 em toneladas de peso vivo (FAO, 2026; MAGNUSSON; SHARMA, 2026). Essa cobertura permite examinar não apenas o crescimento acumulado, mas também mudanças na velocidade de expansão. Em séries de longo prazo, distinguir taxas relativas de incrementos absolutos é especialmente relevante, porque o mesmo aumento percentual representa volumes distintos à medida que a base produtiva se amplia.

OBJETIVO

Analisar a evolução da produção aquícola de tilápias no Brasil entre 2000 e 2024 e quantificar o crescimento acumulado, a taxa composta de crescimento anual, as variações interanuais e as diferenças no ritmo de expansão entre subperíodos, com base nos registros oficiais do FAO FishStat.

METODOLOGIA

Foi realizado um estudo de abordagem quantitativa, natureza aplicada, objetivo descritivo e procedimento documental, de caráter retrospectivo, com abrangência nacional

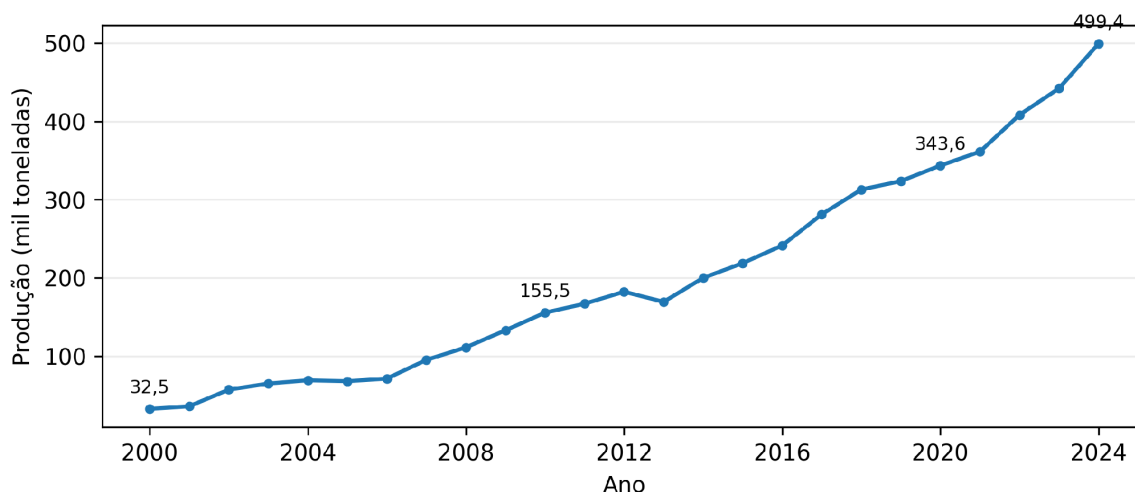
e baseado em dados secundários de acesso público. Utilizou-se a versão 2026.1.0 da base *Global Aquaculture Production* do FAO FishStat, divulgada em março de 2026. Foram selecionados Brasil (código 76), o período de 2000 a 2024 e a variável quantidade em peso vivo (Q_tlw). A série analisada reuniu 25 observações anuais, sem interpolação ou imputação de valores. Para preservar a comparabilidade histórica, adotou-se “tilápias” como denominação agregada: anuários antigos da FAO registraram parte dos anos iniciais como *Tilapias nei*, *Oreochromis* (= *Tilapia*) spp. (TLP) (FAO, 2008), enquanto registros mais recentes estão associados à tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus* (TLN). Assim, o período não foi interpretado como taxonomicamente homogêneo.

Para cada ano de 2001 a 2024 calculou-se a variação absoluta ($\Delta P_t = P_t - P_{t-1}$) e a variação percentual interanual [$V_t = (P_t/P_{t-1} - 1) \times 100$]. A taxa composta de crescimento anual (CAGR) do período completo foi obtida por $[(P_{2024}/P_{2000})^{(1/24)} - 1] \times 100$. Para comparar a dinâmica de expansão, a série foi segmentada em 2000–2008, 2008–2016 e 2016–2024. Em cada subperíodo foram estimados a participação no incremento líquido total, o incremento absoluto médio anual e o fator de expansão (produção final/produção inicial). Como indicadores complementares de escala, calcularam-se o número equivalente de duplicações [$\log_2(P_{2024}/P_{2000})$] e o tempo de duplicação equivalente associado à CAGR [$\ln(2)/\ln(1+CAGR)$]. Também foi ajustada uma regressão linear simples da produção em função do ano, exclusivamente como medida descritiva da tendência; foram reportados o coeficiente angular e o coeficiente de determinação (R^2), sem atribuição causal ou uso preditivo. O processamento dos dados e os cálculos foram realizados em Python 3.13. Por utilizar dados secundários agregados de domínio público, o estudo não envolveu experimentação animal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre 2000 e 2024, a produção aquícola de tilápias no Brasil passou de 32.459 t para 499.364 t. O volume final foi 15,38 vezes superior ao inicial, com incremento líquido de 466.905 t (1.438,4%) e CAGR de 12,06% ao ano. Essa variação corresponde a 3,94 duplicações do nível de 2000 e a um tempo de duplicação equivalente de 6,1 anos. Houve crescimento em 22 dos 24 intervalos interanuais (91,7%). A Figura 1 apresenta a série anual.

Figura 1: Evolução anual da produção aquícola de tilápias no Brasil, 2000–2024.



Fonte: Elaborado pelo autor com dados do FAO FishStat (2026).

A maior variação percentual ocorreu em 2002, com aumento de 59,17% em relação a 2001. As únicas reduções foram observadas em 2005 (–1,78%) e 2013 (–7,13%). Em termos absolutos, 2024 apresentou o maior acréscimo anual, com 57.190 t adicionais frente a 2023. Esse incremento isolado foi ligeiramente superior à produção total registrada em 2002 (57.031 t) e equivaleu a 1,76 vez o volume produzido em 2000. A comparação mostra por que taxas percentuais e variações em toneladas devem ser interpretadas conjuntamente em séries que mudam substancialmente de escala.

Tabela 1: Decomposição estrutural do crescimento da produção de tilápias no Brasil por subperíodos, 2000–2024.

Período	Participação no incremento total (%)	Incremento médio anual (t/ano)	Fator de expansão	CAGR (%/ano)
2000–2008	16,85	9.836	3,42	16,63
2008–2016	27,89	16.280	2,17	10,18
2016–2024	55,25	32.247	2,07	9,51

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do FAO FishStat (2026). CAGR = taxa composta de crescimento anual.

Os indicadores da Tabela 1 revelam que a redução progressiva da CAGR ocorreu simultaneamente ao aumento do ganho médio anual em toneladas. Não se trata de comportamentos contraditórios: à medida que a base produtiva cresce, uma taxa percentual menor pode corresponder a um acréscimo físico maior. Para a análise do agronegócio aquícola, esse resultado indica que a intensidade da expansão não deve ser avaliada apenas pela variação relativa; o volume adicional incorporado em cada período fornece

uma medida complementar da dimensão produtiva alcançada.

A regressão linear apresentou coeficiente angular de 18.070 t por ano e $R^2 = 0,948$. O ajuste resume grande parte da variação temporal observada, mas foi utilizado apenas como descrição global, pois a série inclui contrações pontuais e ritmos distintos entre subperíodos. Barroso, Muñoz e Cai (2019) também registraram mudanças históricas nas fontes e nos procedimentos das estatísticas aquícolas brasileiras; comparações com estimativas privadas ou versões anteriores da base exigem, portanto, atenção à metodologia e à classificação taxonômica adotadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise combinada dos indicadores permitiu distinguir fases distintas da produção brasileira de tilápias sem reduzir a interpretação a uma única taxa de crescimento. A CAGR descreveu a velocidade proporcional, enquanto os incrementos em toneladas mostraram a dimensão física adicionada ao sistema produtivo. Essa abordagem é mais informativa para o acompanhamento do agronegócio aquícola do que o uso isolado de um único indicador. Como a base utilizada é agregada e descritiva, os resultados não explicam os determinantes do crescimento. Investigações posteriores podem incorporar preços, custos de ração, produtividade, área cultivada, tecnologia e mudanças regulatórias para testar quais fatores estiveram associados às transformações observadas.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BARROSO, R. M.; MUÑOZ, A. E. P.; CAI, J. **Social and economic performance of tilapia farming in Brazil**. FAO Fisheries and Aquaculture Circular, n. 1181. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics. 2006**. Rome: FAO, 2008. Disponível em: <<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i0400t>>. Acesso em: 25 jul. 2026.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global Aquaculture Production**. Versão 2026.1.0, atualização de março de 2026. Rome: FAO, 2026. Disponível em: <<https://www.fao.org/fishery/en/collection/aquaculture>>. Acesso em: 25 jul. 2026.

MAGNUSSON, A.; SHARMA, R. **fishstat: Global Fishery and Aquaculture Statistics**. R package version 2026.1.0.0. 2026. DOI: 10.32614/CRAN.package.fishstat.

EXPANSÃO COMERCIAL E RECONCENTRAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE TILÁPIA, 2015-2024

Juan Sebastian Alvarez Reza¹.

¹Universidad de Nariño (UDENAR), Pasto, Colômbia. ORCID:

<https://orcid.org/0009-0000-4195-6453>

PALAVRAS-CHAVE: Tilápia. Comércio exterior. Concentração de mercados.

ÁREA TEMÁTICA: Agronegócio.

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/6

INTRODUÇÃO

A inserção internacional da tilapicultura brasileira acelerou na última década, porém o aumento das vendas externas não informa, isoladamente, como essa expansão foi construída. Uma pauta pode crescer com maior variedade de destinos e, ainda assim, permanecer economicamente dependente de um único comprador; da mesma forma, o avanço do valor exportado pode resultar de aumento físico dos embarques, valorização de preços ou mudança para produtos de maior valor unitário. Em 2024, a Embrapa registrou US\$ 55,66 milhões em exportações de tilápia ao considerar produtos alimentares e subprodutos e destacou a forte presença brasileira no mercado norte-americano, onde o país ocupou a quarta posição entre os fornecedores de tilápia e a segunda no segmento de filé fresco (PEDROZA FILHO; ROCHA; RIBEIRO, 2025). Esse contexto justifica examinar não apenas o crescimento, mas também a especialização da pauta e a distribuição do valor entre mercados.

OBJETIVO

Analisar a trajetória das exportações brasileiras de tilápia para consumo humano entre 2015 e 2024, com ênfase na mudança da composição por produto, nos mecanismos que explicaram o crescimento recente e na evolução da concentração dos destinos e das unidades da Federação de origem.

METODOLOGIA

Realizou-se estudo quantitativo, aplicado, descritivo e documental, de caráter longitudinal. A base principal foi o Comex Stat/MDIC, consultado em 21 de agosto de 2026, para o fluxo de exportação, com periodicidade mensal e detalhamento por NCM, país de

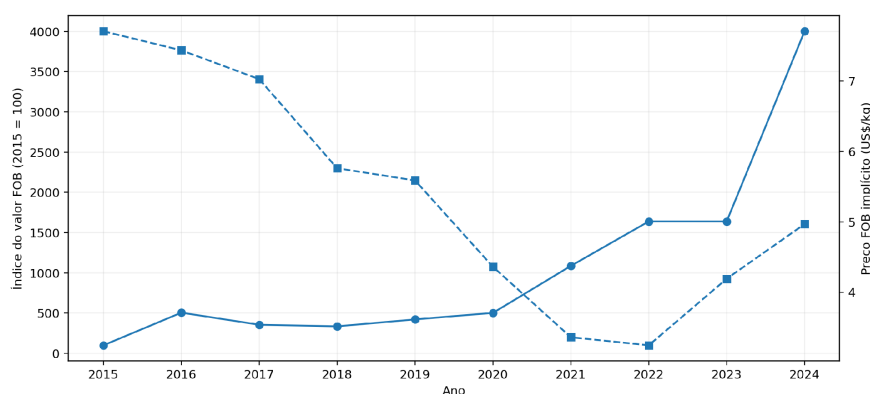
destino e unidade da Federação. Foram selecionados os códigos 03027100 (tilápias frescas ou refrigeradas), 03032300 (tilápias congeladas), 03043100 (filés frescos ou refrigerados) e 03046100 (filés congelados). As tabelas auxiliares do MDIC foram utilizadas para conferir nomenclatura e unidade estatística. Subprodutos sem correspondência direta com esses quatro NCM foram excluídos; por isso, os totais deste estudo não equivalem ao agregado de tilápia divulgado pela Embrapa.

Os registros mensais foram consolidados por ano. Calcularam-se valor FOB, peso líquido, preço FOB implícito e taxa composta de crescimento anual (CAGR). A distribuição por destino foi examinada pela participação do principal mercado (CR1), participação dos três maiores (CR3), Índice Herfindahl-Hirschman (HHI) e número efetivo de mercados ($10.000/\text{HHI}$). Para 2023-2024, a variação do valor foi decomposta em efeito-volume, calculado a preços de 2023, e efeito-preço, aplicado ao volume de 2024; a soma dos dois componentes reproduz a variação observada. Também se estimaram participações e concentração por unidade da Federação. O estudo utilizou exclusivamente dados públicos agregados e não envolveu experimentação animal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A série apresenta três momentos distintos. Entre 2015 e 2020, o avanço foi irregular e acompanhado por redução do preço FOB implícito, sinal de que a expansão ainda não estava sustentada por um portfólio estável de maior valor. Em 2021-2022 ocorreu uma mudança de escala com a consolidação da tilápia inteira congelada, que ampliou o componente de volume. A aceleração de 2023-2024 teve natureza diferente: o filé fresco voltou a ocupar o centro da pauta e passou a combinar forte crescimento físico com recuperação de preço. Assim, a trajetória não corresponde a uma expansão homogênea, mas a uma sucessão de estratégias comerciais com distintos níveis de valor agregado.

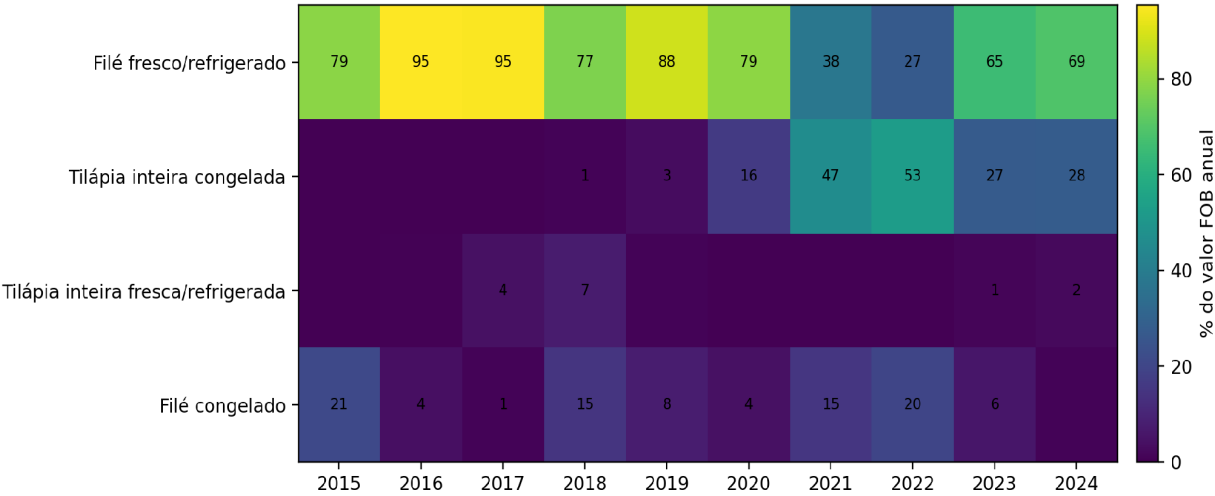
Figura 1. Evolução do valor exportado e do preço FOB implícito dos produtos de tilápia para consumo humano, 2015-2024.



Fonte: elaboração própria com dados do Comex Stat/MDIC (consulta em 21 ago. 2026). Índice do valor FOB: 2015 = 100.

A composição por produto esclarece por que o preço médio agregado caiu no horizonte completo apesar da valorização recente do filé fresco. O crescimento do peixe inteiro congelado introduziu na pauta uma categoria de menor preço unitário e grande peso físico, comprimindo a média geral. O movimento de 2024, entretanto, não foi simples substituição por produto barato: a expansão do filé fresco foi suficientemente intensa para reforçar simultaneamente o valor agregado e o volume total. Essa combinação aproxima o Brasil de uma especialização dual, baseada em um segmento refrigerado de maior valor e em outro congelado voltado à escala.

Figura 2. Participação das categorias no valor FOB anual das exportações brasileiras de tilápia para consumo humano, 2015-2024 (%).



Fonte: elaboração própria com dados do Comex Stat/MDIC (consulta em 21 ago. 2026).

A decomposição do salto de 2023 para 2024 mostra que o recorde recente foi predominantemente quantitativo, mas não exclusivamente. O filé fresco respondeu por 71,8% do incremento líquido do valor e a tilápia inteira congelada por 28,1%; em ambas, o efeito-volume foi superior ao efeito-preço. No filé fresco, cerca de US\$ 18,28 milhões do acréscimo decorreram do maior volume e US\$ 4,14 milhões da valorização unitária. Para o peixe inteiro congelado, esses componentes foram US\$ 5,56 milhões e US\$ 3,20 milhões. O filé congelado atuou no sentido oposto, reduzindo o crescimento agregado. Isso indica que o resultado de 2024 não pode ser atribuído apenas a preços mais altos: houve ampliação efetiva da capacidade de colocação do produto brasileiro no exterior.

Tabela 1. Decomposição da variação do valor FOB por produto entre 2023 e 2024.

Produto	Δ valor (US\$ mi)	Efeito-volume	Efeito-preço	Contribuição ao Δ total
Filé fresco/refrigerado	22,42	18,28	4,14	71,8%
Tilápia inteira congelada	8,76	5,56	3,20	28,1%
Tilápia inteira fresca/ refrigerada	0,87	0,85	0,02	2,8%
Filé congelado	-0,84	-0,72	-0,12	-2,7%

Fonte: elaboração própria com dados do Comex Stat/MDIC. Efeitos calculados a partir dos preços de 2023 e volumes de 2024.

A dimensão geográfica revela um padrão ainda mais marcante. A diversificação aparente atingiu seu melhor momento em 2022, quando o principal destino respondeu por 87,1% do valor e o HHI caiu para 7.634 pontos. Esse movimento não se consolidou: em 2023 e 2024 ocorreu reconcentração, com os Estados Unidos absorvendo 97,8% e 97,5%, respectivamente. Em 2024 havia 45 destinos, mas os três maiores reuniam 99,7% do valor e o número efetivo de mercados era apenas 1,05. Portanto, a expansão do número de países atendidos ocorreu principalmente na margem, com fluxos pequenos, enquanto o núcleo econômico da pauta permaneceu fortemente dependente do mercado norte-americano. A posição brasileira entre os principais fornecedores de tilápia e, sobretudo, de filé fresco aos Estados Unidos ajuda a explicar essa reconcentração: ela reflete não apenas ausência de diversificação, mas também aprofundamento competitivo em um mercado no qual o produto brasileiro ganhou espaço (PEDROZA FILHO; ROCHA; RIBEIRO, 2025).

A origem territorial seguiu lógica distinta. A participação de São Paulo, dominante em 2015, foi substituída pela liderança do Paraná em 2024, enquanto o número de unidades da Federação com vendas positivas aumentou de três para 16. Mesmo com essa difusão, Paraná e São Paulo concentraram 94,8% do valor no último ano. O avanço nacional, portanto, não se distribuiu de maneira uniforme: houve ampliação da base exportadora, mas a capacidade de acessar os mercados de maior valor permaneceu associada a poucos polos produtivos e logísticos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expansão brasileira de tilápia entre 2015 e 2024 foi acompanhada por mudança estrutural da pauta. O crescimento recente resultou principalmente do aumento dos volumes de filé fresco e tilápia inteira congelada, complementado por ganhos de preço, e não de uma valorização generalizada dos produtos. Ao mesmo tempo, o maior número de destinos não reduziu a dependência externa: depois de uma abertura relativa em 2022, o valor voltou a se concentrar nos Estados Unidos. O caso brasileiro combina, assim, especialização produtiva, ganho de escala e aprofundamento em um mercado de alto peso comercial. Essa configuração sustenta o desempenho enquanto a demanda norte-americana permanece

favorável, mas aumenta a exposição a alterações sanitárias, tarifárias, logísticas ou de consumo nesse destino. A principal oportunidade estratégica não é apenas alcançar novos países, mas elevar a participação econômica dos mercados secundários sem perder competitividade nos segmentos em que o Brasil já consolidou posição.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Comex Stat: Exportação e Importação Geral. Brasília, DF: MDIC, 2026. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 21 jun. 2026.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Estatísticas de Comércio Exterior em Dados Abertos: tabelas auxiliares. Brasília, DF: MDIC, 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/base-de-dados-bruta>. Acesso em: 21 jun. 2026.

PEDROZA FILHO, Manoel Xavier; ROCHA, Hainan Souza; RIBEIRO, Vinícius Souza. Exportações da piscicultura brasileira cresceram 138% em 2024. Informativo Comércio Exterior da Piscicultura, ed. 20. Palmas, TO: Embrapa Pesca e Aquicultura, jan. 2025.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA AGROPECUÁRIA: DO ADMINISTRADOR REATIVO AO LÍDER ESTRATÉGICO

Juan Daniel Avalos Añazco¹; Luis Felipe Medeiro Alves².

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Santa Rosa de Lima, Misiones, Paraguai.

<https://orcid.org/0000-0001-9171-8744>

²Universidade de São Paulo (USP/IPEN) e Centro Universitário Internacional (Uninter), São Paulo, SP.

<http://lattes.cnpq.br/8154557253212194>

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de precisão. Apoio à decisão. Adoção tecnológica.

ÁREA TEMÁTICA: Agronegócio

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/16

INTRODUÇÃO

A produção científica sobre inteligência artificial (IA) na agricultura passou de 1.742 artigos em 2020 para 10.220 em 2025, e o mapeamento dessas 31.452 publicações indexadas na Scopus organiza o campo em seis temas (CAPILITAN; BALBIN; MATIAS, 2026). A inteligência de cultivo e produção, que reúne monitoramento de lavouras, detecção de doenças e otimização de insumos, responde por 34,1% do acervo; a inteligência socioeconômica e decisória, que reúne previsão de preços, cadeias de suprimento e apoio à decisão do produtor, responde por 1,7% e é classificada pelos autores como tema emergente.

Para o administrador, essas ferramentas chegam como decisões: quando irrigar, onde aplicar defensivos, qual talhão tratar primeiro. Os levantamentos com produtores mostram que a passagem da previsão à decisão depende de custo, confiança nos algoritmos, habilidade digital e infraestrutura (SATPATI, 2026). Este resumo reúne a evidência quantitativa dos dois lados: os efeitos medidos das ferramentas e as condições documentadas de adoção.

OBJETIVO

Reunir a evidência quantitativa publicada sobre os efeitos das ferramentas de IA nas decisões da gestão agropecuária e delimitar as condições de adoção documentadas em levantamentos com produtores e em revisões sistemáticas, com atenção à América Latina.

METODOLOGIA

O estudo tem abordagem quali-quantitativa, natureza básica, objetivos exploratório e descritivo e, quanto aos procedimentos técnicos, caracteriza-se como pesquisa bibliográfica. Foram lidos na íntegra sete documentos: um mapeamento bibliométrico de 31.452 publicações (CAPILITAN; BALBIN; MATIAS, 2026), uma revisão sistemática de 78 estudos sobre aplicações (KARKIKATTI et al., 2026), uma revisão sistemática de 50 estudos sobre adoção por pequenos produtores (SATPATI, 2026), um estudo primário de detecção de doenças (MOHANTY; HUGHES; SALATHÉ, 2016), uma revisão de barreiras em países em desenvolvimento (AHMAD et al., 2024), um levantamento com 277 empresários agrícolas (VUJIČIĆ et al., 2026) e uma revisão integrativa latino-americana (AVALOS AÑAZCO; MORA DEL PUERTO, 2025).

De cada fonte registraram-se o efeito quantitativo tal como a fonte o enuncia, o domínio de gestão a que o efeito pertence e as condições de adoção reportadas; os coeficientes de regressão são apresentados com duas casas decimais. Cada DOI citado foi resolvido na base Crossref antes da citação. Os dados compilados estão disponíveis com os autores mediante solicitação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 reúne os efeitos com valor numérico, da distribuição da pesquisa às aplicações por domínio da gestão.

Quadro 1: Efeitos documentados de ferramentas de IA por domínio da gestão agropecuária

Domínio da gestão	Ferramenta e alcance	Efeito enunciado pela fonte	Fonte
Distribuição da pesquisa	Mapeamento por tópicos de 31.452 publicações (2020-2025)	Produção agrícola com 34,1% do acervo; dimensão socioeconômica e decisória com 1,7%, classificada emergente	CAPILITAN; BALBIN; MATIAS, 2026
Sanidade vegetal	Rede neural convolucional, 54.306 imagens, 38 classes	Acurácia de 99,35% em imagens de condições controladas; 31,4% a 31,7% em imagens de outra origem	MOHANTY; HUGHES; SALATHÉ, 2016
Irrigação	GPS diferencial e análise de imagem (projeto PANTHEON)	Redução de cerca de 15% no uso de água com agendamento otimizado	KARKIKATTI et al., 2026
Controle de plantas daninhas	Visão computacional embarcada em pulverizadores (See & Spray)	Economia superior a 70% no custo de herbicida em operação comercial	KARKIKATTI et al., 2026
Extensão e diagnóstico	Aplicativo móvel com rede convolucional para diagnóstico de mandioca sem conexão	Mais de um milhão de produtores usuários na África Subsaariana	KARKIKATTI et al., 2026
Pecuária	Pecuária de precisão, nutrição de precisão, IoT e IA	Melhora da gestão produtiva e da eficiência operacional, com barreiras de custo, infraestrutura e adoção	AVALOS AÑAZCO; MORA DEL PUERTO, 2025

Fonte: Elaborado pelos autores a partir das fontes indicadas (2026).

Os efeitos medidos concentram-se nas tarefas visuais com dados em volume. No estudo primário de referência, a rede treinada com 54.306 imagens de 14 espécies e 26 doenças acertou 99,35% das imagens de teste da mesma coleção; aplicada a imagens obtidas em condições distintas das de treinamento, a acurácia caiu para 31,4% e 31,7% nos dois conjuntos avaliados, e os autores indicam dados mais numerosos e mais variados como o caminho para fechar essa distância (MOHANTY; HUGHES; SALATHÉ, 2016). A revisão de 78 estudos registra o mesmo padrão nos sistemas embarcados: as acurácias de 73% a 93,8% reportadas para modelos de borda em rede 5G vêm de ambiente simulado; entre os casos com efeito medido fora da simulação estão os do Quadro 1 (KARKIKATTI et al., 2026).

Para a gestão, a mudança documentada está no momento da decisão: os sistemas de apoio entregam a previsão antes do evento, e a decisão de irrigar, tratar ou adubar passa a ser tomada sobre o cenário previsto. Na revisão de adoção em pequenas propriedades, atitude, confiança, habilidade digital, infraestrutura e custo condicionam o uso, e desenho centrado no usuário, serviços de extensão e política pública aparecem como facilitadores (SATPATI, 2026). No levantamento com 277 empresários agrícolas ativos e potenciais da Sérvia, baseado em percepções autorrelatadas, a digitalização foi o preditor mais forte do desenvolvimento agrícola percebido ($\beta = 0,67$) e a aplicação de IA teve coeficiente menor ($\beta = 0,28$), ambos com $p < 0,0001$ e 81,2% da variância explicada (VUJIČIĆ et al., 2026).

Na América Latina, a revisão integrativa de 50 documentos sobre sistemas pecuários ultraintensivos registra que as tecnologias de pecuária de precisão, IoT e IA melhoram a gestão produtiva e a eficiência operacional, que a implantação esbarra em custo, infraestrutura e adoção, e que o investimento inicial e o acesso a crédito restringem a adoção pelo pequeno produtor (AVALOS AÑAZCO; MORA DEL PUERTO, 2025). Para os países em desenvolvimento em geral, Ahmad et al. (2024) organizam os desafios de adoção em nove categorias, do financiamento e da infraestrutura ao acesso a mercado e às normas culturais, cada uma com remédios propostos, entre eles a aquisição coletiva de ferramentas por centros comunitários, a capacitação local e as plataformas de informação de preços em tempo real.

O mapa do campo põe esses resultados em proporção: a pesquisa concentra-se nas aplicações de produção, e a dimensão que trata do preço, da cadeia e da decisão do administrador ocupa 1,7% do acervo e o quadrante emergente do mapa temático (CAPILITAN; BALBIN; MATIAS, 2026).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evidência reunida sustenta três afirmações. Nas tarefas visuais com dados em volume, os efeitos das ferramentas de IA estão medidos, e o estudo primário de referência quantifica também a queda de desempenho fora das condições de treinamento, de 99,35% para 31,4% a 31,7%. A adoção é governada por variáveis de gestão, com custo, confiança,

habilidade digital e infraestrutura documentados nos levantamentos e com investimento inicial, crédito e capacitação acrescentados pela revisão latino-americana. A dimensão socioeconômica e decisória ocupa 1,7% do acervo mapeado e o quadrante emergente do campo; para a agropecuária latino-americana, a lacuna aberta está na medição de resultados de gestão em operação comercial sob essas variáveis de adoção.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

AHMAD, A. et al. AI can empower agriculture for global food security: challenges and prospects in developing nations. *Frontiers in Artificial Intelligence*, v. 7, 1328530, 2024. DOI: 10.3389/frai.2024.1328530.

AVALOS AÑAZCO, J. D.; MORA DEL PUERTO, J. R. Ultraintensive livestock farming: an integrative review of technical, financial, environmental, and social-institutional indicators in Latin America. *Investigación Agraria*, v. 27, n. 2, e2702868, 2025.

CAPILITAN, J. J.; BALBIN, A. L.; MATIAS, J. B. Mapping the evolution of artificial intelligence in agriculture: a large-scale BERTopic analysis of smart farming, automation, and precision systems (2020-2025). *AgriEngineering*, v. 8, n. 8, 312, 2026. DOI: 10.3390/agriengineering8080312.

KARKIKATTI, A. V. et al. A systematic review of artificial intelligence and internet of things applications in precision agriculture. *Discover Artificial Intelligence*, v. 6, 867, 2026. DOI: 10.1007/s44163-026-01955-0.

MOHANTY, S. P.; HUGHES, D. P.; SALATHÉ, M. Using deep learning for image-based plant disease detection. *Frontiers in Plant Science*, v. 7, 1419, 2016. DOI: 10.3389/fpls.2016.01419.

SATPATI, S. Systematic review of artificial intelligence in precision agriculture for smallholder farmers. *Discover Global Society*, v. 4, 190, 2026. DOI: 10.1007/s44282-026-00546-9.

VUJIČIĆ, S. et al. Prediction of the development of modern agriculture as a function of artificial intelligence and digitalization. *Western Balkan Journal of Agricultural Economics and Rural Development*, v. 8, n. 1, p. 119-140, 2026. DOI: 10.5937/WBJAE2501119V.

ÁREA TEMÁTICA: AGRONOMIA

MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL À EROSÃO E ANTROPIZAÇÃO NO MUNICÍPIO DE IJUÍ - RS UTILIZANDO ÁLGEBRA DE MAPAS EM AMBIENTE SIG

Larissa Gonçalves Almeida de Oliveira¹; Laísa Gonçalves Almeida de Oliveira²; Sandro Luciano Barreto Fensterseifer(O)

^{1,2,3}Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Frederico Westphalen, RS

PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de informação geográfica. Planeamento territorial. Mapeamento digital.

ÁREA TEMÁTICA: Geoprocessamento

INTRODUÇÃO

A análise da vulnerabilidade ambiental baseia-se na susceptibilidade intrínseca da paisagem à degradação, governada pelas interações entre relevo, litologia, solo e clima. Conforme Ross (1994) e Crepani et al. (2001), a estabilidade de um ecossistema depende do balanço dinâmico entre a morfogênese (dissecação do relevo) e a pedogênese (formação do solo) frente às pressões antrópicas. O município de Ijuí, localizado no Noroeste do Rio Grande do Sul, integra o Planalto Meridional e possui forte histórico agropecuário fundamentado em monoculturas mecanizadas de soja e milho. A substituição da vegetação nativa por lavouras sazonais expõe o território a riscos de compactação, processos erosivos severos e assoreamento de corpos hídricos. Neste cenário, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), com destaque para o ecossistema ArcGIS, atuam como ferramentas essenciais para o processamento matricial e a modelagem algébrica de dados.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é elaborar o zoneamento integrado da vulnerabilidade ambiental do município de Ijuí-RS através da sobreposição ponderada de parâmetros biofísicos e antrópicos, fornecendo um diagnóstico espacializado para subsidiar o ordenamento e a gestão territorial da região.

METODOLOGIA

O fluxo operacional foi executado no software ArcGIS utilizando dados geoespaciais estruturados em matrizes vetoriais e raster. Na etapa de aquisição e padronização, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE/SRTM) com resolução de 30 metros, a base geológica

da CPRM, as classes de solo da Embrapa Solos, o uso e ocupação da terra do MapBiomias e o limite político de Ijuí do IBGE, sendo toda a base cartográfica projetada em UTM, Zona 22 Sul, Datum SIRGAS 2000. Na fase de recorte e conversão, as variáveis matriciais foram recortadas pela ferramenta *Extract by Mask (Spatial Analyst Tools)*, enquanto os dados vetoriais passaram pelo comando *Clip (Analysis Tools)* e foram convertidos em matrizes raster através da ferramenta *Feature to Raster*. Para a reclassificação de valores e harmonização das escalas, utilizou-se a ferramenta *Reclassify (Spatial Analyst Tools)*, atribuindo pesos ordinais de 1 a 4 conforme o grau de fragilidade, onde a nota 1 indica Vulnerabilidade Baixa, a nota 2 Moderada, a nota 3 Alta e a nota 4 representa Vulnerabilidade Muito Alta. Por fim, a álgebra de mapas e a síntese integrada ocorreram por meio da sobreposição ponderada utilizando a ferramenta *Weighted Overlay (Spatial Analyst Tools)*, com pesos distribuídos proporcionalmente à relevância nos processos erosivos: Uso e Ocupação da Terra (25%), Declividade (30%), Pedologia (10%), Geologia (15%) e Unidades de Paisagem (20%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

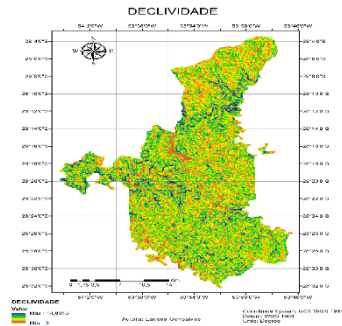
Análise da Declividade:

O mapa de declividade (*Slope*) expôs o relevo de Ijuí segmentado em quatro classes críticas. Os topos e áreas suave-onduladas receberam nota 1 (Vulnerabilidade Baixa) devido à estabilidade topográfica. Em contrapartida, as vertentes dissecadas nas proximidades das calhas dos rios principais apresentaram declividades acentuadas, recebendo notas 3 e 4 (Vulnerabilidade Alta e Muito Alta). Essas encostas íngremes aceleram o escoamento superficial e potencializam processos de erosão em sulcos e voçorocas caso a vegetação seja removida.

Análise da Geologia:

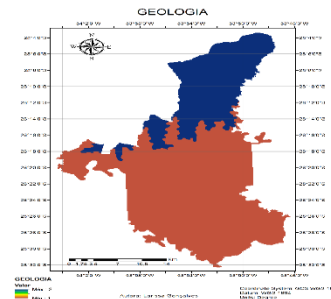
O mapeamento geológico evidenciou o predomínio de rochas ígneas efusivas da Formação Serra Geral. Estes derrames basálticos possuem elevado grau de coesão mecânica e resistência física, garantindo estabilidade estrutural e recebendo nota 1 ou 2 (Vulnerabilidade Baixa a Moderada) na escala reclassificada. As fragilidades locais (notas 3 ou 4) surgem associadas a zonas de fraturamento tectônico linear ou a locais onde o manto de alteração intempérica (saprolito) apresenta espessura significativa e suscetibilidade à desestruturação física.

Figura 1: Mapa Declividade



Fonte: Autora (2026)

Figura 2: Mapa Geologia



Fonte: Autora (2026)

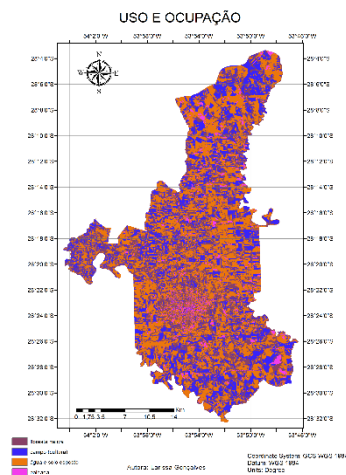
Análise dos Solos:

A distribuição pedológica indicou o predomínio de Latossolos e Nitossolos Vermelhos em Ijuí. Na reclassificação de 1 a 4, os Latossolos receberam nota 2 ou 3 (Vulnerabilidade Moderada a Alta) devido à sua suscetibilidade à erosão laminar sob tráfego intenso de maquinário. Já nas rupturas de encosta e vertentes dissecadas, os Neossolos (solos rasos) foram classificados com nota 4 (Vulnerabilidade Muito Alta) em decorrência de sua extrema fragilidade física e propensão à perda de massa rápida.

Análise do Uso e Ocupação da Terra:

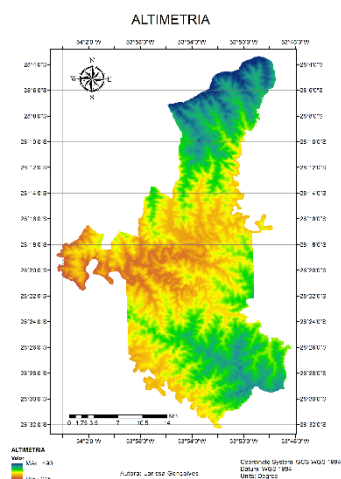
Este plano de informação ressalta a magnitude do fator antrópico na dinâmica da paisagem, visto que mais de 70% de Ijuí é ocupado por agricultura anual mecanizada. Na reclassificação de 1 a 4, a agricultura intensiva recebeu nota 3 (Vulnerabilidade Alta) pela exposição periódica do solo na entressafra. O perímetro urbano e o solo exposto receberam nota 4 (Vulnerabilidade Muito Alta) devido à impermeabilização severa e ao potencial de enxurradas. Em contrapartida, os fragmentos de floresta nativa e matas ciliares receberam nota 1 (Vulnerabilidade Baixa), atuando como zonas de estabilidade ecológica.

Figura 4: Mapa Uso e Ocupação do solo



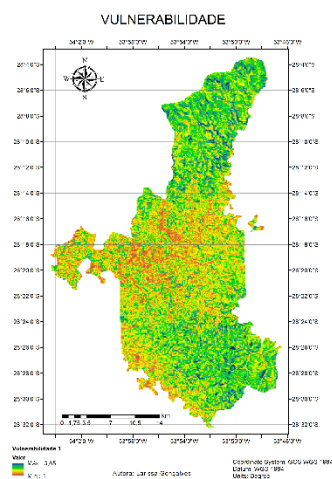
Fonte: Autora (2026)

Figura 5: Mapa Altimetria



Fonte: Autora (2026)

Figura 6: Mapa Vulnerabilidade



Fonte: Autora (2026)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O zoneamento integrado em ambiente SIG, parametrizado na escala de 1 a 4, comprovou que as fragilidades físicas naturais de Ijuí-RS são intensificadas pelo modelo agrícola vigente, cumprindo o objetivo da pesquisa ao mapear com precisão os setores de maior instabilidade estrutural. Como diretrizes de mitigação e de políticas públicas para o ordenamento do município, propõe-se a recuperação e o cercamento imediato das Áreas de Preservação Permanente (APPs) fluviais localizadas nas vertentes íngremes sob risco máximo com nota 4. Adicionalmente, recomenda-se o incentivo técnico à construção de bacias de retenção pluvial e terraceamento em curvas de nível nas áreas de Latossolo para frear a erosão laminar. Conclui-se também a necessidade de uma revisão restritiva do Plano Diretor Municipal para coibir a expansão urbana e novos loteamentos sobre encostas periféricas de alta declividade topográfica.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CREPANI, E. et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao diagnóstico ambiental**. São José dos Campos: INPE, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha digital de municípios brasileiros**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 1994.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

ANÁLISE ESPACIAL DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO BORJA – RS

Laísa Gonçalves Almeida de Oliveira¹; Larissa Gonçalves Almeida de Oliveira²; Sandro Luciano Barreto Fensterseifer(O)

^{1,2,3}Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), São Borja, Rio Grande do Sul

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento. Fragilidade Ambiental. Planejamento Territorial.

ÁREA TEMÁTICA: Geotecnologias e Análise Ambiental

INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos naturais decorrente da expansão agrícola e da urbanização desordenada exige métodos precisos para avaliar a fragilidade dos territórios. No bioma Pampa, as transformações no uso da terra modificam a dinâmica hidrosedimentológica, acelerando processos erosivos e a perda de biodiversidade [Overbeck et al., 2007]. O município de São Borja, localizado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, apresenta uma economia fortemente baseada na agropecuária, o que intensifica a pressão sobre os sistemas biofísicos locais. Compreender a distribuição espacial dessa fragilidade é o primeiro passo para mitigar impactos severos a longo prazo.

OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é mapear e quantificar a vulnerabilidade ambiental no município de São Borja, identificando as áreas prioritárias para conservação e manejo por meio da integração de variáveis físicas e antrópicas.

METODOLOGIA

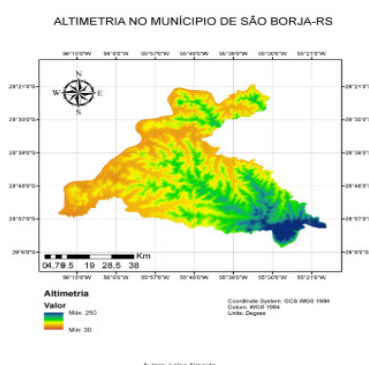
Este estudo adota uma abordagem quantitativa e aplicada, valendo-se de análise documental e processamento de dados geoespaciais em ambiente SIG. A modelagem fundamenta-se na metodologia de fragilidade ambiental de Ross (1994), adaptada para a integração de planos de informação raster no software airQGIS. O arcabouço metodológico integra seis planos de informação matriciais estruturantes: altimetria, para determinar as cotas e a variação da energia do relevo; declividade, gerada a partir do modelo digital de elevação para classificar as rampas de inclinação em graus; geologia, mapeando as unidades litológicas locais da Formação Serra Geral e Depósitos Aluvionares; solos, compreendendo

as classes de Latossolos Vermelhos e Neossolos Litólicos; e uso e ocupação, que classifica a cobertura da terra em Lavouras (Palhada), Solo Exposto e Mata Nativa. Por meio de álgebra de mapas no airQGIS, foram atribuídos pesos de 1 (vulnerabilidade muito baixa) a 5 (vulnerabilidade muito alta) para cada classe das variáveis. O cruzamento dos dados via média ponderada gerou o mapa unificado de vulnerabilidade final, delimitando com precisão as zonas de atenção ambiental no município.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

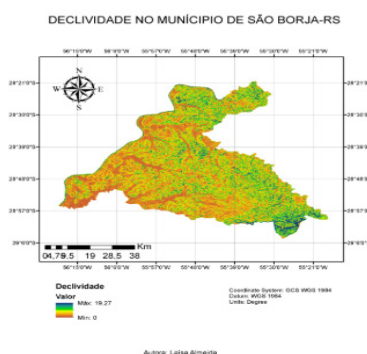
Os resultados indicam uma correlação direta entre o relevo plano a suave ondulado e a intensa atividade agrícola. A variação altimétrica observada no território estabelece patamares diferenciados de escoamento superficial. A topografia plana contrasta com setores de ruptura de declive. As áreas de maior declividade, associadas à Formação Serra Geral e a solos do tipo Neossolos Litólicos, demonstraram alta suscetibilidade à erosão quando desprovidas de cobertura vegetal nativa.

Figura 1: Altimetria



Fonte: Autora Laísa

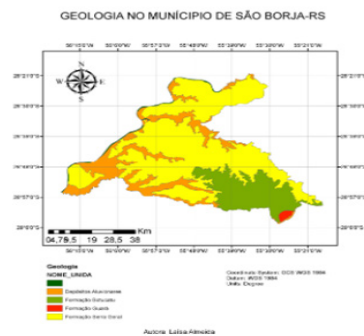
Figura 2: Declividade



Fonte: Autora Laísa

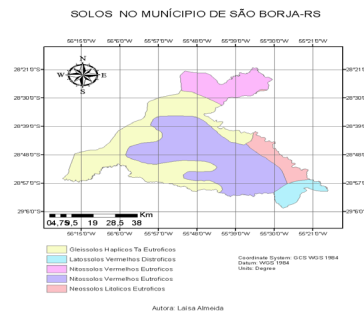
O comportamento do relevo está intrinsecamente ligado à matriz geológica local, que define a resistência dos materiais aos processos intempéricos e erosivos. Essa configuração litoestrutural reflete-se diretamente na distribuição das classes pedológicas, mapeadas em associação estreita com as formas do terreno.

Figura 3: Geologia



Fonte: Autora Laísa

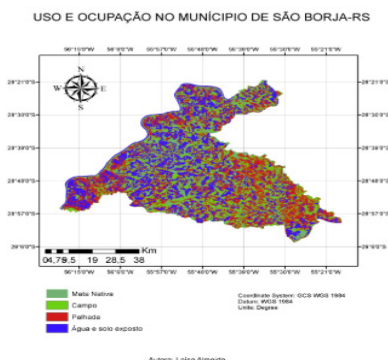
Figura 4: Solos



Fonte: Autora Laísa

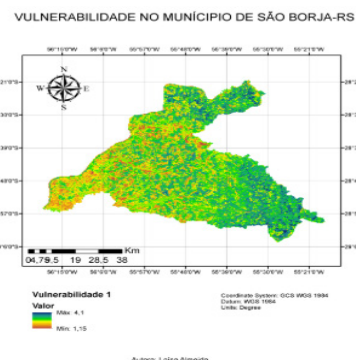
A pressão antrópica sobre essa base biofísica foi identificada por meio do mapeamento da cobertura da terra, evidenciando o predomínio de atividades agrícolas. A integração de todas as variáveis físicas e antrópicas culminou na modelagem final do potencial de degradação do território.

Figura 5: Uso e Ocupação do Solo



Fonte: Autora Laísa

Figura 6: Vulnerabilidade



Fonte: Autora Laísa

A tabela abaixo sintetiza a estrutura de dados integrada no arquivo final de modelagem:

Tabela 1: Parâmetros de Ponderação e Classes de Vulnerabilidade Observadas.

Plano de Informação (Input)	Classes Predominantes	Peso Atribuído (1 a 5)	Vulnerabilidade Resultante
Geologia.tif	Formação Serra Geral / Depósitos Aluvionares	2 a 4	Baixa a Moderada
Solos.tif	Latosolos Vermelhos / Neossolos Litólicos	2 a 5	Moderada a Alta
Declividade.tif	Intervalos de 0% a >20%	1 a 5	Dependente da inclinação
Uso e ocupação.tif	Lavouras (Palhada) / Solo Exposto / Mata Nativa	1 a 5	Muito Baixa a Muito Alta

Nota Técnica: A imagem **Vulnerabilidade** revelou que os maiores índices de degradação potencial (valores próximos a 4,1) concentram-se nas bordas dos canais de drenagem e nas áreas de solo exposto decorrentes do manejo agrícola inadequado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espacialização dos dados biofísicos comprovou que a dinâmica de uso da terra em São Borja avança sobre setores de fragilidade natural emergente. O mapeamento serve como ferramenta de suporte para o zoneamento ecológico-econômico municipal, indicando que a manutenção da Mata Nativa nas encostas é indispensável para evitar o assoreamento dos cursos d'água locais.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

OVERBECK, G. E. et al. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Candiota grasslands. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, n. 2, p. 101-116, 2007.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, USP, v. 8, p. 63-74, 1994.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento de Uso da Terra e Geologia: Município de São Borja - RS**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

HIDROPONIA E AEROPONIA: IMPACTOS NA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS E NA AGRICULTURA FAMILIAR

Emanuel Borges de Souza¹; Leonidio Boiago Flâmia²; Guilherme Lima Neves³; Bruno Marcos Nunes Cosmo⁴.

¹Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

²Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/5940655424492678>

³Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

⁴Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/5681872370469923>

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura Familiar. Mão-de-obra. Técnica.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia.

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar no Brasil detém 77% dos estabelecimentos rurais do país, sendo responsável por uma produção significativa de alimentos consumidos internamente (Santos *et al.*, 2025). Neste sentido, a produção de hortaliças representa uma alternativa para os pequenos produtores, trazendo diversificação em suas atividades, reduzindo a dependência da monocultura e aumentando a lucratividade. Além de aumentar a demanda de emprego e a geração de renda no meio rural, pois a produção de hortaliças tem alta exigência em mão-de-obra, desde o plantio até a colheita e beneficiamento (Vilela; Henz, 2000).

Na produção de hortaliças existem diversas técnicas e sistemas de cultivo. Dentre eles, destacam-se a hidroponia e a aeroponia, métodos de cultivo que vêm ganhando espaço por conta da eficiência na produção e utilização dos recursos. Mata e Baganine (2025), descreve a hidroponia como o cultivo de hortaliças sem a presença do solo, onde os nutrientes necessários para a cultura são fornecidos em solução aquosa de forma balanceada e adequada para cada cultura.

No cultivo em aeroponia as hortaliças desenvolvem-se suspensas no ar e recebem água e nutrientes em forma de vapor ou gotículas. A aeroponia tem ganhado maior destaque em função da busca por maior sustentabilidade na agricultura. Esse método de cultivo tem ganhado a atenção de agricultores, pesquisadores e investidores, possibilitando a produção em espaços limitados, controle eficiente dos nutrientes e desenvolvimento rápido das culturas, gerando retorno financeiro em menor tempo quando comparado às formas de cultivo convencionais (Segantini *et al.*, 2023).

Portanto, a escolha de um sistema de cultivo de hortaliça por aeroponia ou hidroponia deve considerar diversos fatores além da produtividade, como fatores econômicos, capacidade de investimento disponível, estrutura da propriedade e conhecimento técnico sobre o assunto. Na agricultura familiar a inclusão dessa técnica nas propriedades representa diversificação produtiva, agregação de valor ao produto e aumento na renda e na sustentabilidade da propriedade.

OBJETIVO

Descrever os impactos da hidroponia e aeroponia na economia e sustentabilidade das propriedades rurais voltadas para produção de hortaliças.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi conduzido em formato de revisão bibliográfica proveniente de informações oriundas de pesquisas bibliográficas com abordagem qualitativa e objetivos descritivos e exploratórios. As buscas foram realizadas em plataformas como o Google Acadêmico e o Scielo. Todas as informações presentes foram extraídas de artigos científicos, livros, dissertações e teses, publicados em sua maior parte nos últimos 15 anos. Após a seleção dos trabalhos-base, as principais informações relacionadas ao cultivo de hortaliças em aeroponia e hidroponia foram compiladas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivo de plantas sem o uso do solo ou com o fornecimento de nutrientes por meio da água é uma técnica que se destaca por sua tecnologia, sendo denominada como hidroponia ou aeroponia. O uso dessa metodologia de cultivo permite a redução de perdas e uma constância na produção, garantindo melhor qualidade dos produtos por conta do seu desenvolvimento em local protegido com melhor controle do ambiente (Nascimento, 2022).

O sistema hidropônico volta-se principalmente ao cultivo de vegetal, com foco em hortaliças. Targino *et al.* (2017), relatam que a hidroponia descarta o uso do solo como componente para a produção de hortaliças, utilizando apenas soluções aquosas nas quais são incorporados nutrientes e minerais essenciais para o desenvolvimento vegetal,

proporcionando ao agricultor cultivo mais protegido e livre de pragas presentes no solo. Cultivar sem a presença do solo traz à planta um meio de desenvolvimento melhor, proporcionando um estado fitossanitário melhor em comparação ao sistema de cultivo tradicional. De acordo com Paulus *et al.* (2008), existem diversas soluções nutritivas dentro do cultivo hidropônico. Cada solução é feita conforme a produção desejada em cada espécie cultivada. Contudo, se a solução for feita de forma desequilibrada, acabará diminuindo a produção e a qualidade visual da hortaliça, comprometendo a venda final do produto por conta da deformação visual, levando à perda da produção.

Cardoso *et al.* (2025), demonstram em seu trabalho que existem algumas hortaliças que se destacam no sistema de produção por hidroponia, sendo elas a alface. A alface cultivada nessas condições expressa vantagens significativas quando comparada ao cultivo convencional por conta da melhor aparência, uniformidade na colheita e maior durabilidade na pós-colheita. Outra cultura que se destaca é o tomate, por conta da produção contínua, frutos com maior uniformidade e saborosos. O pimentão também destaca-se pela fácil adaptação em meio hidropônico, desde que a solução tenha presença de cálcio e magnésio, garantindo que não haja distúrbios na formação e podridão apical. Esse método permite colher frutos de maior qualidade e reduz perda na colheita.

Ao contrário dos cultivos convencionais utilizando solo ou soluções aquosas, a aeroponia, como citado por Segantini *et al.* (2023), representa um método incomum que vem se destacando ao longo do tempo. A técnica de cultivo consiste em plantar hortaliças de forma suspensa, deixando as raízes expostas, apenas com o colo da raiz aderido a uma estrutura, podendo ser feito de forma horizontal ou vertical, deixando as folhas e as raízes crescerem de forma livre para qualquer direção. A raiz não pode ter contato com o sol, tendo que se desenvolver em local escuro, já a parte aérea da planta precisa ser exposta ao sol diariamente para que se desenvolva da forma correta.

Diferente da hidroponia, em que a planta fica em contato direto com a solução aquosa, a aeroponia, por sua vez, utiliza a solução nutritiva de forma totalmente diferente, em que a solução é bombeada e pulverizada por meio de bicos de pulverizadores pequenos em pequenas gotículas que vão diretamente em contato com a raiz, que está suspensa dentro dos reservatórios denominados de câmara radicular. Essa pulverização pode ser programada de tempos em tempos de forma automática ou feita manualmente por meio de borrifadores manuais (Vital, 2022).

O cultivo que mais se destaca dentro da aeroponia é o cultivo de tubérculos, especialmente a batata-semente. Balena (2024), destaca em seu trabalho que o cultivo de tubérculos em aeroponia, quando comparado com os cultivos convencionais, se destaca pela maior produção por metro quadrado em sistema de produção de batata-semente. Segundo Barbosa *et al.* (2023). A alface assim como na hidroponia, também pode ser cultivada em outros sistemas que incluem o sistema de aeroponia.

Neste sentido, pode-se constatar que tanto o sistema hidropônico quanto a aeroponia trazem uma alternativa altamente tecnológica com um futuro promissor na produção de hortaliças, garantindo maior controle e condições de cultivo, reduzindo as perdas de colheita, melhorando a qualidade e uniformidade dos produtos, trazendo maior lucratividade para o agricultor familiar de forma sustentável e compatível com as demandas atuais fomentadas pelo mercado atual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ambos os sistemas de cultivo possibilitam ao produtor uma uniformidade maior de frutos, um crescimento melhor em hortaliças folhosas e uma boa produção de tubérculos. Isso tudo é condicionado por um bom manejo das soluções aquosas presentes nos dois tipos de cultivo, suprimindo as necessidades de cada cultura.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BALENA, L. **Produção de batata-semente (*Solanum tuberosum* L.) por aeroponia**. 2024. 64f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, 2024.

BARBOSA, S. C. Produção hidropônica de alface: reflexões sobre uma das hortaliças mais consumidas no Brasil. **Revista Eletrônica Anima Terra**, Mogi das Cruzes, v.8, n.17, p.69-83, 2023.

CARDOSO, A. P. N. *et al.* O desenvolvimento de hortaliças em cultivo hidropônico comparado ao cultivo tradicional. **Revista Novos Desafios**, v.5, n.1, p.42–51, 2025.

MATA, K. M.; BAGANINE, R. O. **Hidroponia**. 2025. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Agropecuária) – ETEC Prof. Carmelino Corrêa Junior, Franca, 2025.

NASCIMENTO, R. L. **Sistema hidropônico para hortaliças**. 2022. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2022.

PAULUS, D. *et al.* Solução nutritiva para produção de menta em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.61-67, 2008.

SANTOS, L. O. *et al.* A importância da olericultura na dinamização da cadeia produtiva de hortaliças na agricultura familiar no Brasil. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v.9, p.1-10, 2025.

SEGANTINI, A. *et al.* **Aeroponia residencial**: benefícios, desafios e potencial do cultivo vertical em casa. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Automação Industrial) - ETEC Deputado Ary de Camargo Pedroso, Piracicaba, 2023.

TARGINO, A. T. *et al.* **Aeroponia** – plantação sustentável e econômica. In: Programa

Educativo e Social JC na Escola: Ciência Alimentando o Brasil, p.478-486, 2017.

VILELA, N. J.; HENZ, G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, n.1, p.71-89, 2000.

VITTAL, O. R. P. **AEROTREE**: horta aeropônica vertical de baixa pressão. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2022. 176p.

IMPORTÂNCIA DA QUIMIGAÇÃO EM GRANDES CULTURAS

André Henrique¹; Hugo Phelipe Campos²; Marlon Cleison Ferreira Bento³; Bruno Marcos Nunes Cosmo⁴.

¹Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

²Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

³Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

⁴Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/5681872370469923>

PALAVRAS-CHAVE: Defensivos Agrícolas. Fertirrigação. Irrigação Localizada.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia.

INTRODUÇÃO

A produção agrícola moderna demanda cada vez mais recursos para alcançar altos níveis produtivos. A quimigação consiste em aplicar uma solução, ou calda, de agroquímicos (fertilizante, inseticida, fungicida, herbicida ou nematicida) por meio do sistema de irrigação. O uso da quimigação, no mundo, tem crescido significativamente pelas suas vantagens, mas o principal atrativo para o produtor é o menor custo de aplicação (Schmidt; Dourado Neto, 2003).

O princípio da quimigação preconiza o uso de agroquímicos solúveis em água e de equipamentos específicos para injetar a solução nas linhas de irrigação. A partir dos anos 1970 houve o aumento expressivo no uso de produtos químicos, como herbicidas, fungicidas, inseticidas e nematicidas, utilizando o sistema de irrigação sob pressão. A disseminação e a adoção da tecnologia global da quimigação está concentrada nas inúmeras vantagens comparativas que o método oferece (Costa *et al.*, 1986).

Os sistemas pressurizados são os mais indicados para a fertirrigação destacando-se a irrigação localizada, especialmente por gotejamento (Goldberg; Shmueli, 1970; Bresler, 1977), em virtude de suas características e da forma de aplicação de água pontual na zona de concentração das raízes das plantas. A utilização desse método de irrigação promove

a melhoria da eficiência do uso dos fertilizantes, reduz as perdas dos fertilizantes por lixiviação, melhora o controle da concentração de nutrientes no solo e economiza mão-de-obra e energia (Vidal, 2003). A quimigação com irrigação localizada pode proporcionar resultados diferentes em regiões úmidas em comparação com regiões áridas.

OBJETIVO

Descrever a importância da quimigação em grandes culturas.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no formato de revisão bibliográfica oriunda da integração de informações de pesquisas bibliográficas de abordagem qualitativa, natureza aplicada, com objetivos descritivos e exploratórios. Os locais de busca foram compostos por plataformas de busca digital de periódicos, como, Google Acadêmico e Frontiers. As informações foram extraídas de artigos científicos, livros, dissertações, teses e afins, publicadas majoritariamente nos últimos 10 anos. Após seleção e triagem dos materiais-base, as principais informações relacionadas a quimigação, fertirrigação e defensivos agrícolas foram integradas na revisão a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quimigação consiste em aplicar uma solução, ou calda, de agroquímicos (fertilizante, inseticida, fungicida, herbicida ou nematicida) por meio do sistema de irrigação. Esse processo agiliza o manejo para o produtor que dispõe de um sistema de irrigação em sua lavoura. Quando se trata de produtos que atuam no solo, a aplicação, em princípio, pode ser feita por meio de qualquer método de irrigação: gravitacional, aspersão ou localizado. Porém, uma aplicação de produtos com atividade foliar somente é viável nos sistemas de irrigação por aspersão: laterais portáteis (convencional), pivô central, rolão e outros (Pinto; Silva, 2021).

Os sistemas pressurizados vêm sendo cada vez mais utilizados nesse processo devido ao movimento turbulento da água, que ajuda a manter o material químico distribuído uniformemente nas tubulações. Esses sistemas podem ser usados para aplicar diversos produtos químicos, como fertilizantes, herbicidas, inseticidas, fungicidas e até mesmo outros não tradicionais, como bioinseticidas. A injeção é feita na tubulação principal ou lateral e o ponto de aplicação será o aspersor ou o emissor. Na irrigação por aspersão, no entanto, os agroquímicos podem visar ao solo, à parte aérea das plantas, ou ambos, e a aplicação é feita em toda a área cultivada (Costa *et al.*, 1994). No caso da cultura do milho, suas características de densidade de plantio, a irrigação localizada tem pouco uso comercial. Na cultura da soja ela abrange mais vantagens.

Os métodos de aplicação de agroquímicos via irrigação foram desenvolvidos para proporcionar alta uniformidade de aplicação, conforme a distribuição de água no sistema, gerando uma alternativa eficiente e econômica quando comparada as técnicas convencionais de aplicação. Maximiza-se assim a utilização dos equipamentos de irrigação e reduzem-se os custos de aplicação dos produtos químicos.

Os métodos de injeção de produtos químicos pela água de irrigação podem ser classificados em diversos grupos, conforme o enfoque desejado (Mcculloch; Schrunck, 1969; Costa *et al.*, 1986). Didaticamente, podem ser classificados em grupos, como: bomba centrífuga (bomba dosadora, pressão positiva e negativa), diferencial de pressão (Venturi e vaquinha), gravidade e/ou superficial (carga estável, variável e orifício).

Porém, independentemente do método adotado, a qualidade dos resultados obtidos na quimigação depende de variáveis como a taxa de injeção, quantidade do produto a ser injetada, volume do tanque de injeção, dose do produto a ser aplicado na área irrigada. O uso da quimigação, no mundo, tem crescido significativamente pelas suas vantagens, mas o principal atrativo para o produtor é o menor custo de aplicação (Schmidt; Dourado Neto, 2003), quando comparado a outros métodos.

Dentre as vantagens que a quimigação proporciona, pode-se destacar a redução da compactação do solo, reduzindo a entrada de tratores na lavoura para a aplicação de agrotóxicos e evitando, assim, a compactação do solo, os danos mecânicos à cultura e gerando redução dos custos com equipamento, mão-de-obra e combustível. Ela proporciona boa uniformidade de distribuição, visto que os defensivos normalmente são aplicados via pivô-central com alta uniformidade. Reduz o risco de intoxicação do operador, em função da alta diluição do herbicida na água e, também, porque a injeção do herbicida na água de irrigação pode ser realizada em local fechado. Permite a imediata incorporação do agrotóxico no solo, a profundidade de incorporação no solo pode, em certos casos, ser controlada pela variação da lâmina d'água aplicada. Além da a irrigação fornecer a umidade necessária para sua ativação (Brito, 2021).

A quimigação também proporciona maior flexibilidade de aplicação, podendo ser realizada em qualquer hora do dia e da noite e em condições climáticas que dificultam ou impossibilitam o uso do trator (solo molhado) e do avião (neblina). Além disso, a aplicação pode ser feita independentemente da altura das plantas e do fechamento do vão entre as fileiras. Na aplicação de inseticidas com propriedades específicas, utilizando o sistema de gotejamento, pode-se obter com uma ou duas aplicações os mesmos resultados que múltiplas aplicações foliares (Ghidiu, 2012). Portanto, a quimigação apresenta maior eficiência em relação aos métodos convencionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quimigação, caracterizada pela aplicação de produtos químicos em conjunto com a irrigação representa uma importante ferramenta da agricultura irrigada. Contudo, deve-se adotar critérios em sua realização, visando evitar possíveis danos ambientais e prejuízos econômicos. O manejo adequado inclui sistemas bem projetados, calibração e capacitação de operadores, assim como conhecimento do alvo e das características do produto a ser aplicado.

Com relação a segurança ambiental, deve-se destacar que qualquer forma de aplicação de defensivos representa risco ao ambiente quando mal manejada. Porém, quando realizada de forma correta, a quimigação, assim como a aplicação convencional, é ambientalmente segura.

Portanto, o uso da quimigação reduz os custos de produção de culturas como soja e milho, em área irrigada por pivô central, e impacta positivamente a lucratividade do sistema. Gera uma economia nos custos e impulsiona os indicadores econômicos, tornando o projeto mais atrativo ao produtor, com aumento da lucratividade.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BRESLER, E. Trickle-drip irrigation: principles and application to soil water management. **Advance Agronomy**, New York, v.29, p.344-393, 1977.

BRITO, R. A. L. **Quimigação**. Brasil: Embrapa, 2021.

COSTA, E. F. da; FRANÇA, G. E., ALVES, V. M. C. Aplicação de fertilizantes via água de irrigação. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.12, n.139 p.1-112, 1986.

COSTA, E. F.; VIEIRA, R.; VIANA, P.A. (Ed.) **Quimigação**: prática de aplicação de produtos agroquímicos ou biológicos através da água de irrigação. Brasília, Embrapa, 1994. 304p.

GHIDIU, G.M.; KUHAR, T.; PALUMBO, J.; SCHUSTER, D. Drip chemigation of insecticides as a pest management tool in vegetable production. **Journal of Integrated Pest Management**, v.3, p.1-5, 2012.

GOLDBERG, D.; SHMUELI, M. Drip irrigation: a method used under arid desert conditions of high water and soil salinity. **Transactions of the ASAE**, Michigan, v.13, p.38-41, 1970.

MCCULLOCH, A. N., SCHRUNK, J. F. **Sprinkler irrigation**. Washington: SPRINKLER IRRIGATION ASSOCIATION, 1969. 444 p.

PINTO, J. M.; SILVA, D. J. **Fertilizantes e agroquímicos aplicados via água de irrigação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2021. 65p.

SCHMIDT, W.; DOURADO NETO, D. Tecnologia de aplicação de defensivos e fertilizantes via irrigação. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. (Ed.). **Feijão irrigado - tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2003. p.49-62.

VIDAL, I. Cálculos de soluciones y manejo de la fertirrigación. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FERTIRRIGAÇÃO, 1., 2003, João Pessoa. **Minicurso...** João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Agrárias: Embrapa Semi-árido, 2003. 74p.

PRODUTOS ORBITAIS DE COBERTURA DE NUVENS COMO FERRAMENTA DE APOIO AO MONITORAMENTO PREDITIVO DE PRAGAS AGRÍCOLAS

Marcelo Mendes de Haro¹; Kleber Trabaquini².

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Itajaí, SC.

<http://lattes.cnpq.br/4679999461274971>

²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Itajaí, SC.

<http://lattes.cnpq.br/5680348426925268>

PALAVRAS-CHAVE: Manejo Integrado de Pragas. Agricultura de Precisão. Sustentabilidade.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

O monitoramento constitui um dos pilares do Manejo Integrado de Pragas (MIP), fornecendo informações essenciais para a tomada de decisão quanto à necessidade e ao momento adequado para adoção de medidas de controle (Kogan, 1998; Pedigo & Rice, 2014). Entretanto, a realização de amostragens frequentes demanda elevado investimento em mão de obra e tempo, dificultando sua adoção contínua em diversas cadeias produtivas. Nesse contexto, ferramentas capazes de antecipar condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de pragas representam uma alternativa promissora para aumentar a eficiência dos programas de monitoramento.

O avanço das tecnologias de Observação da Terra (Earth Observation) tem ampliado significativamente a disponibilidade de informações ambientais obtidas por sensoriamento remoto, permitindo a geração contínua de produtos espaciais derivados de sensores orbitais (Atzberger, 2013). Apesar do amplo emprego dessas informações na agricultura de precisão e no monitoramento ambiental, sua utilização em programas de Manejo Integrado de Pragas ainda permanece limitada.

Dentre os diversos produtos disponíveis, a cobertura de nuvens representa uma variável ambiental de interesse por influenciar a disponibilidade de radiação incidente, componente reconhecidamente associado ao comportamento de diferentes espécies de insetos, incluindo tripses (Kirk, 1997; Egri et al., 2020). Entretanto, ainda são escassos estudos que explorem o potencial de produtos orbitais de cobertura de nuvens como ferramenta de apoio ao monitoramento fitossanitário.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver mapas climatológicos de cobertura de nuvens para o estado de Santa Catarina e discutir seu potencial de aplicação em programas de Manejo Integrado de Pragas.

METODOLOGIA

Foram utilizadas imagens do produto MOD35, derivado do sensor MODIS, correspondentes ao período de julho de 2000 a junho de 2014. O produto emprega informações espectrais de 22 bandas para classificar a presença de nuvens em nível de pixel. As imagens foram reprojatadas, processadas e agregadas utilizando os pacotes **ModisCloud** e **Raster** no ambiente R. As quatro classes originais de cobertura de nuvens foram reagrupadas em duas categorias (céu claro e nublado), permitindo a geração de mapas climatológicos mensais e anuais com resolução espacial de 1 km para todos os municípios catarinenses. Os produtos gerados foram interpretados quanto ao seu potencial de utilização em programas de monitoramento de pragas agrícolas.

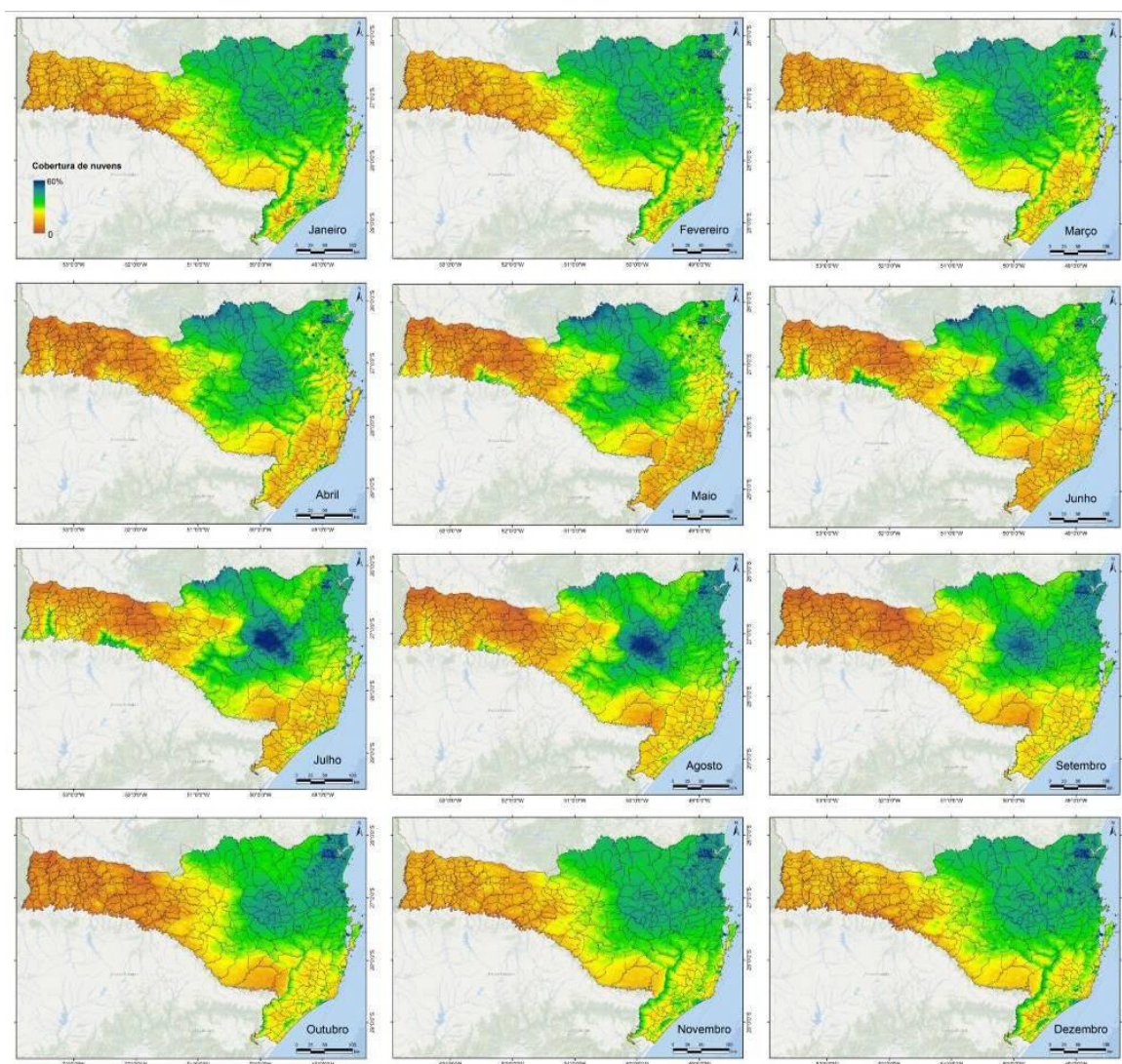
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas produzidos evidenciaram elevada variabilidade espacial e temporal da cobertura de nuvens entre as diferentes regiões de Santa Catarina (VCC, 2026), permitindo identificar padrões climatológicos distintos ao longo do ano (Figura 1). Essa variabilidade representa uma fonte adicional de informação ambiental que pode ser incorporada a sistemas de apoio à decisão no contexto do Manejo Integrado de Pragas.

Produtos derivados de sensoriamento remoto apresentam vantagens importantes em relação às observações pontuais obtidas em estações meteorológicas, destacando-se pela ampla cobertura espacial, disponibilidade contínua e acesso gratuito às informações. Para grupos de insetos cujo comportamento é influenciado pela disponibilidade de radiação, como os tripses (Kirk, 1997; Egri et al., 2020), essas informações podem auxiliar na definição de períodos prioritários para intensificação das amostragens de campo, aumentando a eficiência operacional dos programas de monitoramento.

Embora a abordagem proposta não substitua o monitoramento entomológico convencional, os produtos gerados constituem uma camada adicional de informação ambiental passível de integração em sistemas preditivos para diferentes culturas e regiões agrícolas.

Figura 1: Variação espacial da cobertura média anual de nuvens nos municípios do estado de Santa Catarina, calculada com base em imagens do sensor MODIS (2000–2014).



Fonte: Haro & Trabaquini (2026)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia desenvolvida permitiu gerar produtos orbitais de cobertura de nuvens com potencial de aplicação em programas de Manejo Integrado de Pragas. A integração entre sensoriamento remoto e monitoramento fitossanitário representa uma estratégia promissora para o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão em agricultura digital, podendo contribuir para otimizar o planejamento das amostragens e racionalizar o uso de recursos em programas de monitoramento.

REFERÊNCIAS

ATZBERGER, C. Advances in remote sensing of agriculture: context description, existing operational monitoring systems and major information needs. **Remote Sensing**, Basel, v. 5,

n. 2, p. 949–981, 2013. <https://doi.org/10.3390/rs5020949>.

EGRI, Á.; FARKAS, P.; BARNÁTH, B.; GUERRIN, P. M.; FAIL, J. Spectral sensitivity of L2 biotype in the Thrips tabaci cryptic species complex. **Journal of Insect Physiology**, Oxford, v. 121, p. 103999, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2019.103999>.

KIRK, W. D. J. Distribution, abundance and population dynamics. In: LEWIS, T. (org.). **Thrips as Crop Pests**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 217–257.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 243–270, 1998. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.243>.

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. 6. ed. Long Grove: Waveland Press, 2014.

VISUAL CROSSING CORPORATION (VCW). **Visual Crossing Weather Data**. Disponível em: <https://www.visualcrossing.com/weather-data>. Acesso em: 28 jul. 2026.

BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA DE CEREAIS COM MICRONUTRIENTES

Lubia da Silva Teixeira¹.

¹Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1610936721869054>

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição mineral. Segurança alimentar. Qualidade nutricional.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

Os micronutrientes são elementos essenciais à dieta humana, desempenhando funções fundamentais na regulação de processos fisiológicos e na manutenção da saúde (Godswill et al., 2022). Contudo, estima-se que cerca de 2 bilhões de pessoas apresentem ingestão insuficiente desses nutrientes. Embora as plantas constituam a principal fonte de minerais para a alimentação humana (Galić et al., 2021), muitas culturas não apresentam concentrações suficientes de nutrientes essenciais para atender às necessidades dietéticas, contribuindo para a ocorrência de má nutrição (Szerement et al., 2022). Nesse contexto, a biofortificação agronômica de culturas básicas, especialmente cereais, constitui uma estratégia relevante para reduzir a deficiência de micronutrientes (Lidon et al., 2019).

Os cereais, como arroz, trigo, cevada e milho, são componentes fundamentais da dieta humana e importantes fontes de calorias, vitaminas e minerais. Entretanto, apresentam, em geral, baixas concentrações de minerais essenciais, como zinco (Zn), ferro (Fe) e selênio (Se), o que pode favorecer deficiências nutricionais quando o consumo desses elementos é insuficiente (Praharaj et al., 2021). Nesse sentido, a suplementação mineral pode promover benefícios tanto para o crescimento e desenvolvimento das culturas quanto para a qualidade nutricional dos grãos. Em arroz, a aplicação de Se aumentou os teores de Se, Ca, Mg, Mo e proteínas nos grãos (Teixeira et al., 2021). Em trigo, a fertilização com Zn elevou a concentração desse elemento nos grãos e o rendimento da cultura (Nadeem et al., 2020). De forma semelhante, a aplicação de Fe e Zn em milho aumentou o rendimento e as concentrações de Fe, Zn e proteína bruta nos grãos (Augustine; Imayavaramban, 2022). Esses resultados evidenciam o potencial da biofortificação agronômica com Se, Zn e Fe para melhorar simultaneamente a produtividade e o valor nutricional dos cereais. Assim, estudos sobre a suplementação de culturas alimentares com esses nutrientes podem ampliar a compreensão dos mecanismos e benefícios da biofortificação, além de contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais eficientes de produção de alimentos nutricionalmente enriquecidos. Neste trabalho, são abordados os principais aspectos da

biofortificação agronômica de cereais, incluindo vantagens e estratégias, com ênfase na utilização de Se, Zn e Fe, minerais de reconhecida importância para a nutrição humana.

OBJETIVO

Realizar uma revisão bibliográfica sobre a biofortificação agronômica de cereais, abordando suas principais vantagens e estratégias de aplicação, com ênfase na utilização de Se, Zn e Fe. Busca-se, ainda, discutir o potencial dessa estratégia para melhorar o crescimento e desenvolvimento das culturas, bem como aumentar a concentração desses micronutrientes nos grãos, contribuindo para a melhoria da qualidade nutricional dos alimentos e, conseqüentemente, para o enfrentamento da deficiência de micronutrientes na população humana.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa básica de abordagem qualitativa, com objetivos exploratórios e descritivos, conduzida por meio de procedimentos de pesquisa bibliográfica. A escolha dessa abordagem justifica-se pela necessidade de reunir, analisar e interpretar criticamente o conhecimento científico já disponível acerca da biofortificação agronômica de cereais. A coleta de dados foi realizada a partir do levantamento de artigos científicos, livros e notas técnicas publicados em bases de dados nacionais e internacionais, tais como Web of Science, Scopus, ScienceDirect, PubMed e Google Scholar. Foram utilizados descritores em português e inglês, incluindo combinações como “biofortificação agronômica”, “cereais”, “micronutrientes” e “biofortification in cereals”. Como critérios de inclusão, priorizaram-se estudos publicados em periódicos indexados, com relevância científica, preferencialmente nos últimos 10 anos, sem excluir trabalhos clássicos pertinentes ao tema. A análise dos dados foi conduzida por meio de leitura crítica e interpretativa do material selecionado, com posterior organização temática das informações, permitindo a síntese dos principais aspectos fisiológicos envolvidos na biofortificação agronômica, bem como a identificação de lacunas de conhecimento e perspectivas futuras de pesquisa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Biofortificação agronômica: conceito, vantagens e estratégias

A biofortificação agronômica consiste em elevar as concentrações de minerais de interesse nas partes comestíveis das plantas cultivadas por meio da fertilização das plantas, de maneira a proporcionar benefícios à saúde humana (Galić et al., 2021). A biofortificação agronômica constitui uma estratégia rápida, eficaz, segura e de baixo custo para aumentar a concentração de nutrientes nas plantas (Velu et al., 2014). Atualmente, a técnica apresenta resultados particularmente promissores para Zn e Se, enquanto o Fe

ocupa a terceira posição entre os elementos mais estudados na biofortificação (Valença et al., 2017). A biofortificação agrônômica pode ser realizada por adubação via solo, aplicação foliar ou tratamento de sementes. A aplicação via solo apresenta limitações relacionadas à pequena quantidade de micronutrientes requerida pelos cereais, à dificuldade de distribuição uniforme e às características do solo que podem reduzir a solubilização e a disponibilidade dos elementos para absorção pelas plantas. A aplicação foliar, por sua vez, permite a absorção direta dos micronutrientes pelas folhas e sua posterior translocação para outros órgãos (Schiavon et al., 2020).

A eficiência da biofortificação também depende da forma química do micronutriente. Para o Se, o selenato apresenta maior eficiência via solo, pois é menos adsorvido e possui maior mobilidade da raiz para a parte aérea. Já o selenito é rapidamente metabolizado nas raízes e apresenta menor translocação, sendo a aplicação foliar mais indicada para sua utilização na biofortificação de cereais (Zhang; Chu, 2022). Para o Zn, aplicações foliares têm se mostrado mais eficientes que as aplicações via solo para aumentar sua concentração nos grãos de trigo, devido à mobilidade do Zn no floema e à sua translocação para os grãos durante o enchimento. Contudo, a combinação das aplicações via solo e foliar pode elevar em aproximadamente três vezes o teor de Zn nos grãos (Velu et al., 2014). Além disso, o tratamento de sementes com Zn e Fe pode aumentar o conteúdo desses nutrientes nas partes comestíveis das plantas, além de favorecer a germinação, o vigor, o estabelecimento das plântulas e a tolerância ao estresse oxidativo (De La Torre-Roche et al., 2020).

Biofortificação com Se, Zn e Fe

O selênio (Se), embora não seja considerado essencial às plantas, pode exercer efeitos benéficos quando fornecido em baixas concentrações, estimulando o crescimento e a produção e favorecendo o sistema antioxidante vegetal. Além disso, a suplementação com Se pode aumentar a tolerância das plantas a estresses abióticos, como déficit hídrico e toxicidade por metais pesados, e a estresses bióticos (Boldrin et al., 2013; Puccinelli et al., 2017). Esses efeitos têm sido associados a melhorias no desempenho e na qualidade nutricional das culturas. Em estudos de biofortificação, a fertilização com Se favoreceu o crescimento e aumentou a concentração de nutrientes nos grãos de arroz, trigo, cevada e milho, demonstrando seu potencial para aprimorar simultaneamente o desempenho das culturas e o valor nutricional dos alimentos (Sakellario et al., 2020; Teixeira et al., 2021).

O zinco (Zn) é um micronutriente essencial às plantas, desempenhando funções estruturais, catalíticas e regulatórias. Participa do metabolismo de auxinas, ácidos nucleicos, carboidratos e lipídeos, além de atuar como componente ou cofator de enzimas e fatores de transcrição e participar da síntese de clorofila e da fotossíntese (Ji et al., 2022). A deficiência de Zn pode comprometer o crescimento, a produtividade e a qualidade nutricional das culturas. Por outro lado, sua aplicação na biofortificação tem apresentado resultados positivos, como aumento do número de grãos por panícula, do índice de colheita e do teor

de proteínas em arroz, além da elevação da concentração de Zn nos grãos (Zulfiqar et al., 2021).

O ferro (Fe) também desempenha funções fundamentais no metabolismo vegetal, participando da formação dos cloroplastos, síntese de clorofila, fotossíntese, respiração e atividade de diversas enzimas (Zhang et al., 2019). Sua deficiência pode limitar o crescimento e a produtividade, especialmente em cereais. Nesse contexto, estudos de biofortificação demonstram que a fertilização com Fe pode promover maior crescimento, produtividade e qualidade dos grãos, como observado em trigo (Ramzan et al., 2020). Esses resultados evidenciam que a aplicação de Se, Zn e Fe pode contribuir não apenas para o enriquecimento mineral dos cereais, mas também para o melhor desempenho fisiológico e produtivo das plantas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biofortificação agrônômica de cereais apresenta-se como uma estratégia promissora para aumentar a concentração de micronutrientes essenciais nos alimentos e contribuir para o enfrentamento da deficiência nutricional. A suplementação com Se, Zn e Fe pode, além de melhorar a qualidade nutricional dos grãos, favorecer o crescimento, a produtividade e a tolerância das plantas a condições adversas. Assim, a adoção de estratégias adequadas de biofortificação pode contribuir simultaneamente para a produção de alimentos mais nutritivos e para a promoção da segurança alimentar e nutricional.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- BOLDRIN, P. F. et al. Soil and foliar application of selenium in rice biofortification. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 31, p. 238–244, 2013.
- GALIĆ, L. et al. Agronomic biofortification of significant cereal crops with selenium – a review. *Agronomy*, v. 11, p. 1015, 2021.
- GODSWILL, A. G. et al. Health benefits of micronutrients (vitamins and minerals) and their associated deficiency diseases: a systematic review. *International Journal of Food Science*, v. 3, p. 1–32, 2020.
- LIDON, F. C. et al. Selenium biofortification of rice through foliar application with selenite and selenate. *Experimental Agriculture*, v. 55, p. 528–542, 2009.
- PUCCINELLI, M.; MALORGIO, F.; PEZZAROSSA, B. Selenium enrichment of horticultural crops. *Molecules*, v. 22, p. 1–18, 2017.
- RAMZAN, Y. et al. Biofortification with zinc and iron improves the grain quality and yield of wheat crop. *International Journal of Plant Production*, v. 14, p. 501–510, 2020.
- SAKELLARIO, M.; MYLONA, P. V. New uses for traditional crops: the case of barley

biofortification. *Agronomy*, v. 10, p. 1–13, 2020.

SCHIAVON, M. et al. Selenium biofortification in the 21st century: status and challenges for healthy human nutrition. *Plant and Soil*, v. 453, p. 245–270, 2020.

SZEREMENT, J. et al. Agronomic biofortification with Se, Zn, and Fe: an effective strategy to enhance crop nutritional quality and stress defense – a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, v. 22, p. 1129–1159, 2022.

TEIXEIRA, L. S. et al. Selenium uptake and grain nutritional quality are affected by nitrogen fertilization in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Cell Reports*, v. 40, p. 871–880, 2021.

INTERAÇÃO ENTRE CO₂ ELEVADO E DÉFICIT HÍDRICO EM CAFEEIROS: RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE

Lubia da Silva Teixeira¹

¹Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1610936721869054>

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*. Seca. Alto CO₂.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

O café (*Coffea arabica* L.) é uma das principais commodities agrícolas do mundo, cultivado em mais de 80 países das regiões tropicais. Essas duas espécies respondem por aproximadamente 99% da produção mundial de café (Rodrigues et al., 2021). Entretanto, a sustentabilidade da cafeicultura está diretamente relacionada à capacidade das plantas de responder às mudanças nas condições ambientais decorrentes das alterações climáticas. Entre os principais componentes das mudanças climáticas destaca-se o aumento contínuo da concentração atmosférica de CO₂ (eCO₂), acompanhado pela elevação da temperatura e por modificações nos padrões de precipitação. O aumento do CO₂ atmosférico exerce efeitos diretos sobre a fisiologia vegetal, principalmente por estimular a assimilação de carbono e o crescimento em plantas C3, além de modificar as relações hídricas das plantas. Em diferentes espécies, essas respostas podem resultar em maior disponibilidade de fotoassimilados, alterações na condutância estomática e aumento da eficiência do uso da água, com potenciais consequências positivas para a produtividade (Rodrigues et al., 2021).

No cafeeiro, os efeitos do eCO₂ também estão associados a alterações nas respostas vegetativas e nas trocas gasosas. Em *C. arabica*, o aumento da concentração de CO₂ pode estimular a fotossíntese foliar e modificar a condutância estomática, embora essas respostas variem conforme a idade das plantas e as condições ambientais. Em plantas jovens, a condutância estomática pode permanecer inalterada ou diminuir, enquanto plantas adultas podem apresentar aumento da condutância estomática durante períodos de seca, acompanhado por alterações na eficiência do uso da água e na transpiração (Rakocevic et al., 2020). Além disso, sob condições de adequada disponibilidade hídrica, o eCO₂ pode favorecer maior investimento de carbono em estruturas reprodutivas, com reflexos positivos sobre a produtividade (Rodrigues et al., 2021). Entretanto, os potenciais benefícios do eCO₂ ocorrem em um contexto no qual a disponibilidade de água tende a se tornar cada vez mais

variável. A ocorrência de eventos de seca mais frequentes e prolongados constitui uma das principais ameaças à cafeicultura em regiões tropicais, podendo comprometer processos fundamentais para o crescimento e a produtividade (Ávila et al., 2020b; Rodrigues et al., 2021). O déficit hídrico reduz a assimilação de carbono, altera sua distribuição entre os diferentes órgãos e restringe processos fisiológicos, morfológicos e bioquímicos essenciais ao desenvolvimento das plantas (Rodrigues et al., 2021; Semedo et al., 2026).

Nesse cenário, a interação entre eCO₂ e déficit hídrico torna-se particularmente relevante. O aumento da disponibilidade de carbono promovido pelo eCO₂ pode fornecer fotoassimilados e energia para sustentar ajustes associados à aclimação à seca, incluindo modificações no crescimento e maior alocação de biomassa para o sistema radicular, potencialmente favorecendo a exploração da água disponível (Ávila et al., 2020b). Assim, o eCO₂ pode não apenas estimular o crescimento em condições favoráveis, mas também contribuir para a manutenção de determinadas funções fisiológicas quando a disponibilidade hídrica é limitada. Diante disso, compreender até que ponto o aumento da concentração atmosférica de CO₂ pode compensar os efeitos do déficit hídrico no cafeeiro é fundamental para avaliar a capacidade de adaptação da cultura às futuras condições climáticas. Nesta revisão, serão discutidos os mecanismos fisiológicos, bioquímicos e morfoanatômicos envolvidos nessa interação, com ênfase nos efeitos do eCO₂ sobre as trocas gasosas, relações hídricas, metabolismo e alocação de carbono, crescimento, desenvolvimento e produtividade do cafeeiro.

OBJETIVO

O objetivo desta revisão é analisar a influência do aumento da concentração atmosférica de CO₂ sobre as respostas do cafeeiro ao déficit hídrico, considerando seus efeitos sobre os processos fisiológicos, bioquímicos e morfoanatômicos. Busca-se discutir em que medida o eCO₂ pode favorecer a aclimação à seca e contribuir para a manutenção do crescimento, desenvolvimento e produtividade do cafeeiro.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa básica, de abordagem qualitativa e objetivos exploratórios e descritivos, realizada por meio de pesquisa bibliográfica. Foram consultados artigos científicos, livros e notas técnicas disponíveis nas bases Web of Science, Scopus, ScienceDirect, PubMed e Google Scholar, utilizando descritores em português e inglês relacionados a “CO₂ elevado”, “déficit hídrico”, “cafeeiro”, “*Coffea arabica*”, “*Coffea canephora*”, “elevated CO₂” e “drought stress”. Foram priorizados estudos científicos relevantes, especialmente dos últimos 10 anos, sem excluir trabalhos clássicos. As informações foram analisadas criticamente e organizadas por temas, com enfoque nos mecanismos fisiológicos, bioquímicos e morfoanatômicos pelos quais o CO₂ elevado pode

influenciar a resposta do cafeeiro ao déficit hídrico e seus impactos sobre crescimento e produtividade.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O eCO₂ promove alterações importantes na assimilação de carbono e nas relações hídricas do cafeeiro. De modo geral, o eCO₂ estimula a assimilação de CO₂, favorecendo a fotossíntese líquida e reduzindo a fotorrespiração, enquanto pode diminuir ou não alterar a condutância estomática (g_s), dependendo das condições ambientais. Essa combinação aumenta a eficiência do uso da água (EUA) e amplia a disponibilidade de carbono para o crescimento vegetal (Ávila et al., 2020b; Catarino et al., 2021; Semedo et al., 2026). A maior disponibilidade de fotoassimilados proporcionada pelo eCO₂ também pode favorecer a aclimação ao déficit hídrico por sustentar ajustes no crescimento e na partição de biomassa. Em particular, o maior direcionamento de carbono para o sistema radicular pode estimular o desenvolvimento de raízes mais profundas, ampliando a capacidade de exploração da água disponível no solo. Esses ajustes podem contribuir para a manutenção do crescimento sob restrição hídrica e representam uma importante conexão entre o aumento da assimilação de carbono e a tolerância à seca (Ávila et al., 2020b; Catarino et al., 2021). Além de favorecer a aquisição de carbono, o eCO₂ pode contribuir para a conservação e o transporte de água. Durante a seca, o fechamento estomático mediado pelo ácido abscísico (ABA) constitui uma resposta fundamental para reduzir a perda de água por transpiração (Ávila et al., 2020a). Em cafeeiros submetidos ao eCO₂, a melhoria do estado hídrico foi associada à manutenção da condutância hidráulica e ao aumento da expressão de aquaporinas, mecanismos que podem favorecer o transporte de água e a hidratação dos tecidos. Esses efeitos ajudam a explicar a maior eficiência do uso da água observada sob elevada disponibilidade de CO₂ (Ávila et al., 2020a; Catarino et al., 2021).

A manutenção da atividade fotossintética durante a seca depende, entretanto, da capacidade de proteger o aparato fotossintético contra o excesso de energia e o estresse oxidativo. O eCO₂ pode favorecer essa proteção por meio de alterações no metabolismo de xantofilas, nos fotossistemas, no fluxo cíclico de elétrons e na atividade de componentes antioxidantes, além de mudanças em compostos associados ao ajuste osmótico, como o manitol (Semedo et al., 2026). Dessa forma, o aumento de CO₂ pode contribuir para preservar a funcionalidade fotossintética e reduzir os efeitos metabólicos decorrentes da restrição hídrica. Essa resposta integrada também se manifesta no metabolismo. Em *C. arabica*, o eCO₂ reduziu as alterações metabólicas provocadas pela seca moderada a severa, resultando em perfis metabólicos mais próximos aos observados em plantas sob condições hídricas adequadas (Rodrigues et al., 2021). Esse resultado indica que a maior disponibilidade de CO₂ pode reduzir a magnitude dos ajustes metabólicos induzidos pelo déficit hídrico, contribuindo para a manutenção do funcionamento fisiológico do cafeeiro.

Como consequência desses mecanismos, o eCO₂ pode atenuar os efeitos negativos da seca sobre o crescimento. Plantas de cafeeiro cultivadas sob eCO₂ apresentaram maior crescimento sob déficit hídrico, evidenciando uma capacidade de mitigação parcial dos efeitos da restrição hídrica (Ávila et al., 2020a). Contudo, a manutenção do crescimento não implica necessariamente preservação da produtividade, uma vez que esta depende da duração e intensidade do déficit, do genótipo e do estágio de desenvolvimento da planta. Assim, embora o eCO₂ possa atenuar os efeitos da seca por meio da maior assimilação de carbono, melhoria da EUA, manutenção do estado hídrico e proteção do aparato fotossintético, ainda é necessário determinar em que condições esses benefícios fisiológicos são suficientes para preservar o potencial produtivo do cafeeiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O eCO₂ apresenta potencial para reduzir os impactos do déficit hídrico no cafeeiro, principalmente por favorecer a assimilação de carbono, a eficiência do uso da água e a manutenção das funções fisiológicas durante a seca. Esses efeitos podem contribuir para preservar o crescimento por meio de ajustes na alocação de biomassa, nas relações hídricas e na proteção fotossintética. Entretanto, os benefícios não representam uma compensação completa da seca, sendo influenciados pela intensidade do estresse e pelas características das plantas.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- Avila, R. T.; Cardoso, A. A.; de Almeida, W. L.; Costa, L. C.; Machado, K. L. G.; Barbosa, M. L.; de Souza, R. P. B.; Oliveira, L. A.; Batista, D. S.; Martins, S. C. V.; Ramalho, J. D. C.; DaMatta, F. M. Coffee plants respond to drought and elevated [CO₂] through changes in stomatal function, plant hydraulic conductance, and aquaporin expression. *Environmental and Experimental Botany*, v. 177, e104148, p. 1-8, 2020a.
- Avila, R. T.; de Almeida, W. L.; Costa, L. C.; Machado, K. L. G.; Barbosa, M. L.; de Souza, R. P. B.; Martino, P. B.; Juárez, M. A. T.; Marçal, D. M. S.; Martins, S. C. V.; Ramalho, J. D. C.; DaMatta, F. M. Elevated air [CO₂] improves photosynthetic performance and alters biomass accumulation and partitioning in drought-stressed coffee plants. *Environmental and Experimental Botany*, v. 177, e104137, p. 1-10, 2020b.
- Catarino, I. C. A.; Monteiro, G. B.; Ferreira, M. J. P.; Torres, L. M. B.; Domingues, D. S.; Centeno, D. C.; Lobo, A. K. M.; Silva, E. A. Elevated [CO₂] mitigates drought effects and increases leaf 5-O-caffeoylquinic acid and caffeine concentrations during the early growth of *Coffea arabica* plants. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 5, e676207, 2021.
- Rakocevic, M.; Braga, K. S. M.; Batista, E. R.; Maia, A. H. N.; Scholz, M. B. S.; Filizola, H. F. The vegetative growth assists to reproductive responses of Arabic coffee trees in a long-term FACE experiment. *Plant Growth Regulation*, v. 91, n. 2, p. 305–316, 2020.

Rodrigues, A. M.; Jorge, T.; Osorio, S.; Pott, D. M.; Lidon, F. C.; DaMatta, F. M.; Marques, I.; Ribeiro-Barros, A. I.; Ramalho, J. C.; António, C. Primary metabolite profile changes in *Coffea* spp. Promoted by single and combined exposure to drought and elevated CO₂ concentration. *Metabolites*, v. 11, n. 7, 427, 2021.

Semedo, J. N.; Pais, I. P.; Leitão, A. E.; Rodrigues, A. P.; Marques, I.; Silva, M. J.; Partelli, F. L.; Lidon, F. C.; DaMatta, F. M.; Ribeiro-Barros, A. I.; Ramalho, J. C. Mechanistic insights into the intrinsic drought resilience of *Coffea* spp. and its reinforcement by elevated air CO₂: from water relations to photoprotection and lipid–sugar dynamics. *Frontiers in Plant Science*, v. 17, e1878474, p. 1-22, 2026.

CRESCIMENTO INICIAL E STATUS HÍDRICO DE PLÂNTULAS DO MILHO cv. 1051 SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Alusca dos Santos Silva¹; Anderson Andrey da Silva Diniz²; Iluliane Maria Gadelha Correia³; José Severino da Silva Neto⁴; Nicolly Rodrigues de Souza⁵; Sindolfo Severino da Silva Neto⁶; Emanuel da Costa Cavalcante⁷; Rosana Araujo Martins Lucena⁸; Renner Luciano de Souza Ferraz⁹

¹Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/7851182566379358>

²Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<https://lattes.cnpq.br/2276248948360816>

³Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/8565738177342453>

⁴Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/9813338985003266>

⁵Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/3389452681435537>

⁶Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<https://lattes.cnpq.br/5448248268086478>

⁷Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/5809007945489554>

⁸Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/6453753955502807>

⁹Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/8198767703855831>

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*. Condutividade elétrica. Vigor de plântulas.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande importância econômica, social e ambiental. Apesar de sua relevância, o cultivo de milho em ambientes salinos pode limitar o crescimento das plantas, sobretudo nos estádios fenológicos iniciais (HERNÁNDEZ-AGUILAR et al., 2026). A espécie pertence à família *Poaceae*, cujas plantas são anuais, robustas e eretas, com altura variando de um a quatro metros e se destaca entre os cereais mais cultivados no mundo. É uma importante commodity, e seu sucesso produtivo depende de condições adequadas de solo e água, especialmente durante as fases iniciais de desenvolvimento, consideradas determinantes para o estabelecimento do estande e para a produtividade final (SILVA, 2025).

A salinização dos solos e das águas de irrigação constitui um dos principais fatores limitantes da produção agrícola. Os solos são comumente classificados como salinos quando a condutividade elétrica do extrato da pasta saturada (CEe) excede aproximadamente 4 dS m⁻¹ a 25 °C. O acúmulo excessivo de sais solúveis na solução do solo reduz a disponibilidade hídrica para as plantas e compromete diversos processos fisiológicos, resultando em menor crescimento e desenvolvimento vegetal (DABA, 2025).

Dentre as principais respostas fisiológicas, destaca-se a redução da absorção de nutrientes e água, o que causa estresse osmótico e iônico, limitando o crescimento e a produtividade. Com a exposição prolongada, as partículas de Na⁺ e Cl⁻ podem se acumular nos tecidos, desencadeando estresse oxidativo e disfunção metabólica subsequente (BADAVATH e SASKI, 2026).

Face ao exposto, a análise de indicadores quantitativos, representados pelas variáveis clássicas de crescimento inicial, consiste em uma estratégia promissora para o diagnóstico precoce de danos fisiológicos provocados pelo estresse salino. Salienta-se que, tradicionalmente, análises de crescimento de órgãos vegetativos de plantas podem ser realizadas utilizando-se de ferramentas simples e de baixo custo (PEIXOTO et al., 2011).

OBJETIVO

Objetivou-se avaliar os indicadores de crescimento inicial e o status hídrico de plântulas do milho cv.1051 submetidas ao estresse salino em ambiente protegido.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em ambiente protegido, entre os meses de maio e junho de 2026, em área agrícola pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca - PB, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 7° 09' S; longitude 35° 52' W e altitude de 634 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é As' (tropical úmido), com

temperatura média anual de 22° C, com temperaturas mínimas e máximas de 18 °C e 33 °C, respectivamente, precipitação de 500 mm e umidade relativa de 80% (COSTA et al., 2024; CAVALCANTE et al., 2025)

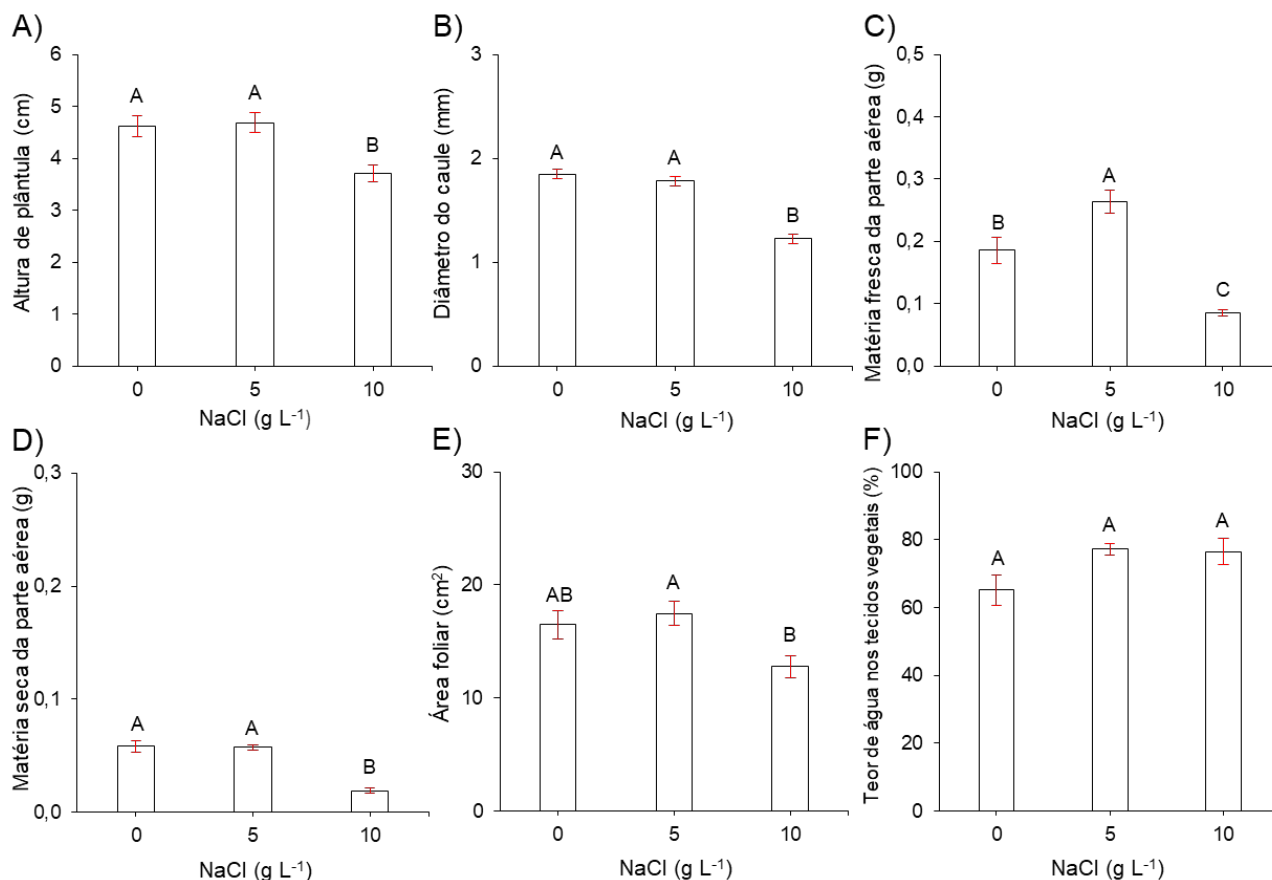
O estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental, de natureza aplicada, abordagem quantitativa e objetivo explicativo. Foram utilizadas sementes de milho (*Zea mays* L.) cv. 1051, as quais foram semeadas em profundidade aproximada de 3 cm em bandejas de polietileno preenchidas com substrato arenoso, submetidas a três níveis de salinidade em ambiente protegido. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com três tratamentos, sendo: T1 - controle (água de irrigação sem adição de sais), T2 - água de irrigação adicionada de 5 g L⁻¹ de NaCl, T3 - água de irrigação adicionada de 10 g L⁻¹ de NaCl, distribuídos em 12 repetições, totalizando 36 unidades experimentais.

Transcorridos 16 dias após a semeadura (DAS), foram avaliadas as variáveis de crescimento inicial, a saber: altura de planta (APL, cm), diâmetro do caule (DCA, mm), massa fresca da parte aérea (MFA, g), massa seca da parte aérea (MSA, g), área foliar (AFO, cm²) e teor de água nos tecidos vegetais (TAV, %). Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F, $p < 0,05$) e ao teste de comparações múltiplas de médias (teste Tukey), utilizando-se do *software* Sisvar (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas no crescimento inicial das plântulas do milho em função dos tratamentos com concentrações salinas. Observa-se que altura de plântulas (Figura 1A), o diâmetro do caule (Figura 1B), a matéria seca da parte aérea (Figura 1D) e a área foliar (Figura 1 E) não tiveram alterações expressivas quando a concentração salina foi aumentada de 0 até 5 g L⁻¹ de NaCl, sendo registradas reduções de 19,8%, 33,8%, 67% e 22,4% quando as plântulas foram irrigadas com solução salina de 10 g L⁻¹ de NaCl, em relação ao controle (0 g L⁻¹ de NaCl). Foi registrado aumento de matéria fresca sob irrigação com 5 g L⁻¹ de NaCl, em relação ao controle, seguido de expressiva redução quando a irrigação foi realizada utilizando-se de 10 g L⁻¹ de NaCl (Figura 1C). Não houve diferença significativa no teor de água nos tecidos vegetais em resposta às concentrações salinas (Figura 1F).

Figura 1: Altura de plântula (A), diâmetro do caule (B), matéria fresca (C) e seca (D) da parte aérea, área foliar (E) e teor de água nos tecidos vegetais (F) do milho cv. 1051 submetido a estresse salino em ambiente protegido.



Fonte: Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Plântulas do milho cv.1051 têm o crescimento inicial reduzido e mantêm o status hídrico estável quando submetidas ao estresse salino com 10 g L⁻¹ de NaCl em ambiente protegido.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BADAVATH, H.; SASKI, C. A. Plant adaptation to salinity: physiological pathways and prospects for crop improvement - A review. **Genes**, v. 17, p. e253, 2026.

CAVALCANTE, I. E.; ALENCAR, R. S.; DIAS, G. F. et al. Water status, cell integrity, and growth of cowpea plants under water restriction and salicylic acid¹. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 29, p. e283012, 2025.

COSTA, P. S.; FERRAZ, R. L. S.; DANTAS-NETO, J. et al. Seed priming with light quality and *Cyperus rotundus* L. extract modulate the germination and initial growth of *Moringa*

oleifera Lam. seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, p. e255836, 2024.

DABA, A. W. Rehabilitation of soil salinity and sodicity using diverse amendments and plants: a critical review. **Discov Environ**, v. 3, p. 1-22, 2025.

HERNÁNDEZ-AGUILAR, C.; MÉNDEZ, J. I.; ROMERO-GALINDO, R. et al. Effects of UV-C irradiation and Spirulina priming on physiology and sanitary quality in creole maize. **Scientific Reports**, v. 16, p. e13687, 2026.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, p. 51-76, 2011.

SILVA, M. B.; AMARAL, A. M.; PEREIRA, S. B. et al. Desenvolvimento inicial de diferentes híbridos de milho sob variabilidade hídrica no solo. **Revista Delos**, v. 18, p. 1-20, 2025.

MECANISMOS DE TOLERÂNCIA À SECA EM CAFEEIROS

Lubia da Silva Teixeira¹.

¹Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1610936721869054>

PALAVRAS-CHAVE: Relações hídricas. *Coffea arabica*. Déficit hídrico.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia.

INTRODUÇÃO

As projeções climáticas indicam que as principais regiões produtoras de café serão submetidas a condições ambientais mais desafiadoras, marcadas pelo aumento das temperaturas médias e por alterações na distribuição e frequência das precipitações (Hernández-Cortés et al., 2026). No Brasil, maior produtor mundial de café, períodos de temperaturas elevadas associados à deficiência hídrica já constituem uma preocupação para a cultura. Esses fatores podem comprometer o estabelecimento, o crescimento e a produtividade, especialmente em lavouras jovens, nas quais o sistema radicular ainda está em desenvolvimento e apresenta menor capacidade de exploração do solo e absorção de água (Silva et al., 2022). A disponibilidade de água é essencial para diferentes etapas do ciclo do cafeeiro, e sua redução pode afetar o desenvolvimento inicial, a formação do sistema radicular, o crescimento vegetativo e a produtividade (Santos et al., 2025). O déficit hídrico desencadeia respostas em diferentes níveis de organização da planta. Entre as alterações fisiológicas, destacam-se a redução do potencial hídrico foliar e o fechamento estomático, que contribuem para limitar a perda de água, mas também podem restringir a assimilação de CO₂ e a fotossíntese. Além disso, a deficiência hídrica pode favorecer o acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs), aumentando o risco de danos oxidativos quando a capacidade de defesa da planta é insuficiente (Lopez-Merino et al., 2026).

A tolerância à seca, portanto, não depende de uma única resposta, mas da atuação coordenada de diferentes mecanismos. Características morfológicas, anatômicas, fisiológicas e bioquímicas contribuem conjuntamente para a manutenção do balanço hídrico e a preservação das funções celulares durante períodos de restrição hídrica. Essa resposta também pode variar conforme o estágio de desenvolvimento, a intensidade e a duração do estresse, bem como as características genéticas do cafeeiro (Reis et al., 2022). Nesse sentido, a capacidade de tolerar a seca está relacionada à habilidade da planta em ajustar seu funcionamento e minimizar os danos provocados pela limitação de água, mantendo, dentro de determinados limites, os processos essenciais ao crescimento e à sobrevivência

(Lopez-Merino et al., 2026). A compreensão desses mecanismos é fundamental para identificar características associadas à maior tolerância e subsidiar a seleção de genótipos mais adaptados às condições climáticas futuras. Assim, os mecanismos de tolerância à seca em cafeeiros podem ser compreendidos a partir de diferentes estratégias, incluindo ajustes morfológicos e anatômicos, respostas fisiológicas, alterações bioquímicas e mecanismos de defesa antioxidante, que atuam de maneira integrada na adaptação à deficiência hídrica (Lopez-Merino et al., 2026; Reis et al., 2022).

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre os principais mecanismos de tolerância à seca em cafeeiros. Além disso, buscou-se compreender as respostas morfoanatômicas, fisiológicas e bioquímicas envolvidas na adaptação à deficiência hídrica.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa básica, de abordagem qualitativa e objetivos exploratórios e descritivos, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica. Foram consultados artigos científicos, livros e notas técnicas disponíveis nas bases Web of Science, Scopus, ScienceDirect, PubMed e Google Scholar, utilizando descritores em português e inglês relacionados a “tolerância à seca”, “déficit hídrico”, “mecanismos de tolerância”, “cafeeiro”, “*Coffea arabica*”, “drought tolerance” e “drought stress”. Foram priorizados estudos publicados nos últimos 10 anos, sem excluir trabalhos clássicos relevantes para a fundamentação dos mecanismos de resposta à seca em cafeeiros. As informações selecionadas foram analisadas criticamente e organizadas por temas, considerando os principais mecanismos morfológicos, anatômicos, fisiológicos e bioquímicos envolvidos na tolerância à seca.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Mecanismos morfoanatômicos

A tolerância à seca em cafeeiros envolve alterações estruturais que favorecem a conservação e a absorção de água, incluindo modificações na cutícula, estômatos, sistema radicular, tecidos vasculares e mesófilo foliar. Essas características variam entre genótipos e refletem diferentes estratégias de adaptação ao déficit hídrico (Reis et al., 2022; Santos et al., 2025). Cutículas mais espessas podem reduzir a perda hídrica pela superfície foliar e contribuir para o isolamento dos tecidos internos. Da mesma forma, alterações na densidade, localização e características dos estômatos podem modificar a transpiração. Em genótipos tolerantes, uma menor densidade estomática está associada à redução da perda de água,

favorecendo a manutenção do estado hídrico durante períodos de seca (Santos et al., 2025). A senescência foliar também pode representar uma estratégia de redução da superfície transpirante, embora implique alterações no crescimento e na capacidade fotossintética da planta (Santos et al., 2025). As características do sistema vascular também desempenham papel importante na resposta à deficiência hídrica. Maior número de vasos do xilema pode estar relacionado à eficiência do transporte de água, enquanto a espessura dos tecidos vasculares e sua plasticidade podem contribuir para a manutenção do fluxo hídrico entre raízes e parte aérea. Entretanto, essas características devem ser interpretadas em conjunto com os mecanismos de proteção hidráulica, uma vez que o aumento da capacidade de transporte não necessariamente representa maior tolerância quando há elevado risco de cavitação (Silva et al., 2022). As características do mesófilo também podem contribuir para a adaptação à seca. Maior espessura da lâmina foliar e do parênquima esponjoso pode favorecer a retenção de água nos tecidos e influenciar a difusão de CO₂ e a distribuição da radiação no interior da folha, contribuindo para a manutenção da atividade fotossintética. Dessa forma, a combinação de características anatômicas pode favorecer simultaneamente a conservação de água e a manutenção do funcionamento fotossintético sob condições de déficit hídrico (Silva et al., 2022). O sistema radicular constitui outro componente essencial da adaptação. Genótipos com maior desenvolvimento radicular apresentam maior capacidade potencial de exploração do solo e acesso à água em camadas mais profundas. Em conjunto, características como maior comprimento radicular, espessura da cutícula e alterações na estrutura foliar podem contribuir para a manutenção do estado hídrico em condições de restrição hídrica (Reis et al., 2022).

Mecanismos fisiológicos e bioquímicos

O fechamento estomático constitui uma das primeiras respostas à redução da disponibilidade de água, permitindo limitar a transpiração e conservar água nos tecidos. Entretanto, essa resposta também restringe a entrada de CO₂, podendo comprometer a fotossíntese. Os genótipos de *Coffea arabica* apresentam diferentes estratégias de regulação estomática sob déficit hídrico, variando entre maior controle da transpiração para conservar água e manutenção da condutância estomática para sustentar a assimilação de carbono. Alguns genótipos mantêm maior condutância mesmo sob menor potencial hídrico, enquanto outros restringem a abertura estomática e preservam melhor o estado hídrico. Essa variabilidade demonstra que a tolerância à seca não pode ser inferida por um único parâmetro, sendo necessária a avaliação conjunta das relações hídricas e das trocas gasosas (Hernández-Cortés et al., 2026). A eficiência no uso da água constitui outro indicador relevante, pois representa a relação entre o carbono assimilado e a quantidade de água perdida pela planta. A capacidade de manter maior eficiência no uso da água durante a seca pode permitir a continuidade da atividade fotossintética mesmo sob disponibilidade hídrica reduzida. Essa característica, associada à regulação estomática e à manutenção do estado hídrico, tem sido observada em genótipos de *C. arabica* com maior capacidade de adaptação

à deficiência hídrica (Santos et al., 2025). Além da resposta durante o estresse, a capacidade de recuperação após a reidratação constitui importante componente da tolerância à seca. Alguns genótipos apresentam elevada plasticidade fisiológica, recuperando rapidamente a condutância estomática, a fotossíntese e a transpiração após o restabelecimento da disponibilidade de água. Essa capacidade de recuperação pode representar uma estratégia adaptativa relevante, sendo, em alguns materiais, mais importante do que a manutenção da atividade fisiológica durante o período de maior estresse (Hernández-Cortés et al., 2026; Lopez-Merino et al., 2026). A capacidade de ajuste osmótico também constitui uma importante estratégia fisiológica. Por meio do acúmulo de solutos compatíveis, a planta pode reduzir o potencial osmótico celular e manter a absorção de água e o turgor em condições de baixa disponibilidade hídrica. Esse mecanismo pode retardar o alcance do ponto de perda de turgor e contribuir para a manutenção da assimilação de CO₂ durante a seca (Hernández-Cortés et al., 2026). A capacidade de controlar as espécies reativas de oxigênio, constitui um importante componente da tolerância à seca (Lopez-Merino et al., 2026). A deficiência hídrica eleva a produção de EROs, cujo acúmulo excessivo pode causar estresse oxidativo e danos às membranas e componentes celulares (Lopez-Merino et al., 2026). Para minimizar esses efeitos, o cafeeiro ativa mecanismos antioxidantes, incluindo as enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxidase do ascorbato (APX) e peroxidases (POX), que atuam na detoxificação das EROs, além de compostos antioxidantes não enzimáticos que contribuem para o equilíbrio redox (Lima et al., 2002). Paralelamente, alterações na síntese de ácido abscísico (ABA), são cruciais na sinalização da deficiência hídrica, especialmente por sua participação na regulação estomática e na coordenação de respostas destinadas à conservação de água (Lopez-Merino et al., 2026).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a tolerância à seca em cafeeiros resulta da atuação integrada de mecanismos morfoanatômicos, fisiológicos e bioquímicos, que contribuem para a conservação da água, a manutenção das trocas gasosas e a proteção celular. A interação entre essas respostas permite ao cafeeiro minimizar os efeitos da deficiência hídrica e manter suas funções vitais.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- Hernández-Cortés, S.; Rada, F.; Lasso, E. Contrasting warming tolerance and drought resilience in *Coffea arabica* Castillo and Caturra varieties. *Discover Plants*, v. 3, n. 1, 2026.
- Lima, A. L. Da S.; Damatta, F. M.; Pinheiro, H. A.; Totola, M. R.; Loureiro, M. E. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environmental and Experimental Botany*, v. 47, n. 3, p. 239–247, 2002.
- Lopez-Merino, J. E.; Huaman, E.; Condori-Apfata, J. A.; Oliva-Cruz, M. Physiological and

biochemical analysis of *Coffea arabica* cultivars in the early stage of development subjected to water stress for the selection of cultivars adapted to drought. *Stresses*, v. 6, n. 1, p. 2, 2026.

Reis, A. M.; Mendes, A. N. G.; Abrahão, J. C. de R.; Santos, M. de O.; Silva, V. A. Early selection of drought-tolerant *Coffea arabica* genotypes at the seedling stage using functional divergence. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 52, e72412, 2022.

INDICADORES COLORIMÉTRICOS DIGITAIS PARA DISTINÇÃO DE PLÂNTULAS DO MILHO cv. 1051 ESTRESSADAS POR SAIS EM AMBIENTE PROTEGIDO

Alusca dos Santos Silva¹; Anderson Andrey da Silva Diniz²; Iluliane Maria Gadelha Correia³; José Severino da Silva Neto⁴; Nicolly Rodrigues de Souza⁵; Sindolfo Severino da Silva Neto⁶; Emanuel da Costa Cavalcante⁷; Rosana Araujo Martins Lucena⁸; Renner Luciano de Souza Ferraz⁹.

¹Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/7851182566379358>

²Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<https://lattes.cnpq.br/2276248948360816>

³Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/8565738177342453>

⁴Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/9813338985003266>

⁵Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/3389452681435537>

⁶Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<https://lattes.cnpq.br/5448248268086478>

⁷Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/5809007945489554>

⁸Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/6453753955502807>

⁹Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba.

<http://lattes.cnpq.br/8198767703855831>

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*. Condutividade elétrica. Colorimetria.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

Dentre as espécies de plantas cultivadas com expressiva importância econômica, social e ambiental, o milho (*Zea mays* L.) se destaca por sua grande representatividade agroindustrial. Embora seja uma cultura de grande relevância no cenário agropecuário, seu cultivo em solos salinizados pode limitar o crescimento das plantas, sobretudo nos estádios fenológicos iniciais (HERNÁNDEZ-AGUILAR et al., 2026).

Nesse sentido, é importante ressaltar que o sucesso produtivo do milho depende de condições adequadas de solo e água, especialmente durante as fases iniciais de desenvolvimento, consideradas determinantes para o estabelecimento do estande e para a produtividade final, uma vez que o estresse por sais pode reduzir a capacidade fotossintética das plantas e refletir em diminuição nos componentes de produção da fase reprodutiva (SILVA, 2025).

O acúmulo de sais solúveis na solução do solo reduz a disponibilidade hídrica para as plantas e compromete diversos processos fisiológicos, por exemplo, os teores de pigmentos cloroplastídicos, sobretudo as clorofilas (DABA, 2025). De fato, isso ocorre devido à redução da absorção de nutrientes e água, o que causa estresse osmótico e iônico, resultantes do acúmulo das partículas de Na^+ e Cl^- nos tecidos, desencadeando estresse oxidativo e disfunção metabólica subsequente (BADAVATH e SASKI, 2026).

Face ao exposto, a análise de indicadores colorimétricos qualiquantitativos consiste em uma estratégia promissora para o diagnóstico precoce de danos fisiológicos provocados pelo estresse salino. Salienta-se que, tradicionalmente, análises de índices de cores em folhas de plantas podem ser realizadas utilizando-se de clorofilômetros (PEREIRA et al., 2021; SHIVASHANKA et al., 2025) cujo custo pode ser um fator limitante. Assim, o emprego de técnicas de colorimetria configura-se em uma estratégia ágil, prática e de menor dispêndio de recursos econômicos (FAN et al., 2021).

OBJETIVO

Objetivou-se avaliar os indicadores colorimétricos de imagens digitais para distinção de plântulas do milho cv.1051 submetidas ao estresse salino em ambiente protegido.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em ambiente protegido, entre os meses de maio e junho de 2026, em área agrícola pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca - PB, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 7° 09' S; longitude 35° 52' W e altitude de 634 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é As' (tropical úmido), com temperatura média anual de 22° C, com temperaturas mínimas e máximas de 18 °C e 33

°C, respectivamente, precipitação de 500 mm e umidade relativa de 80% (COSTA et al., 2024; CAVALCANTE et al., 2025)

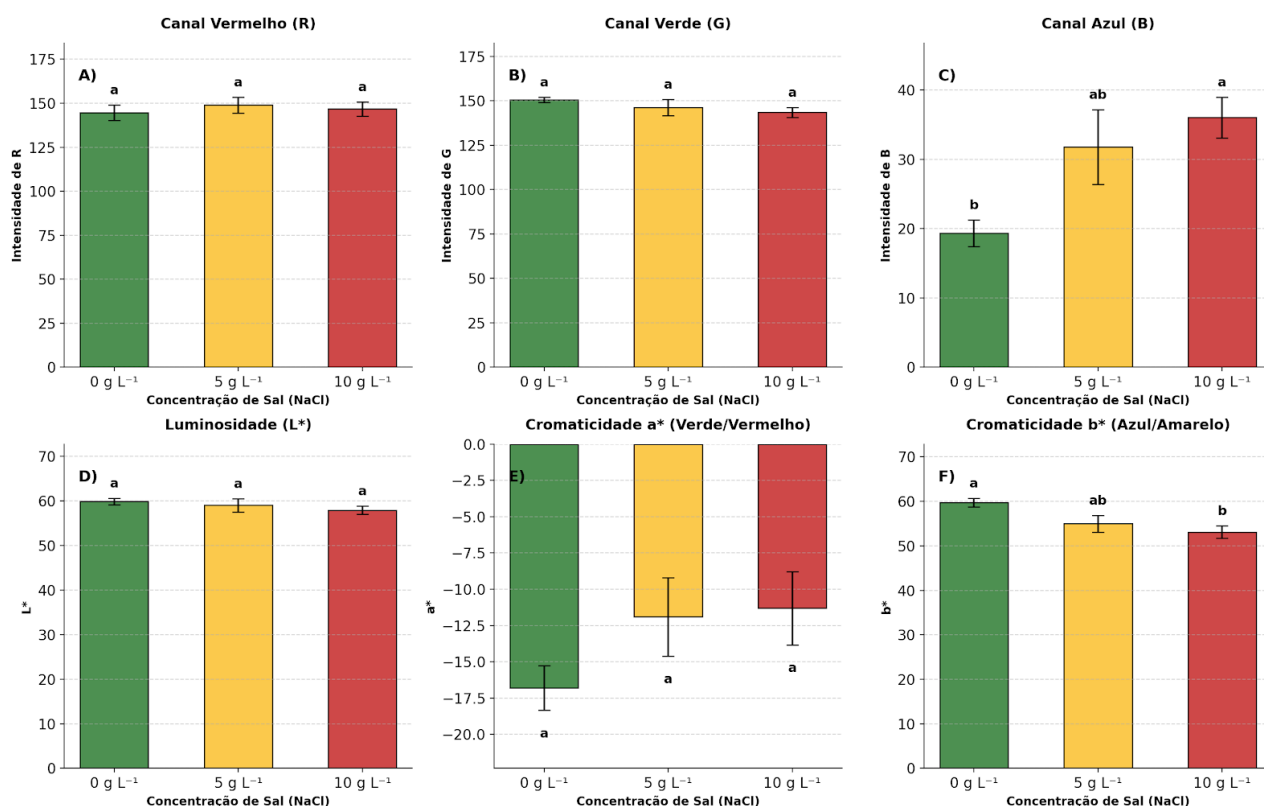
O estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental, de natureza aplicada, abordagem quantitativa e objetivo explicativo. Foram utilizadas sementes de milho (*Zea mays* L.) cv. 1051, as quais foram semeadas em profundidade aproximada de 3 cm em bandejas de polietileno preenchidas com substrato arenoso, submetidas a três níveis de salinidade em ambiente protegido. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com três tratamentos, sendo: T1 - controle (água de irrigação sem adição de sais), T2 - água de irrigação adicionada de 5 g L⁻¹ de NaCl, T3 - água de irrigação adicionada de 10 g L⁻¹ de NaCl, distribuídos em 12 repetições, totalizando 36 unidades experimentais.

Transcorridos 16 dias após a semeadura (DAS), foram obtidas imagens digitais de contato, conforme metodologia de BARMAN e SAIKIA (2024), seguindo-se de avaliação dos indicadores colorimétricos *RGB* (*Red*, *Green*, *Blue*) e *CIE L*a*b** (luminosidade *L**, cromaticidade no eixo verde-vermelho (*a**) e cromaticidade no eixo azul-amarelo (*b**) das imagens (FAN et al., 2021) utilizando-se de rotinas de visão computacional em linguagem Python integradas ao ambiente de análise de dados do Google Gemini. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F, $p < 0,05$) e ao teste de comparações múltiplas de médias (teste Tukey), utilizando-se do *software* Sisvar (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram constatadas diferenças significativas nos indicadores colorimétricos das imagens digitais de folhas de milho cv. 1051 no espaço de cor azul (Figura 1C) e na cromaticidade *b** (Figura 1F) evidenciando modificações nos teores de pigmentos cloroplastídicos. As plântulas de milho irrigadas com água sem adição de sais (0 g L⁻¹ de NaCl) expressaram menor intensidade de azul ($19,34 \pm 1,93$), enquanto aquelas plântulas irrigadas com solução salina de 10 g L⁻¹ tiveram maior intensidade de azul ($36,03 \pm 2,96$). Por outro lado, corre redução na cromaticidade *b** quando o valor obtido nas plantas controle ($59,75 \pm 0,97$) são comparados com aqueles obtidos nas plantas submetidas aos estresse com 10 g L⁻¹ de NaCl ($53,09 \pm 1,39$). Não foram constatadas diferenças significativas nos demais indicadores colorimétricos (Figura 1A, B, D e E).

Figura 1: Indicadores colorimétricos nos espaços de cor vermelho (A), verde (B), azul (C), luminosidade L^* (D), cromaticidade no eixo verde-vermelho a^* (E) e cromaticidade no eixo azul-amarelo b^* (F) de imagens digitais de folhas de plântulas de milho cv.1051 submetidas ao estresse salino em ambiente protegido.



Fonte: Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores colorimétricos de intensidade da cor no espaço azul e a cromaticidade b^* de imagens digitais de contato foram os mais sensíveis para distinção de plântulas do milho cv.1051 submetidas ao estresse salino em ambiente protegido.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- BADAVATH, H.; SASKI, C. A. Plant adaptation to salinity: physiological pathways and prospects for crop improvement - A review. **Genes**, v. 17, p. e253, 2026.
- BARMAN, U.; SAIKIA, M. J. Smartphone Contact Imaging and 1-D CNN for Leaf Chlorophyll Estimation in Agriculture. **Agriculture**, v. 14, p. e1262, 2024.
- CAVALCANTE, I. E.; ALENCAR, R. S.; DIAS, G. F. et al. Water status, cell integrity, and growth of cowpea plants under water restriction and salicylic acid¹. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 29, p. e283012, 2025.
- COSTA, P. S.; FERRAZ, R. L. S.; DANTAS-NETO, J. et al. Seed priming with light quality

and *Cyperus rotundus* L. extract modulate the germination and initial growth of *Moringa oleifera* Lam. seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, p. e255836, 2024.

DABA, A. W. Rehabilitation of soil salinity and sodicity using diverse amendments and plants: a critical review. **Discov Environ**, v. 3, p. 1-22, 2025.

FAN, Y.; LI, J.; GUO, Y. et al. Digital image colorimetry on smartphone for chemical analysis: A review. **Measurement**, v. 171, p. e108829, 2021.

HERNÁNDEZ-AGUILAR, C.; MÉNDEZ, J. I.; ROMERO-GALINDO, R. et al. Effects of UV-C irradiation and Spirulina priming on physiology and sanitary quality in creole maize. **Scientific Reports**, v. 16, p. e13687, 2026.

PEREIRA, C. S.; ZANETTI, V. H.; SCHOFFEN, M. E. et al. Caracteres de produção e índice ClorofiloG® de treze híbridos de milho no norte de Mato Grosso. **Agrarian**, v. 14, p. 233-240, 2021.

SHIVASHANKAR, K.; POTDAR, M. P.; GAWDIYA, S. et al. SPAD dynamics in maize crop with precision nitrogen management under rain-fed and irrigated conditions. **Scientific Reports**, v. 15, p. e22842, 2025.

SILVA, M. B.; AMARAL, A. M.; PEREIRA, S. B. et al. Desenvolvimento inicial de diferentes híbridos de milho sob variabilidade hídrica no solo. **Revista Delos**, v. 18, p. 1-20, 2025.

**O ARMAZENAMENTO ALTERA O COMPORTAMENTO GERMINATIVO DE
Pilosocereus catingicola (Gürke) Byles & G. D. Rowley subsp. *salvadorensis* (Werderm.)
Zappi?**

Ellen Carvalho Peixoto-Santana¹; Marcos Vinicius Meiado².

¹ Universidade Federal de Sergipe (UFS), Itabaiana, Sergipe.

<http://lattes.cnpq.br/1502722828578041>

² Universidade Federal de Sergipe (UFS), Itabaiana, Sergipe.

<http://lattes.cnpq.br/7578950823950448>

PALAVRAS-CHAVE: Caatinga. Cactaceae. Hidratação Descontínua.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia.

INSTITUIÇÃO DE FOMENTO: Capes.

INTRODUÇÃO

A germinação é um processo composto por um conjunto de etapas que resultam no desenvolvimento do embrião, originando a plântula (Marcos-filho, 1986). Entretanto, o comportamento germinativo das espécies não é fixo e pode variar em função de diversos fatores (Donohue, 2009). Um deles é o armazenamento das sementes, cujo tempo e local podem modificar as respostas germinativas, atuando de forma benéfica ou prejudicial sobre a germinação (Araújo et al., 2001; Costa et al., 2021).

Esse comportamento germinativo também é influenciado pelo ambiente de origem e pelas características desse ambiente (Dias, 2018). A hidratação descontínua é uma condição à qual as sementes podem ser submetidas devido à disponibilidade hídrica descontínua em ambientes semiáridos (Dubrovsky, 1996, 1998). Em espécies da família Cactaceae, a passagem por ciclos de hidratação e desidratação pode promover alterações na germinação, no desenvolvimento inicial e na tolerância a estresses (Lima e Meiado, 2017, 2018 e 2023).

Pilosocereus catingicola (Gürke) Byles & G. D. Rowley subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi, popularmente conhecido como facheiro-da-praia, pertence à família Cactaceae e é uma espécie nativa e endêmica do Brasil, ocorrendo em todos os estados do Nordeste (Zappi e Taylor, 2026). O facheiro, ao passar pelos ciclos de hidratação descontínua, melhora seu comportamento germinativo e apresenta respostas germinativas distintas conforme o local de origem e a estação de coleta (Lima e Meiado, 2017, 2018 e

2023). Apesar dos trabalhos já desenvolvidos com a espécie, ainda não se sabe como o armazenamento influencia o seu comportamento germinativo.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi determinar se o comportamento germinativo de sementes de *P. catingicola* subsp. *salvadorensis* é influenciado pelo tempo e pelo local de armazenamento, bem como pela aplicação de ciclos de hidratação e desidratação.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado com sementes de *P. catingicola* subsp. *salvadorensis* provenientes de uma população da Caatinga, localizada no município de Nossa Senhora da Glória, em Sergipe. A coleta foi realizada em maio de 2026, durante o período chuvoso da região. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), considerando três tempos de armazenamento (0, 6 e 9 meses), dois locais de armazenamento (temperatura ambiente e geladeira) e dois tratamentos (controle e ciclos de hidratação e desidratação – HD). No tempo zero, foram utilizadas sementes recém-coletadas, sem armazenamento; aos seis e nove meses, as sementes foram avaliadas após armazenamento em temperatura ambiente e em geladeira. Os tempos de hidratação e de desidratação foram determinados a partir da curva de embebição, considerando-se a fase II do processo. Foram realizados dois ciclos de HD, cada um composto por 3 horas de hidratação e 30 minutos de desidratação, a 25 °C. As sementes foram armazenadas em recipientes plásticos durante os períodos estabelecidos.

Foram utilizadas 100 sementes por tratamento, distribuídas em cinco repetições de 20 sementes cada. O experimento foi conduzido em câmara de germinação a 25 °C, sob fotoperíodo de 12 horas, e acompanhado até a estabilização da germinação. Foram avaliados a germinabilidade (*G*), o tempo necessário para atingir 50% da germinação máxima (t_{50}) e a velocidade média de germinação (*V*). As análises estatísticas foram realizadas no software R. Como o tempo zero não apresentou fator local, foram realizadas análises complementares considerando todos os períodos e, posteriormente, um esquema fatorial Tratamento × Tempo × Local para os dados de seis e de nove meses. A germinabilidade foi analisada por meio de um modelo beta-binomial, enquanto t_{50} e *V* foram analisados por meio de modelos lineares generalizados (GLMs) com distribuição gama. Foram realizadas comparações entre os tratamentos e as condições avaliadas, adotando-se o nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinabilidade apresentou interação entre o tratamento e as condições de tempo e de local de armazenamento ($p < 0,001$). Os ciclos de HD não alteraram a germinabilidade no tempo zero nem aos nove meses, mas promoveram maior germinação aos seis meses, independentemente do local de armazenamento ($p < 0,001$). No controle, houve redução da germinabilidade aos seis meses em relação ao tempo zero, seguida de recuperação aos nove meses, enquanto as sementes submetidas aos ciclos mantiveram germinabilidade semelhante à do tempo zero. Essa resposta indica que o efeito dos ciclos de HD sobre a germinabilidade não se manteve constante ao longo do armazenamento, evidenciando uma expressão temporalmente variável da memória de hidratação. A expressão dessa memória pode ser modulada por condições pós-dispersão das sementes (Lima, 2024).

O t_{50} foi influenciado pelas condições de tempo e pelo local de armazenamento, bem como pela interação entre elas e o tratamento. Após o armazenamento, as sementes apresentaram t_{50} maior do que no tempo zero. Entretanto, entre as sementes armazenadas, aquelas mantidas em geladeira apresentaram menor t_{50} do que as armazenadas à temperatura ambiente, independentemente do tratamento e do tempo de armazenamento. O atraso no processo germinativo pode estar relacionado ao envelhecimento das sementes durante o armazenamento, uma vez que a deterioração progressiva pode comprometer sua integridade celular e metabólica, reduzindo o vigor e tornando a germinação mais lenta (De Vitis et al., 2020).

A velocidade média de germinação diminuiu após o armazenamento na maioria das condições. Entre seis e nove meses ocorreu interação Tratamento $\times$ Tempo $\times$ Local ($p = 0,010$). De modo geral, as sementes armazenadas em geladeira apresentaram maior V do que as mantidas em temperatura ambiente, e a diferença entre Controle e Ciclos ocorreu aos seis meses na geladeira. A maior velocidade observada nas sementes armazenadas em geladeira sugere que a refrigeração preservou melhor o vigor das sementes em comparação com o armazenamento à temperatura ambiente. Condições de armazenamento podem influenciar a conservação da qualidade fisiológica das sementes ao longo do tempo (Santos, Hassemer e Meiado, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O comportamento germinativo de *P. catingicola* subsp. *salvadorensis* é alterado pelo tempo e pelo local de armazenamento e pela aplicação dos ciclos de HD. O efeito dos ciclos sobre a germinabilidade varia ao longo do armazenamento, sendo mais evidente aos seis meses. Embora o armazenamento torne a germinação mais lenta do que a de sementes recém-coletadas, a refrigeração favorece a manutenção da velocidade de germinação.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. P.; SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTE, N. B.; REZENDE, G. M. Influência do período de armazenamento de sementes de umbuzeiro na sua germinação e no desenvolvimento da plântula. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 26, p. 36–39, 2001.
- DE VITIS, Marcello; HAY, Fiona R.; DICKIE, John B.; TRIVEDI, Clare; CHOI, Jaeyong; FIEGENER, Rob. Seed storage: maintaining seed viability and vigor for restoration use. **Restoration Ecology**, 2020. DOI: 10.1111/rec.13174.
- DUBROVSKY, J. G. Discontinuous hydration as a facultative requirement for seed germination in two cactus species of the Sonoran Desert. **Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 125, p. 33–39, 1998. DOI: 10.2307/2997229.
- DUBROVSKY, J. G. Seed hydration memory in Sonoran Desert cacti and its ecological implication. **American Journal of Botany**, v. 83, p. 624–632, 1996. DOI: 10.1002/j.1537-2197.1996.tb12748.x.
- LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Alterações na expressão da memória de hidratação das sementes em *Pilosocereus cattingicola* (Gürke) Byles & G. D. Rowley subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi (Cactaceae): sementes produzidas durante períodos chuvosos e secos. **Plant Ecology**, v. 224, p. 705–714, 2023. DOI: 10.1007/s11258-023-01336-y.
- LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Discontinuous hydration alters seed germination under stress of two populations of cactus that occur in different ecosystems in Northeast Brazil. **Seed Science Research**, v. 27, p. 292–302, 2017. DOI: 10.1017/S0960258517000241.
- LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Effects of seed hydration memory on initial growth under water deficit of cactus from two populations that occur in different ecosystems in Northeast Brazil. **Plant Species Biology**, v. 33, p. 268–275, 2018. DOI: 10.1111/1442-1984.12219.
- MARCOS-FILHO, J. Germinação de sementes. In: **Semana de Atualização em Produção de Sementes**, 1., 1986, Campinas. Anais [...]. Campinas: Fundação Cargill, 1986.
- SANTOS, Amanda P.; HASSEMER, Gustavo; MEIADO, Marcos V. Seed storage of Brazilian cacti species in different threat categories. **Plant Species Biology**, 2018. DOI: 10.1111/1442-1984.12208.

ÍNDICES ESPECTRAIS E SENSORIAMENTO NO MONITORAMENTO DE ESTRESSES, NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DE HORTALIÇAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Augusto Yann Cordeiro Freire¹.

¹Universidade federal do vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE.

<http://lattes.cnpq.br/7426964144962934>

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de precisão. Geoprocessamento. Olerícolas.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia.

INTRODUÇÃO

O uso de índices espectrais e sensoriamento remoto na agricultura se caracterizam como ferramentas eficazes no combate às perdas durante o cultivo. Em hortaliças, essas ferramentas podem auxiliar na detecção precoce de estresses bióticos e abióticos que provocam alterações fisiológicas nas olerícolas (Rivera-Romero et al., 2025; Biglia et al., (2024) . Entretanto, embora o sensoriamento remoto e os índices espectrais apresentem um amplo potencial de aplicação na agricultura, a atual literatura científica ainda apresenta maior concentração de estudos em culturas agrícolas de larga escala, enquanto as aplicações direcionadas às hortaliças permanecem menos exploradas e distribuídas entre diferentes culturas e objetivos de avaliação (Weiss; Jacob; Duveiller, 2020)

OBJETIVO

A atual pesquisa tem como finalidade mapear a produção científica sobre a temática, destacar lacunas, e em paralelo descrever os principais agrupamentos de pesquisa observados no levantamento.

METODOLOGIA

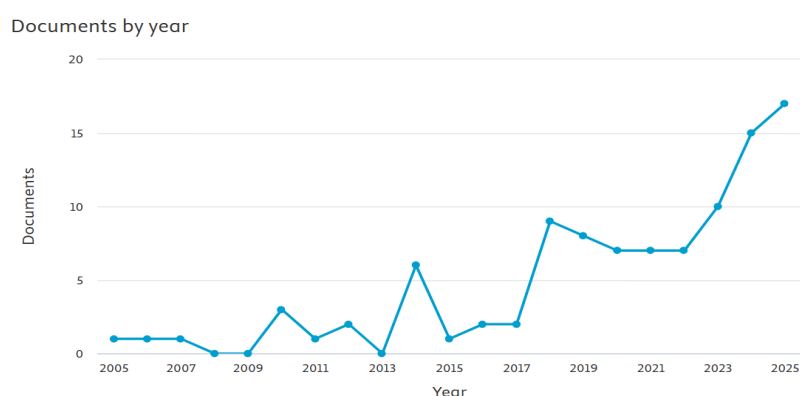
O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem quantitativa, de natureza básica, com objetivos exploratórios e descritivos, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica e documental, utilizando técnicas de análise bibliométrica, em que foi realizada com base em dados extraídos da base Scopus, através da string de busca: TITLE-ABS-KEY ((vegetable* OR horticultur* OR lettuce OR tomato OR onion OR carrot OR pepper OR spinach OR cabbage) AND (“nutrient status” OR “nutritional status” OR “water stress” OR “nutrient deficiency” OR “nutrient stress” OR nitrogen OR phosphorus OR

potassium OR micronutrient*) AND (“spectral index” OR “vegetation index” OR NDVI OR NDRE OR GNDVI OR “chlorophyll index”) AND (“remote sensing” OR multispectral OR hyperspectral OR UAV OR drone OR satellite) AND (crop OR agriculture OR horticulture OR “crop monitoring” OR “field experiment”)). A inserção da *string* na base de dados Scopus resultou inicialmente em 105 documentos, que após a limitação da janela temporal analisada (2005-2025) foi obtido o número final de 100 trabalhos analisados. Os dados foram exportados da Scopus no formato CSV. As análises foram realizadas utilizando o software VOSviewer. A primeira análise consistiu na coocorrência de palavras-chave. Em seguida, realizou-se a análise de coautoria, onde foram considerados três níveis: autores, países e organizações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A janela temporal analisada (2005-2025) evidenciou uma distribuição temporal coerente (Figura 1), evoluindo de 1 trabalho em 2005 para 17 trabalhos em 2025, mesmo ano em que houve o pico de publicações sobre o tema. Essa elevação acompanha o fenômeno atual da agricultura 4.0, contando com os princípios de agricultura de precisão, digitalização, BigData, tópicos conversam com o atual levantamento. Entretanto, a distribuição temporal ainda apresenta algumas lacunas temporais após o ano de seu primeiro pico de publicações (2014), representada pelos três anos consecutivos (2015-2017) onde a produção científica variou de 1 a 2 trabalhos por ano, totalizando apenas 5 trabalhos nesses três anos, enquanto o ano de 2014 apresenta sozinho 6 trabalhos.

Figura 1: Distribuição temporal de publicações.



Fonte: Scopus, 2026.

Ao analisar os dados de coautoria, focando-se neste momento na coautoria entre países (figura 1A), observa-se uma rede internacional pouco diversa, composta por países como a China, Estados Unidos e Paquistão, cada um representando um agrupamento colaborativo diferente. Nesse sentido, destaca-se a China como um elo principal, em

decorrência de exercer a função de conectividade entre outros países. Em síntese, a análise destaca que a presença de colaborações internacionais indica a relevância global do tema, porém, a baixa diversidade geográfica sugere que as pesquisas se concentram em núcleos específicos. Estabelece, portanto, como perspectiva futura a ampliação e internacionalização dos estudos sobre esse tema atual.

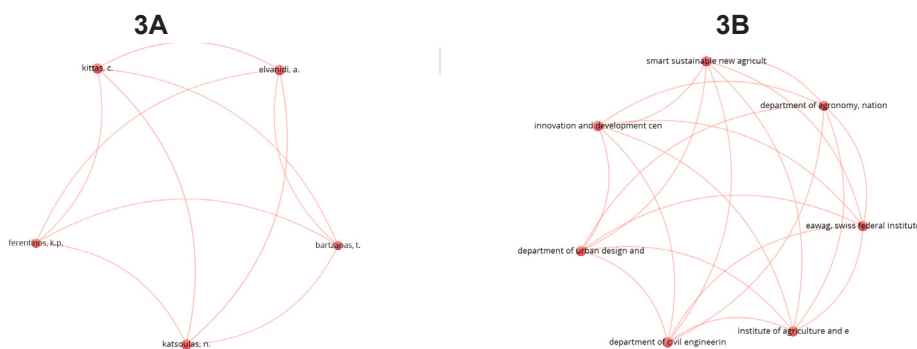
Figura 2: Coautoria entre países.



Fonte: VOSviewer, 2026.

Ao analisar a coautoria entre autores nota-se a repetição do comportamento limitante já descrito na Figura 2, uma vez que sua representação é através de uma rede limitada de colaborações. Apesar de que todos os cinco autores apresentam alta conectividade, sugerindo a consolidação de um grupo de pesquisa com foco, a restrição da rede de colaboração pode influenciar na propagação do tema. O mesmo cenário representado pela Figura 3A, repete-se agora ao analisar a coautoria entre organizações, onde é possível observar uma rede restrita de colaboração, apesar de apresentar uma alta colaboração das organizações inseridas.

Figura 3: Coautoria entre autores (3A) e organizações (3B)

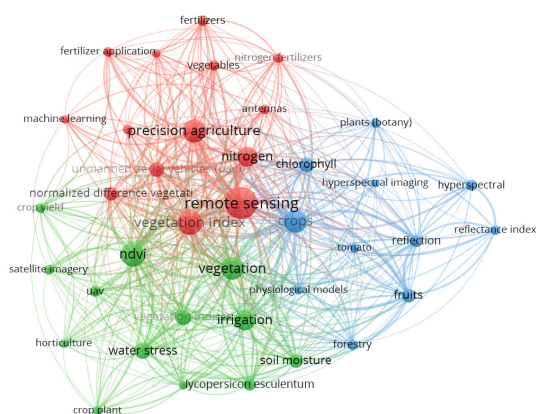


Fonte: VOSviewer, 2026.

A análise de coocorrência de palavras-chave (Figura 4) destaca uma rede multidisciplinar, representada por três agrupamentos temáticos. O cluster em Vermelho representa a forte associação entre o sensoriamento remoto e o manejo nutricional das

culturas olerícolas, destacando o potencial dessas ferramentas na obtenção de informações indiretas sobre as condições nutricionais das culturas. Em Verde se destaca termos relacionados aos índices de vegetação e à produtividade, observando também o estresse hídrico como um fator relacionado a ambos. Termos como “NDVI”, “satellite imagery” e “UAV”, reforçam a diversificação das plataformas utilizadas para a aquisição de dados, uma vez que abrange desde de imagens orbitais até sistemas aéreos não tripulados. Já o agrupamento representado pela cor azul sugere uma vertente da literatura direcionada à utilização de informações espectrais mais detalhadas para caracterização de respostas fisiológicas das plantas. Termos relacionados a culturas olerícolas sugerem também a diversidade de aplicação dessas técnicas em diferentes grupos de hortaliças.

Figura 4: Coocorrência de palavras-chave.



Fonte: VOSviewer, 2026.

Em síntese, o conjunto de informações presente na coocorrência de palavras-chave evidencia a consolidação do sensoriamento remoto como ferramenta de suporte à tomada de decisão agrícola e, simultaneamente, revela a diversidade de abordagens utilizadas para avaliar características nutricionais, fisiológicas e produtivas das culturas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atual pesquisa destaca lacunas que se concentram nas redes de coautoria como um possível fator a visibilidade limitada do tema de forma global, e em paralelo ao analisar a coocorrência de palavras-chave foi possível descrever a rica diversidade temática. Esses pontos destacam lacunas que devem ser mais exploradas em pesquisas futuras, mas elevam a compreensão e potencial de aplicação destas ferramentas sobre culturas olerícolas.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BIGLIA, Alessandro; GRESTA, Francesco; PATONO, Davide Lucien; COMBA, Lorenzo; LOVISOLO, Claudio; GAY, Paolo; SCHUBERT, Andrea. Identification of drought-salinity combined stress in tomato plants by vegetation indices. **Journal of Agricultural Engineering**, v. 55, n. 4, p. 1-9, 2024. DOI: <https://doi.org/10.4081/jae.2024.1599>.

WEISS, M.; JACOB, F.; DUVEILLER, G. Remote sensing for agricultural applications: a meta-review. **Remote Sensing of Environment**, v. 236, p. 111402, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111402>.

RIVERA-ROMERO, Claudia Angélica; PALACIOS-HERNÁNDEZ, Elvia Ruth; MUÑOZ-MINJARES, Jorge Ulises; VITE-CHÁVEZ, Osbaldo; OLIVERA-REYNA, Roberto; REYES-PORTILLO, Iván Alfonso. Recognition in the early stage of powdery mildew damage for cucurbits plants using spectral signatures. **Biosystems Engineering**, v. 252, p. 144-158, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2025.03.001>.

RESPOSTAS HORMONAIS DAS PLANTAS AOS ESTRESSES ABIÓTICOS

Lubia da Silva Teixeira¹.

¹Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1610936721869054>

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças climáticas. Regulação hormonal. Estresses ambientais.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam um importante desafio à agricultura, pois modificam os padrões ambientais aos quais as plantas estão adaptadas. O aumento da temperatura média, a alteração na distribuição e na disponibilidade das chuvas, a maior ocorrência de períodos prolongados de seca, bem como a intensificação de eventos extremos, pode alterar significativamente o crescimento e a produtividade das culturas (El Sabagh et al., 2022). Por serem organismos sésseis, as plantas não podem se deslocar para evitar condições ambientais desfavoráveis e, portanto, precisam desenvolver mecanismos fisiológicos, bioquímicos e moleculares capazes de perceber, responder e se adaptar às mudanças no ambiente. Entre os principais estresses abióticos destacam-se o déficit hídrico, o alagamento, a salinidade, as temperaturas extremas, a toxicidade por metais pesados e o excesso de radiação solar (El Sabagh et al., 2022). Em condições naturais, esses estresses raramente ocorrem de forma isolada, sendo comum a ocorrência simultânea ou sequencial de diferentes fatores adversos, podendo desencadear respostas fisiológicas, bioquímicas e moleculares complexas, envolvendo uma ampla rede de sinalização hormonal (Aizaz et al., 2024). Nesse contexto, os fitormônios desempenham papel central na percepção e integração dos sinais provenientes do ambiente, coordenando respostas que permitem às plantas ajustar o crescimento, as trocas gasosas, o metabolismo e os mecanismos de defesa diante de condições adversas (El Sabagh et al., 2022). Hormônios como ácido abscísico (ABA), etileno, ácido salicílico, jasmonatos, auxinas, citocininas e ácido giberélico podem atuar de forma integrada, por meio de interações hormonais que determinam a intensidade e a natureza das respostas ao estresse (Waadt et al., 2022). Assim, compreender a dinâmica e a interação dessas vias hormonais é fundamental para elucidar os mecanismos de adaptação e tolerância das plantas aos estresses abióticos, especialmente diante da maior frequência de condições ambientais extremas associadas às mudanças climáticas.

OBJETIVO

Nesta revisão, objetiva-se descrever o conhecimento atual sobre como os hormônios vegetais medeiam as respostas das plantas a estresses abióticos.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa básica, de abordagem qualitativa e objetivos exploratórios e descritivos, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica. Foram consultados artigos científicos, livros e notas técnicas disponíveis nas bases Web of Science, Scopus, ScienceDirect, PubMed e Google Scholar, utilizando descritores em português e inglês relacionados a “hormônios vegetais”, “fitormônios”, “estresses abióticos”, “respostas hormonais”, “sinalização hormonal”, “interação hormonal”, “tolerância ao estresse”, “mudanças climáticas”, “plant hormones”, “phytohormones”, “abiotic stress”, “hormonal signaling”, “hormonal crosstalk”, “stress tolerance” e “climate change”. Foram priorizados estudos publicados nos últimos 10 anos, sem excluir trabalhos clássicos relevantes para a compreensão da síntese, sinalização e atuação dos fitormônios nas respostas das plantas aos estresses abióticos. As informações selecionadas foram analisadas criticamente e organizadas de acordo com os principais fitormônios envolvidos nas respostas ao estresse, considerando especialmente o papel do ácido abscísico (ABA), etileno, auxinas e citocininas, bem como as interações entre essas vias hormonais na tolerância das plantas às condições ambientais adversas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Diante de condições adversas, como déficit hídrico, salinidade, temperaturas extremas, alagamento e excesso de radiação, ocorre uma alteração no balanço, na distribuição e na sensibilidade aos hormônios vegetais, permitindo que a planta ajuste seu crescimento e suas funções fisiológicas de acordo com a intensidade e a duração do estresse. Dessa forma, os hormônios não atuam de maneira isolada, mas constituem uma complexa rede de sinalização na qual diferentes vias podem apresentar efeitos sinérgicos ou antagônicos (Aizaz et al., 2024). Entre os principais fitormônios envolvidos nessas respostas, destaca-se o ácido abscísico (ABA), considerado um dos principais reguladores das respostas ao déficit hídrico e à salinidade (Aizaz et al., 2024; Lopez-Merino et al., 2026). Sob redução da disponibilidade de água, o aumento do ABA favorece o fechamento dos estômatos, reduzindo a perda de água por transpiração, além de contribuir para ajustes no crescimento das raízes e da parte aérea e para a manutenção do equilíbrio hídrico (Li et al., 2022; Lopez-Merino et al., 2026). Além disso, Liu et al. (2020) demonstraram que o ABA também está envolvido na interação entre concentração elevada de CO₂ e déficit hídrico, evidenciando que as respostas hormonais podem ser modificadas por diferentes condições ambientais simultâneas. As auxinas, principalmente o ácido indol-3-acético (AIA), também participam

da adaptação aos estresses. Alterações nos níveis e na distribuição das auxinas podem modificar o crescimento das raízes e da parte aérea, permitindo que a planta ajuste sua arquitetura em resposta às condições ambientais. Esse papel é particularmente importante sob déficit hídrico e salinidade, condições nas quais o crescimento e a distribuição das raízes precisam ser ajustados para favorecer a exploração do solo e a aquisição de água. Verma et al. (2022) destacam que a sinalização por auxinas está relacionada à manutenção do crescimento radicular e ao ajuste do metabolismo sob seca e salinidade.

As citocininas também apresentam importante participação na resposta ao déficit hídrico. Sob condições de seca, alterações no metabolismo e na sinalização das citocininas podem contribuir para o controle do crescimento, da senescência e da distribuição de recursos entre diferentes órgãos. Sua interação com o ABA é particularmente importante, uma vez que esses hormônios podem apresentar efeitos antagônicos na regulação do crescimento e das respostas ao estresse. Farber et al. (2020) destacam que a sinalização por citocininas participa da comunicação entre diferentes órgãos durante a seca e apresenta forte interação com o ABA. Em estudo experimental com trigo, Ahmad et al. (2022) verificaram que a aplicação de citocinina, isoladamente ou em conjunto com ABA, reduziu os efeitos negativos do déficit hídrico e melhorou características relacionadas ao crescimento e à produtividade. Esses resultados demonstram que as citocininas podem contribuir para a manutenção do desempenho das plantas mesmo sob disponibilidade limitada de água.

O etileno, por ser um hormônio gasoso, apresenta participação particularmente importante em condições de alagamento, nas quais a baixa disponibilidade de oxigênio e a menor difusão dos gases favorecem seu acúmulo nos tecidos. O aumento do etileno pode modificar o crescimento de raízes e caules, estimular respostas de adaptação à baixa disponibilidade de oxigênio e contribuir para a sobrevivência durante períodos de inundação. Além do alagamento, esse hormônio também participa das respostas à seca, salinidade e temperaturas extremas, frequentemente interagindo com ABA, auxinas e giberelinas. Khan et al. (2020) destacaram o etileno como um dos principais reguladores das respostas das plantas ao alagamento, especialmente por sua capacidade de integrar alterações no crescimento e no metabolismo durante a baixa disponibilidade de oxigênio. Mais recentemente, um estudo com tomate demonstrou que a interação entre etileno e giberelinas influencia o crescimento e a resposta das plantas à salinidade, evidenciando o caráter integrado da sinalização hormonal durante o estresse.

De maneira geral, esses estudos demonstram que os diferentes grupos hormonais apresentam funções complementares na resposta aos estresses abióticos. Enquanto o ABA está fortemente relacionado à conservação de água e ao fechamento estomático, auxinas e citocininas participam do ajuste do crescimento e da arquitetura vegetal e o etileno apresenta papel particularmente importante em condições de alagamento. Entretanto, essas funções não são independentes, uma vez que os hormônios interagem continuamente entre si. Essa interação, conhecida como crosstalk hormonal, permite que a planta integre diferentes sinais ambientais e coordene respostas adequadas à natureza do

estresse. A complexidade dessa regulação torna-se ainda mais evidente quando diferentes estresses ocorrem simultaneamente. A combinação de seca e altas temperaturas, por exemplo, pode desencadear respostas hormonais diferentes daquelas observadas quando cada estresse ocorre isoladamente. Yang et al. (2022) demonstraram essa relação em raízes de milho submetidas à combinação de déficit hídrico e calor, enquanto estudos envolvendo citocininas, ABA e outros hormônios também evidenciam que a interação entre sinais pode determinar a capacidade de recuperação e sobrevivência das plantas. Assim, a intensidade e a natureza da resposta hormonal dependem não apenas do tipo de estresse, mas também de sua duração, intensidade, sequência de ocorrência e interação com outros fatores ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fitormônios constituem importantes mediadores da plasticidade fisiológica das plantas diante das condições ambientais adversas. A modulação do crescimento, das trocas gasosas, da arquitetura radicular, do metabolismo, da atividade antioxidante e da alocação de recursos, a sinalização hormonal permite que as plantas ajustem seu funcionamento e aumentem sua capacidade de tolerar condições desfavoráveis. No contexto das mudanças climáticas, compreender essa rede de interações torna-se especialmente relevante, uma vez que o aumento da frequência de eventos extremos e da ocorrência simultânea de diferentes estresses pode exigir respostas hormonais cada vez mais integradas.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- Lopez-Merino, J. E.; Huaman, E.; Condori-Apfata, J. A.; Oliva-Cruz, M. Physiological and biochemical analysis of *Coffea arabica* cultivars in the early stage of development subjected to water stress for the selection of cultivars adapted to drought. *Stresses*, v. 6, n. 1, p. 2, 2026.
- Waadt, R.; Seller, C. A.; Hsu, P.-K.; Takahashi, Y.; Munemasa, S.; Schroeder, J. I. Plant hormone regulation of abiotic stress responses. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, v. 23, n. 10, p. 680–694, 2022.
- El Sabagh, A.; Islam, M. S.; Hossain, A.; Iqbal, M. A.; et al. Phytohormones as growth regulators during abiotic stress tolerance in plants. *Frontiers in Agronomy*, v. 4, 765068, 2022.
- Aizaz, M.; Lubna; Jan, R.; Asaf, S.; Bilal, S.; Kim, K.-M.; Al-Harrasi, A. Regulatory dynamics of plant hormones and transcription factors under salt stress. *Biology*, v. 13, n. 9, 673, 2024.
- Aslam, M. M.; Waseem, M.; Jakada, B. H.; Okal, E. J.; et al. Mechanisms of abscisic acid-mediated drought stress responses in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, n. 3, 1084, 2022.

Verma, S.; Negi, N. P.; Pareek, S.; Mudgal, G.; Kumar, D. Auxin response factors in plant adaptation to drought and salinity stress. *Physiologia Plantarum*, v. 174, n. 3, e13714, 2022.

Liu, M.; Feng, N.; Zheng, D.; Zhang, R. Prohexadione calcium and gibberellin improve osmoregulation, antioxidant response and ion homeostasis to alleviate NaCl stress in rice seedlings. *Agronomy*, v. 14, n. 6, 1318, 2024.

MICROPROPAGAÇÃO CASEIRA DE BANANEIRA (*Musa spp.*) COM MEIO DE CULTURA ALTERNATIVO A PARTIR DE EXPLANTES DE RIZOMA E CORAÇÃO

Kaylane dos Anjos Faria¹; Eduarda Pereira de Lima²; Karen Aparecida Montanari dos Santos³.

¹Universidade Federal de Viçosa (UFV-CRP), Rio Paranaíba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/2119143759246914>

²Universidade Federal de Viçosa (UFV-CRP), Rio Paranaíba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9331139536839348>

³Universidade Federal de Viçosa (UFV-CRP), Rio Paranaíba, Minas Gerais.

<https://lattes.cnpq.br/3368806761554194>

PALAVRAS-CHAVE: Cultura de tecidos. Banana. Protocolo.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa spp.*) é uma das plantas frutíferas mais cultivadas no Brasil, sendo comumente propagada por mudas advindas de rizoma. A micropropagação permite a obtenção de grande número de mudas em espaço reduzido e com elevado potencial de sanidade vegetal, baseando-se no isolamento de gemas meristemáticas e seu cultivo em meio nutritivo estéril, contendo todos os nutrientes, vitaminas, açúcar e reguladores de crescimento necessários. Contudo, essa técnica normalmente demanda infraestrutura laboratorial especializada, o que restringe seu acesso a produtores e estudantes sem vínculo com laboratórios especializados. Diante disso, a adaptação de protocolos de micropropagação para condições domésticas, com materiais de baixo custo e fácil obtenção, constitui uma alternativa exploratória de caráter didático, relevante para a compreensão prática das limitações e possibilidades da técnica.

OBJETIVO

Avaliar a viabilidade da micropropagação de bananeira em ambiente doméstico, utilizando meio de cultura alternativo de baixo custo, comparando o comportamento de explantes provenientes de rizoma e do coração.

METODOLOGIA

Este trabalho foi conduzido em duas etapas experimentais na Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba (UFV-CRP), adaptando protocolos de micropropagação de bananeira descritos pela ESALQ/USP e pela Embrapa para execução em ambiente doméstico.

Na primeira etapa (13/04/2026), utilizou-se um único explante de rizoma como ensaio piloto preliminar para validação da assepsia do meio alternativo, obtido de muda vigorosa do Galpão Experimental da UFV-CRP. Após lavar em água corrente, escovar e aplicar detergente neutro, foi feita remoção de raízes e bainhas foliares. Em seguida, o explante foi imerso em solução de água sanitária a 0,5% com detergente por 15 minutos e, assim, desinfestado em álcool 70% (2 min), água sanitária com detergente (20 min) e três enxágues em água destilada. A inoculação foi realizada em ambiente doméstico, próxima à chama, com instrumentos para tal esterilizados e utilizando câmara artesanal de papelão como barreira física, em substituição à câmara de fluxo laminar. O meio de cultura alternativo foi preparado com 200 mL de água destilada, 5 g de açúcar cristal, 10 mL de água de coco natural, 0,5 mL de fertilizante líquido NPK 8-8-8 e 5 g de amido de milho, aquecido sob agitação até consistência gelatinosa e esterilizado em panela de pressão por 20 minutos, em substituição à autoclave. Não houve período inicial de escuro, permanecendo os explantes em fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas de escuro, em temperatura ambiente (25-28 °C).

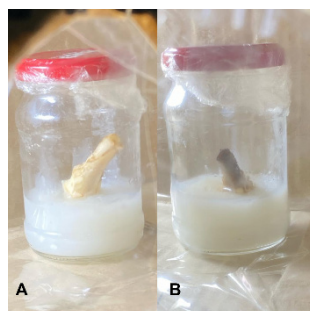
Diante da ausência de resposta morfogênica na primeira etapa, a metodologia foi revisada com o apoio do Prof. Luciano Bueno dos Reis, especialista na área. Com base em sua orientação, realizaram-se ajustes no meio de cultura para a segunda etapa (20/05/2026): aumento da concentração de açúcar e de água de coco no meio (1 L de água destilada, 2 mL de NPK líquido 8-8-8, 30 g de açúcar cristal, 150 mL de água de coco verde, 1/4 de comprimido de vitamina do complexo B triturado e 100 g de amido de milho), adição de vitamina B em parte dos tratamentos e inclusão de explantes provenientes do coração da bananeira, além dos de rizoma. A segunda etapa experimental contou com 8 tratamentos (recipientes), sendo 5 constituídos por explantes de coração (um com adição de vitamina) e 3 por explantes de rizoma (sendo um com vitamina e um reinoculado da primeira etapa). Os explantes foram submetidos ao mesmo protocolo de desinfestação da etapa anterior e mantidos 7 dias em escuro total antes do fotoperíodo de 16/8 horas, também em temperatura ambiente. O explante remanescente da primeira etapa foi reaproveitado, removendo-se o tecido oxidado e reinoculando-o sob as mesmas condições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira etapa, não foram observadas brotações, formação de raízes ou calos ao longo de aproximadamente 37 dias de cultivo (figura 1), porém também não houve sinais visíveis de contaminação por fungos ou bactérias, resultado relevante considerando a

ausência de infraestrutura laboratorial. Observou-se escurecimento progressivo (oxidação) das regiões externas do explante, mas os tecidos internos permaneceram aparentemente viáveis até a reavaliação em 20/05/2026, quando o material foi reaproveitado. O meio de cultura manteve-se sólido e estável durante todo o período, indicando boa estabilidade física da formulação alternativa.

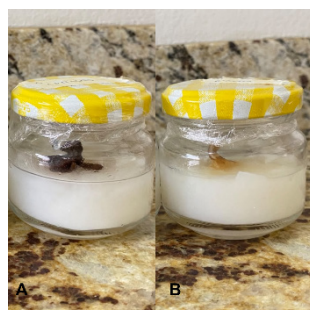
Figura 1- Explante de rizoma de bananeira (a) 1 dia após inoculação; (b) 34 dias após inoculação.



Fonte: os autores.

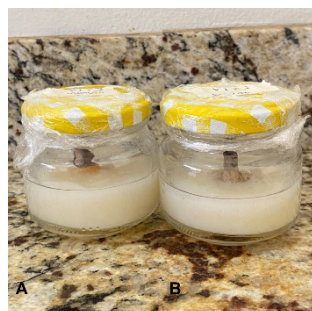
Na segunda etapa, observaram-se diferenças marcantes entre os tipos de explante: os provenientes do coração apresentaram oxidação intensa, acompanhada de escurecimento do meio (figura 2a.), e em dois tratamentos (coração) houve liquefação total do meio, sugerindo perda de viabilidade; já os explantes de rizoma mantiveram maior estabilidade do meio e menor intensidade de oxidação (figura 2b.). Os tratamentos com adição de vitamina do complexo B apresentaram visualmente menor oxidação que os demais (figura 3), sugerindo possível efeito protetor a ser investigado. Até 27 dias após a inoculação (16/06/2026), nenhum dos tratamentos das duas etapas apresentou formação de brotações, raízes ou calos.

Figura 2- Explantes de bananeira (a) Explante proveniente do coração; (b) Explante proveniente do rizoma.



Fonte: os autores.

Figura 3- Tratamentos acrescidos de vitamina B (a) Proveniente do coração; (b) Proveniente do rizoma.



Fonte: os autores.

A maior oxidação nos explantes de coração é compatível com maior liberação de compostos fenólicos após os cortes de preparo do material, fenômeno associado ao escurecimento tecidual e à perda de viabilidade. A liquefação do meio (à base de amido de milho) nos tratamentos com coração pode estar associada à liberação de enzimas hidrolíticas ou à alteração de pH provocada pela intensa oxidação de compostos fenólicos do explante. A comparação com observações de aulas práticas da disciplina CBI 435 - Cultura de Tecidos de Plantas (Prof. Luciano Bueno dos Reis), conduzidas em ambiente laboratorial controlado e com reguladores de crescimento, mostrou padrão semelhante de oxidação e ausência de resposta morfogênica, o que sugere que a falta de brotações não decorre exclusivamente das adaptações caseiras, podendo estar associada também às características fisiológicas do material vegetal (proveniente do mesmo galpão experimental) e à composição simplificada do meio, que não incluiu reguladores de crescimento específicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que é possível adaptar parte das técnicas de micropropagação de bananeira para condições domésticas, com materiais de baixo custo e mantendo condições satisfatórias de assepsia, uma vez que não houve contaminação em nenhuma das etapas. Explantes de rizoma mostraram-se mais estáveis e menos oxidados que os de coração, que liberaram maior quantidade de compostos fenólicos e, em alguns casos, promoveram a liquefação do meio. A adição de vitamina do complexo B associou-se a menor oxidação, merecendo investigação futura. A ausência de desenvolvimento morfogênico está provavelmente relacionada à composição simplificada do meio, sem reguladores de crescimento específicos, e a características fisiológicas do material vegetal utilizado. Ainda assim, a adaptação doméstica mostrou-se útil para fins didáticos e exploratórios, servindo de base para o aprimoramento de protocolos futuros com a inclusão de reguladores de crescimento e maior padronização das condições de cultivo.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. C. P. P.; RODRIGUES, A. A. J.; SANTOS, E. O. **Produção de mudas micropropagadas de bananeira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. (Circular Técnica, 120).

CASA DO PRODUTOR RURAL - ESALQ. **Cultivo e Produção de Banana**. YouTube, 29 set. 2016. 1 vídeo (46:04 min). Disponível em: [\[https://youtu.be/afMMNQqHZYE?si=ZcnZKb1jXzYLLjrj\]](https://youtu.be/afMMNQqHZYE?si=ZcnZKb1jXzYLLjrj) Acesso em: [10 abr. 2026].

ÁREA TEMÁTICA: ENGENHARIA AGRÍCOLA

IMPACTOS DA TEMPERATURA NA FERTIRRIGAÇÃO VIA GOTEJAMENTO

Bruno Marcos Nunes Cosmo¹.

¹Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/5681872370469923>

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação localizada. Nutrição de plantas. Uniformidade.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Agrícola.

INTRODUÇÃO

A produção agrícola moderna demanda cada vez mais recursos para alcançar altos níveis produtivos. Nesse contexto, a irrigação e as técnicas derivadas exercem papel fundamental ao viabilizar o cultivo em regiões com limitação hídrica e ao proporcionar estabilidade produtiva. Entretanto, os diferentes métodos de irrigação (localizada, aspersão e superfície), apresentam respostas distintas em relação a eficiência de uso de água, manejo e adaptação às condições ambientais (Sable *et al.*, 2019).

A fertirrigação representa uma derivação da irrigação que consiste na aplicação simultânea de água e nutrientes via sistema de irrigação, permitindo o fornecimento pontual e eficiente de nutrientes para o desenvolvimento vegetal. Entre os métodos de irrigação disponíveis, a irrigação localizada via gotejamento destaca-se pela elevada eficiência no uso da água, uniformidade de distribuição e redução de perdas por evaporação e lixiviação (Kavivazhagan *et al.*, 2025).

A fertirrigação via gotejamento pode apresentar limitações relacionadas à concentração localizada de sais, desenvolvimento superficial do sistema radicular e suscetibilidade à obstrução dos emissores. Assim, fatores como a qualidade da água, composição da solução irrigada, características dos gotejadores, manejo do sistema e condições edafoclimáticas podem afetar o desempenho do sistema (Cunha *et al.*, 2024).

A temperatura representa um dos principais fatores com capacidade de afetar a operacionalidade da fertirrigação e a dinâmica dos nutrientes no solo. Alterações térmicas podem modificar a viscosidade da água, afetando a perda de carga, a vazão dos emissores, a solubilidade de fertilizantes e a absorção dos nutrientes pelas plantas (Cosmo, 2018). Assim, compreender o efeito da temperatura na fertirrigação via gotejamento permite otimizar o manejo hídrico e nutricional das culturas.

OBJETIVO

Descrever os impactos da variação de temperatura na fertirrigação por gotejamento.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no formato de revisão bibliográfica oriunda da integração de informações de uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com objetivos descritivos e exploratórios. Os locais de busca foram compostos por plataformas de busca digital de periódicos, como, Google Acadêmico e Frontiers. As informações foram extraídas de artigos científicos, livros, dissertações, teses e afins, publicadas majoritariamente nos últimos 10 anos. Após seleção e triagem dos materiais-base, as principais informações de 9 fontes relacionadas a temperatura, fertirrigação, gotejamento, uniformidade e absorção de nutrientes foram integradas na revisão a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura do ambiente pode afetar diretamente a operacionalidade da fertirrigação por gotejamento, alterando propriedades físicas do fluido e o comportamento dos emissores. A elevação de temperatura reduz a viscosidade da água, alterando a vazão dos gotejadores, principalmente em emissores não compensantes ou em fitas gotejadoras de parede fina. Assim, mesmo que o sistema esteja operando na pressão de serviço, variações térmicas podem afetar a descarga dos emissores, alterando a uniformidade de aplicação, conforme demonstrado por Cosmo (2018), avaliando gotejadores em períodos com alteração de temperatura.

O efeito na água é mais significativo em sistemas submetidos à elevada radiação solar (exposição solar), por exemplo, em linhas superficiais expostas, reservatórios aquecidos ou em sistemas operando por longos períodos. Em emissores autocompensantes, a temperatura também pode influenciar a resposta hidráulica, visto que os componentes plásticos e elásticos do sistema podem sofrer alterações físicas (dilatação ou contração), conforme a variação térmica. Nessas condições, a água pode entrar no sistema em uma temperatura e atingir os emissores em temperatura maior, conseqüentemente, podendo gerar alteração espacial da vazão ao longo das linhas laterais, alterando a lâmina aplicada e a quantidade de fertilizantes fornecida às plantas (Sengyigit; Ilkhan, 2017; Peng *et al.*, 2020).

Nos estudos de Sengyigit e Ilkhan (2017) e de Elnemr e Abo-Elatta (2024), para irrigação via gotejamento (sem fertirrigação), o aumento na temperatura até 40° e 50°C, respectivamente, resultou em aumento na vazão dos emissores, gerando também melhoria na uniformidade de distribuição do sistema. Porém, destaca-se que a lâmina irrigada final para o mesmo período de funcionamento originalmente definido foi alterada.

Na fertirrigação, a temperatura poderá afetar o sistema em momentos distintos. O preparo da solução irrigada poderá ser realizado em temperatura ambiente ou com leve aquecimento para aumentar a solubilidade do fertilizante. Assim, a temperatura de preparo da solução e a qualidade, pureza e solubilidade dos fertilizantes impactam o comportamento de sais ao longo da linha de irrigação (Bazei, 2023).

Em geral, temperaturas mais elevadas favorecem a dissolução de vários fertilizantes, enquanto o resfriamento pode causar a precipitação parcial dos sais dissolvidos. Assim, soluções preparadas em condições quentes, quando conduzidas ou armazenadas de forma a reduzirem a temperatura, podem formar cristais ou precipitados, elevando o risco de entupimento. Portanto, na fertirrigação via gotejamento, deve-se empregar fertilizantes totalmente solúveis e atentar-se à compatibilidade das misturas (Mota, 2020).

A temperatura ainda pode afetar o risco de obstrução dos emissores por fatores químicos, por exemplo, a presença dos sais fertilizantes pode reagir com os íons de cálcio, magnésio presentes na água, formando precipitados, como carbonatos e fosfatos. Estes elementos elevam o risco de formação de incrustações em filtros, tubulações e nos emissores. O risco torna-se maior em soluções mais concentradas ou com misturas incompatíveis (Barros *et al.*, 2020).

Na fisiologia vegetal, a alteração na temperatura também afeta a dinâmica de absorção de nutrientes. Os efeitos para fertirrigação via gotejamento são mais pronunciados na zona de concentração das raízes. A elevação na temperatura aumenta a evapotranspiração, intensificando o fluxo de nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera, podendo favorecer a maior concentração de sais na zona molhada, podendo causar estresse salino. Por outro lado, as baixas temperaturas podem reduzir a atividade metabólica das raízes, gerando redução na absorção de nutrientes (Zaman *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2023).

Portanto, os impactos da temperatura sobre a fertirrigação via gotejamento podem recair sobre a operacionalidade do sistema, comportamento dos componentes da solução irrigada (solubilidade e precipitação) e na fisiologia vegetal (absorção de nutrientes). A temperatura pode alterar a vazão, funcionamento dos emissores, uniformidade de distribuição e o risco de entupimento. Assim, o manejo adequado deve incluir o monitoramento da qualidade da água, escolha de fertilizantes e horário de funcionamento, limpeza periódica de filtros, manutenção e avaliação da uniformidade do sistema, visando reduzir os impactos gerados pela temperatura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temperatura influencia significativamente a fertirrigação via gotejamento, afetando aspectos hidráulicos, químicos e fisiológicos do sistema. As variações térmicas podem alterar a viscosidade da água e da solução irrigada, modificando a vazão dos emissores, uniformidade e lâmina aplicada. A solubilidade e estabilidade da solução podem ser alteradas

pela temperatura, resultando na precipitação de sais e entupimento. O ambiente radicular pode apresentar elevação na concentração de sais e redução da atividade metabólica em função da temperatura.

Portanto, o manejo eficiente da fertirrigação deve considerar o dimensionamento hidráulico do sistema, bem como o monitoramento da qualidade da água, compatibilidade entre fertilizantes e uniformidade de aplicação, buscando maximizar a eficiência de uso da água e fertilizantes.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BARROS, N. S.; NEVES, E.; BRUM, E. V. P.; CETRULO, T. B. Causas e soluções para desobstrução de emissores no método de irrigação localizada. **Enciclopédia Biosfera**Goiânia, v.17 n.32, p.201-213, 2020. DOI:10.18677/EnciBio_2020B16

BAZEI, B. C. **Fertirrigação por gotejamento com sistema de bombeamento fotovoltaica**. 2023. 119f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, 2023.

COSMO, B. M. N. **Gotejamento sob diferentes soluções de fertirrigação**. 2018. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2018.

CUNHA, F. N.; CUNHA, G. N.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, N. F.; MORAIS, W. A. Emitter clogging and distribution uniformity in nitrogen fertigation. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**, Campina Grande, v.28, n.9, e280462, 2024. DOI:10.1590/1807-1929/agriambi.v28n9e280462

ELNEMR, M. K.; ABO-ELATTA, N. R. A. Effect of inlet water temperature on the uniformity parameters of drip irrigation system. **Damietta Journal of Agricultural Sciences**, v.3, n.1, p.114-123, 2024.

KAVIVAZHAGAN, S.; GURUSAMY, A.; SUBRAMANIAN, E.; PRABHAHARAN, J.; AMUTHA, R.; SILVASANKARI, B.; ARTHIRANI, B.; RANI, S.; DHAYANETHI, M. Drip fertigation of water-soluble fertilizers: A tool to enhance nutrient and water use efficiency- A comprehensive review. **Plant Science Today**, v.12, n.3, p.1-12, 2025. DOI:10.14719/pst.10298

MOTA, F. D. **Modelo matemático para otimização na seleção de fertilizantes via fertirrigação**. 2020. 92f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Botucatu, 2020.

PENG, H.; SHUQIN, L.; ZEYUAN, L.; HONGXU, Z.; MUHAMMD, T.; RUONAN, W.; WENCHAO, L.; YUNKAI, L. Water temperature effects on hydraulic performance of pressure-compensating emitter in a drip irrigation system. **Irrigation and Drainage**, v.70, n.2, p.332-341, 2021. DOI:10.1002/ird.2547

SABLE, R.; KOLEKAR, S.; GAWDE, A.; TAKLE, S.; PEDNEKAR, A. A Review on Different

Irrigation Methods. **International Journal of Applied Agricultural Research**, v.14, n.1, p.49-60, 2019.

SENYIGIT, U.; ILKHAN, S. The Effects of Water Temperature on Discharge and Uniformity Parameters of Emitters with Different Discharges, Types and Distances. **Journal of Agricultural Sciences**, v.23, p.223-233, 2017.

WANG, Y.; GAO, M.; CHEN, H.; FU, X.; WANG, L.; WANG, R. Soil moisture and salinity dynamics of drip irrigation in saline-alkali soil of Yellow River basin. **Frontiers in Environmental Science**, v.11, p.1-12, 2023. DOI:10.3389/fenvs.2023.1130455

ZAMAN, M.; SHAHID, S. A.; HENG, L. Irrigation Systems and Zones of Salinity Development. In: **Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques**. Cham: Springer, 2018. DOI:10.1007/978-3-319-96190-3_4

ANÁLISE DA RADIAÇÃO SOLAR MODIS (MCD1801) NA CULTURA DO ARROZ NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Kleber Trabaquini¹; Hamilton Justino Vieira²; Regina Luiza Gouvea³; Marcelo Mendes de Haro⁴.

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC.

<http://lattes.cnpq.br/5680348426925268>

²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC.

<http://lattes.cnpq.br/9584776439397454>

³Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC.

<http://lattes.cnpq.br/6339349402236978>

⁴Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC.

<http://lattes.cnpq.br/4679999461274971>

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto. Culturas agrícolas. Radiação solar.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Agrícola

INTRODUÇÃO

Compreender a variabilidade espacial do rendimento das culturas é essencial para elaborar estratégias de planejamento agrícola que maximizem a produtividade e minimizem os impactos no campo. Essa variação resulta de uma complexa dinâmica entre topografia, atributos do solo e variáveis meteorológicas, tais como precipitação, temperatura e radiação solar (DULANEY et al., 2024).

Santa Catarina consolida-se como o segundo maior produtor de arroz irrigado do Brasil, com uma área de 145.450 ha (EPAGRI, 2026). A produtividade desta cultura é determinada pela interação entre genótipo, manejo e condições ambientais, sendo a radiação solar global (*Downward Shortwave Radiation*-DSR) e a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) os principais vetores para a taxa fotossintética, especialmente nos estádios reprodutivo e de maturação (STEINMETZ et al., 2013).

A estimativa da radiação solar em grandes áreas é otimizada pelo uso de sensores orbitais, sendo os produtos MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) amplamente adotados devido à sua resolução temporal diária e escala global (WANG et al., 2020). O produto DSR oriunda do produto MCD18A1, fornece estimativas globais com resolução de 1 km (WANG, 2021).

OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo apresentar o monitoramento da radiação solar incidente na cultura do arroz irrigado em Santa Catarina utilizando a série temporal dos produtos MODIS MCD18A (Versão 6.2), no período de 2000 a 2026 analisando as influências nas produtividades das safras.

METODOLOGIA

Foram utilizados dados de radiação de ondas curtas do MODIS (produtos MCD18A1) com resolução espacial de 0,05° (1 km) e resolução temporal de 3 horas. As imagens são fornecidas em matrizes instantâneas de DSR, correspondentes a cada passagem individual do sensor MODIS, em intervalos de 3 horas, referentes aos horários 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 e 21:00 UTC.

No presente estudo, foram considerados os horários de 9h, 12hs e 15hs, sendo posteriormente calculada a média diária e a média mensal na plataforma Google Earth Engine (GEE), segundo as equações 1 e 2 a seguir. Foram extraídos apenas os valores de pixels nas áreas de plantio de arroz através do mapeamento da cultura já existente (GARCIA et al., 2025).

$$DSR_{3h} = \frac{DSR_{09h} + DSR_{12h} + DSR_{15h}}{3} \quad \text{Equação 1}$$

Onde DSR_{3h} é irradiância média dos três horários (09 h, 12h e 15h) em $W.m^{-2}$.

Posteriormente, foi calculada a média mensal através da equação 2.

$$DSR_{mês} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n DSR_{3h,i} \quad \text{Equação 2}$$

Onde $DSR_{mês}$ é a irradiância solar média diurna em $W.m^{-2}$.

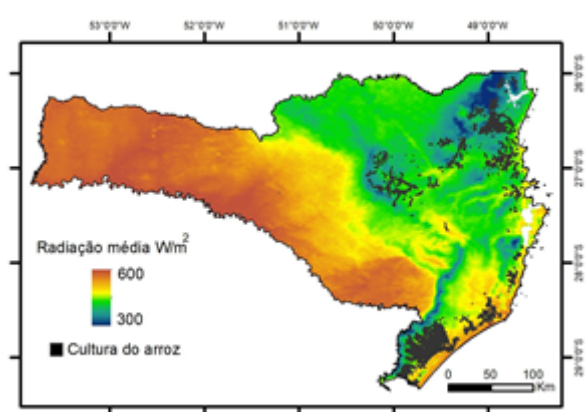
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a radiação média do estado de Santa Catarina entre os períodos de 2000 a 2026 e a área de plantio de arroz irrigado, onde nota-se de forma geral que a região nordeste do estado apresenta menos radiação incidente na cultura. A série temporal (Figura 2) ilustra claramente as variações de radiação influenciada por anomalias climáticas, neste caso o El Niño. As quedas mais acentuadas na radiação solar coincidem estritamente com as safras sob a influência do El Niño de intensidade forte (asteriscos vermelhos: 2009/2010, 2015/2016 e 2023/2024). A safra 2015/2016 destaca-se como a

mais afetada em toda a série estudada, momento em que a menor radiação solar registrada ($\approx 400 \text{ W m}^{-2}$) induziu uma queda acentuada na produtividade do arroz.

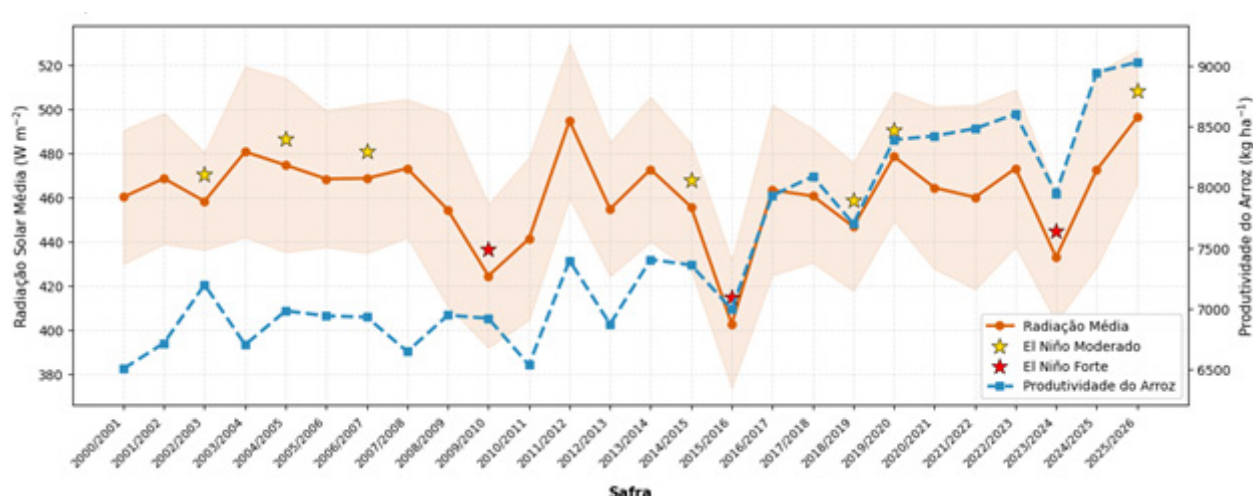
Em contrapartida, as safras classificadas sob a fase de El Niño Moderado (asteriscos amarelos) conseguiram manter os níveis de radiação próximos ou até acima da linha de base histórica, não apresentando impactos negativos significativos na energia radiante disponível ao longo do ciclo de campo da cultura.

Figura 1: Radiação média (W m^{-2}) no período entre 2000 e 2026 e a cultura do arroz no estado de Santa Catarina.



Esse padrão é decorrente do aumento do fluxo de umidade e da cobertura de nuvens associados à intensificação do Jato em Baixos Níveis (JBN) e frentes frias recorrentes sobre o estado durante o ciclo da cultura.

Figura 2. Variação da radiação solar (W.m^{-2}) e a produtividade do arroz (Kg.ha^{-1}) por ano safra no estado de Santa Catarina com destaque para os anos de El Niño.

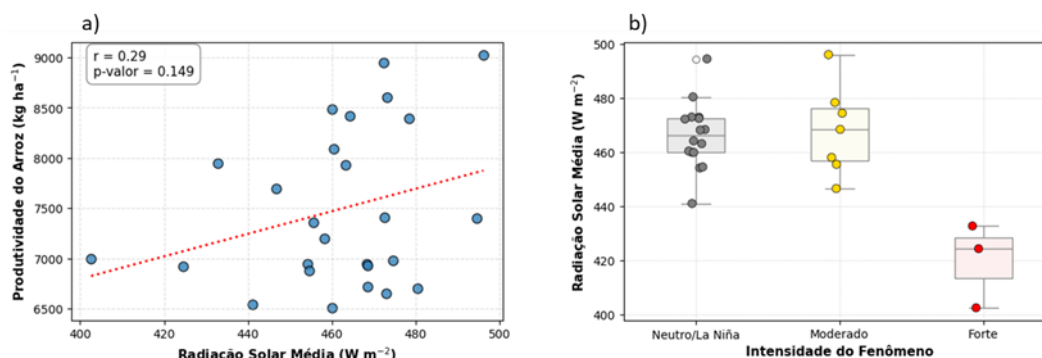


A análise de dispersão e o teste de correlação de Pearson (Figura 3a) revelam uma associação linear positiva fraca e estatisticamente não significativa entre a radiação solar e a produtividade do arroz irrigado ($r = 0,29$); ($p = 0,149$). Esse comportamento evidencia que o rendimento de grãos na rizicultura catarinense não é governado de forma linear direta pela oscilação da energia luminosa disponível. O elevado nível tecnológico empregado no manejo caracterizado por cultivares de alto desempenho, adubação de precisão e controle fitossanitário, permite que a cultura atinja níveis elevados de produtividade mesmo em anos com redução da radiação disponível.

Quando analisada a janela de desenvolvimento da cultura em campo (setembro a março), os eventos classificados como El Niño Forte provocam uma redução drástica e estatisticamente perceptível na radiação solar global incidente ($< 430 \text{ W m}^{-2}$) (Figura 3b).

Essa redução de energia disponível, induzido pelo aumento da cobertura de nuvens e aumento das precipitações do El Niño, restringe o balanço de energia disponível no processo fotossintético nos momentos críticos da cultura.

Figura 3. Análise de dispersão com correlação de Pearson entre a radiação solar média e a produtividade do arroz irrigado (a), e efeito das diferentes intensidades do fenômeno ENSO sobre a radiação solar média incidente (b).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração de dados de satélite (MCD18) permite não apenas quantificar a perda de potencial produtivo durante o curso da safra, mas também ajustar modelos de previsão de colheita que tradicionalmente dependem apenas de estações meteorológicas de superfície, que muitas vezes apresentam lacunas espaciais. Além disso, eventos de El Niño Forte, como os de 2015/2016 e 2023/2024, exemplificam como eventos naturais podem reduzir a oferta de energia através do aumento da nebulosidade, impactando diretamente o rendimento das lavouras.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- DULANEY, W.P.; ANDERSON, M.C.; GAO, F.; STERN, A.; MOGLEN, G.; MEYERS, G.; DAUGHTRY, C.S.T.; WHITE, W.; AKUMAGA, U.; SHOWALTER, J. (2024). Development of a Gridded Yield Data Archive for Farm Management and Research at the USDA Beltsville Agricultural Research Center. *Agrosyst. Geosci. Environ.* 7, e20474.
- EPAGRI/CEPA. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2024-2025. Florianópolis: Epagri, 2026. Disponível em: [Epagri/CEPA](#). Acesso em: 20 jun. 2026.
- GARCIA, A. D. B., SANCHES, I. D. A., PRUDENTE, V. H. R., & TRABAQUINI, K. (2025). Characterization of Irrigated Rice Cultivation Cycles and Classification in Brazil Using Time Series Similarity and Machine Learning Models with Sentinel Imagery. *AgriEngineering*, 7(3), 65. <https://www.mdpi.com/2624-7402/7/3/65>
- HE, M., KIMBALL, J. S., MANETA, M. P., MAXWELL, B. D., MORENO, A., BEGUERÍA, S., & WU, X. (2018). Regional Crop Gross Primary Productivity and Yield Estimation Using Fused Landsat-MODIS Data. *Remote Sensing*, 10 (3), 372. <https://doi.org/10.3390/RS10030372>.
- STEINMETZ, S., DEIBLER, A. N. & DA SILVA, J. B. (2013). Estimativa da produtividade de arroz irrigado em função da radiação solar global e da temperatura mínima do ar. *Ciência Rural*, 43(2), 206–211. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000200003>
- WANG, D.; LIANG, S.; ZHANG, Y.; GAO, X.; BROWN, M. G.; & JIA, A. (2020). A new set of modis land products (mcd18): Downward shortwave radiation and photosynthetically active radiation. *Remote Sensing*, 12(1), 168. <https://doi.org/10.3390/rs12010168>.

IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM HORTALIÇAS FOLHOSAS

Eduardo Henrique Gasbarro Bergamin¹; Heber Kiessow Rabelo²; Jair de Freitas Silva Junior³; Bruno Marcos Nunes Cosmo⁴.

¹Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

²Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/1249143115199970>

³Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/0441336423368452>

⁴Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/5681872370469923>

PALAVRAS-CHAVE: Olericultura. Qualidade da água. Tecnologia.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Agrícola.

INTRODUÇÃO

As hortaliças folhosas apresentam grande importância econômica e alimentar, sendo cultivadas em pequenas, médias e grandes propriedades. Entre as principais espécies estão alface, rúcula, couve, chicória, almeirão, espinafre, salsa, cebolinha e coentro. Essas culturas possuem ciclo curto, elevada exigência hídrica e sensibilidade à variação de umidade no solo. Por isso, a irrigação é essencial para garantir produtividade e qualidade comercial (Marouelli *et al.*, 2017).

A água participa de processos fundamentais nas plantas, como absorção de nutrientes, fotossíntese, expansão celular e regulação térmica. Nas hortaliças folhosas, esse fator é ainda mais importante, pois o produto comercializado é formado principalmente por folhas. Na cultura da alface, a lâmina e a frequência de irrigação influenciam diretamente o crescimento e a produtividade (Andrade Júnior; Klar, 1997).

Entre os sistemas utilizados na olericultura, a irrigação por aspersão é uma das mais utilizadas, devido à facilidade de instalação, manejo simples e adaptação aos canteiros. Apesar das vantagens, esse sistema exige manejo adequado para evitar desperdício,

excesso de umidade e doenças foliares. A escolha do sistema de irrigação interfere na distribuição da água e no desempenho produtivo das hortaliças (Branco *et al.*, 2010; Marouelli *et al.*, 2017).

OBJETIVO

Descrever a utilização da irrigação por aspersão em hortaliças folhosas, destacando sua importância para o desenvolvimento das culturas, bem como suas vantagens, limitações e impactos na produtividade e qualidade da produção.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, com abordagem qualitativa, natureza básica e objetivo exploratório e descritivo. A pesquisa é qualitativa por analisar informações técnicas e científicas sobre a irrigação por aspersão em hortaliças folhosas, sem coleta de dados experimentais. Em relação aos procedimentos, foram consultados artigos científicos, publicações técnicas, manuais e materiais institucionais disponíveis em bases como SciELO, Google Acadêmico e Embrapa.

As buscas utilizaram termos como “irrigação por aspersão”, “hortaliças folhosas”, “manejo da irrigação”, “alface irrigada” e “qualidade da água na irrigação”. As informações foram analisadas de forma interpretativa, organizando os principais pontos relacionados à importância da irrigação, características da aspersão, manejo da água, qualidade da água e cuidados para evitar perdas produtivas. Por se tratar de pesquisa bibliográfica, não houve experimentação com seres humanos ou animais, não sendo necessária submissão a comitê de ética.

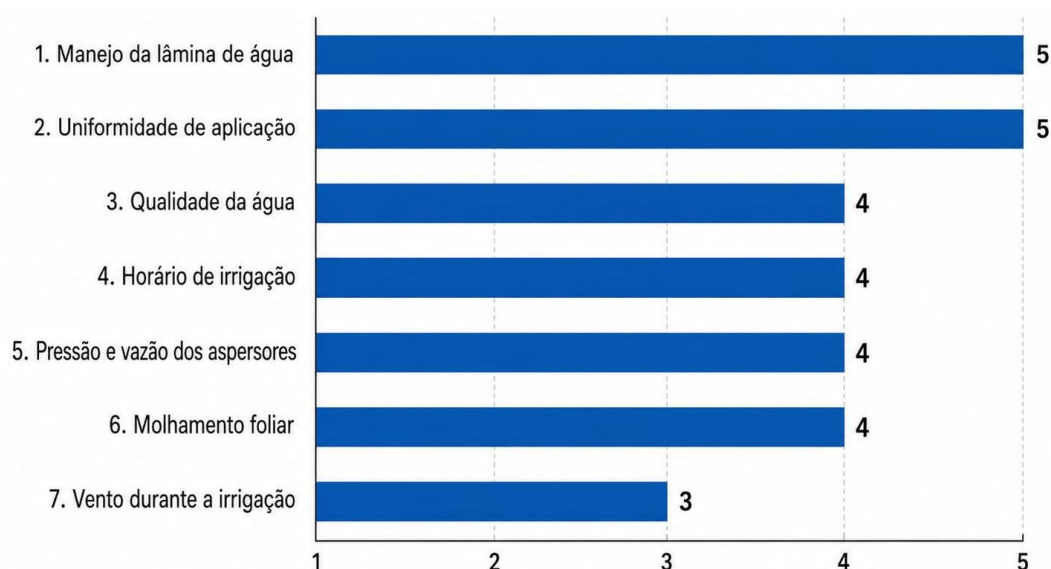
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos trabalhos consultados demonstra que a irrigação é essencial para o desenvolvimento das hortaliças folhosas, pois essas culturas possuem ciclo curto, sistema radicular superficial e elevada exigência hídrica. A falta de água reduz o crescimento vegetativo, prejudica a expansão das folhas e compromete a qualidade comercial. Por outro lado, o excesso de irrigação também pode causar desperdício de água, lixiviação de nutrientes, aumento da umidade nas folhas e maior ocorrência de doenças (Marouelli *et al.*, 2017).

Além disso, a definição da lâmina e da frequência de irrigação não deve seguir apenas intervalos fixos, pois a demanda hídrica varia conforme as condições climáticas, o tipo de solo e o estágio de desenvolvimento da cultura. O monitoramento da umidade do solo e da evapotranspiração auxilia na reposição adequada de água, evitando tanto o déficit hídrico quanto aplicações excessivas. Esse manejo contribui para maior uniformidade das

plantas, melhor aproveitamento da água e redução de perdas produtivas. Em cultivos de alface, o ajuste da irrigação conforme a necessidade da cultura é fundamental para manter o crescimento vegetativo e a qualidade comercial das folhas (Bandeira *et al.*, 2011).

Gráfico 1: Principais fatores que influenciam a irrigação por aspersão em hortaliças folhosas.



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor com base em Andrade Júnior e Klar (1997), Sandri *et al.* (2007), Branco *et al.* (2010), Bandeira *et al.* (2011), Maldonade *et al.* (2014) e Marouelli *et al.* (2017). Escala qualitativa de 1 a 5, em que 5 representa maior influência no desempenho do sistema.

O Gráfico 1, demonstra que o manejo da lâmina de água e a uniformidade de aplicação são fatores determinantes para o desempenho da irrigação por aspersão. A lâmina define a quantidade de água disponibilizada às plantas, enquanto a uniformidade assegura uma distribuição equilibrada nos canteiros. Quando esses fatores não são controlados corretamente, podem ocorrer áreas com excesso de água e outras com déficit hídrico, resultando em desuniformidade das plantas e menor eficiência produtiva (Andrade Júnior; Klar, 1997; Marouelli *et al.*, 2017).

A qualidade da água, o horário de irrigação, a pressão dos aspersores e o molhamento foliar também apresentam grande importância no cultivo de hortaliças folhosas. Como parte dessas culturas é consumida crua, a água utilizada deve apresentar qualidade adequada, evitando riscos à sanidade das plantas e à segurança do alimento. Além disso, irrigações realizadas em horários inadequados podem prolongar o período de molhamento das folhas, favorecendo a ocorrência de doenças, especialmente em condições de alta umidade e baixa ventilação (Maldonade *et al.*, 2014).

Ao comparar sistemas de irrigação, observa-se que a aspersão se destaca pela facilidade de instalação, adaptação a pequenas e médias áreas e bom umedecimento superficial dos canteiros. Essa característica favorece a germinação de sementes pequenas

e o pegamento inicial das mudas. Entretanto, quando comparada ao gotejamento, a aspersão promove maior molhamento da parte aérea, exigindo manejo mais criterioso para reduzir riscos de doenças e desperdício de água (Sandri *et al.*, 2007; Branco *et al.*, 2010).

A definição da lâmina e da frequência de irrigação não deve ocorrer apenas em intervalos fixos, pois a demanda hídrica varia conforme o clima, o solo e o estágio de desenvolvimento das plantas. Estudos com alface indicam que o manejo da água interfere no comportamento produtivo da cultura, reforçando a necessidade de avaliar a reposição hídrica de acordo com a necessidade das plantas (Bandeira *et al.*, 2011).

De modo geral, os estudos analisados indicam que a irrigação por aspersão é uma alternativa viável para hortaliças folhosas, desde que seja corretamente dimensionada e manejada. Seu sucesso depende do controle da lâmina aplicada, da uniformidade do sistema, da qualidade da água, da regulação dos aspersores e da escolha do horário adequado de irrigação. Portanto, a eficiência da aspersão não está apenas no equipamento utilizado, mas principalmente na forma como o produtor realiza o manejo da água durante o ciclo da cultura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a irrigação por aspersão é uma alternativa viável e eficiente para o cultivo de hortaliças folhosas, principalmente pela facilidade de instalação, manejo simples e boa adaptação aos canteiros. No entanto, seu uso exige atenção técnica, pois o excesso de água, a baixa uniformidade de aplicação, o molhamento prolongado das folhas e a má qualidade da água podem comprometer a produtividade e favorecer doenças. Assim, o manejo adequado da lâmina de irrigação, do horário de aplicação, da pressão dos aspersores e da qualidade da água é fundamental para garantir melhor desenvolvimento das plantas, maior qualidade comercial das folhas e uso mais racional dos recursos hídricos.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque Classe A. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.54, n.1-2, p.31-38, 1997.

BANDEIRA, G. R. L.; PINTO, H. C. dos S.; MAGALHÃES, P. S.; ARAGÃO, C. A.; QUEIROZ, S. O. P. de; SOUZA, E. R.; SEIDO, S. L. Manejo de irrigação para cultivo de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.237-241, 2011. DOI: 10.1590/S0102-05362011000200018.

BRANCO, R. B. F.; SANTOS, L. G. C.; GOTO, R.; ISHIMURA, I.; SCHLICKMANN, S.; CHIARATI, C. S. Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.75-80, 2010.

MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. **Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2014. 44 p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. 4. ed. rev., atual. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017. 200p.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.1, p.17-29, 2007.

VIABILIDADE ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO VIA PIVÔ CENTRAL NA CULTURA DA SOJA

**Caroline de Almeida Tcatch¹; Erik Kaiser dos Reis ²; Sidnei Aparecido Peliçon Pereira³;
Bruno Marcos Nunes Cosmo⁴.**

¹Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP) Assis Chateaubriand, Paraná.

²Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP) Assis Chateaubriand, Paraná.

³Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP) Assis Chateaubriand, Paraná.

⁴Centro Técnico-Educacional Superior do Oeste Paranaense (UNIMEO-CTESOP), Assis Chateaubriand, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/5681872370469923>

PALAVRAS-CHAVE: Aspersão. Avaliação econômica. *Glycine max*.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Agrícola.

INTRODUÇÃO

A soja ocupa posição de destaque no agronegócio brasileiro, tanto pela grande área cultivada, quanto pela sua importância econômica para o mercado interno e externo. Por ser uma cultura altamente responsiva às condições ambientais, o desempenho produtivo da soja depende diretamente da disponibilidade de água ao longo do ciclo. Em anos ou regiões com distribuição irregular das chuvas, a ocorrência de déficit hídrico pode comprometer o desenvolvimento das plantas, reduzir a formação e o enchimento de grãos e, conseqüentemente, diminuir a produtividade e a rentabilidade da lavoura (França, 2023).

Diante desse cenário, a irrigação tem sido cada vez mais considerada como uma ferramenta estratégica para aumentar a segurança da produção e reduzir os riscos associados à variabilidade climática. Entre os métodos disponíveis, o pivô central se destaca por permitir irrigação em áreas extensas, com boa uniformidade de aplicação e facilidade de operação. Além disso, é um sistema amplamente utilizado em culturas anuais, como soja, milho e feijão, podendo contribuir para maior estabilidade produtiva e aproveitamento da área agrícola ao longo do ano (Oliveira *et al.*, 2020).

Apesar dessas vantagens, a adoção da irrigação por pivô central exige investimentos expressivos em aquisição de equipamentos, infraestrutura hidráulica e elétrica, manutenção e energia. Por isso, sua implantação não deve ser analisada apenas sob o ponto de vista agrônomo, mas também econômico. Avaliar a viabilidade da irrigação na cultura da soja significa verificar se o aumento de produtividade, a redução do risco climático e a maior previsibilidade de produção são suficientes para compensar os custos do sistema (Pilau *et al.*, 2018; França, 2023). Nesse sentido, estudos sobre viabilidade econômica se tornam fundamentais para orientar a tomada de decisão do produtor e o planejamento do investimento.

OBJETIVO

Descrever a viabilidade econômica da irrigação via pivô central na cultura da soja, destacando os principais custos envolvidos, os indicadores utilizados na análise econômica e os benefícios produtivos associados ao uso desse sistema.

METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica, com abordagem qualitativa, natureza aplicada e objetivos descritivos e exploratórios. A construção do texto foi realizada a partir da leitura, seleção e interpretação de artigos científicos relacionados à irrigação por pivô central, à viabilidade econômica de sistemas irrigados e à produção de soja.

Como base principal, foram utilizados estudos que avaliaram a viabilidade econômica da irrigação por pivô central em áreas cultivadas com soja, feijão e milho, além de trabalhos voltados à otimização econômica e energética de sistemas de pivô central. A análise concentrou-se em informações sobre custos de implantação, despesas operacionais, produtividade, rentabilidade, valor presente líquido, retorno do investimento e eficiência energética, buscando relacionar esses fatores com a viabilidade da irrigação na cultura da soja.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A viabilidade econômica da irrigação por pivô central na soja depende, principalmente, da relação entre os custos do sistema e os benefícios gerados no processo produtivo. De um lado, a irrigação exige investimento inicial elevado, incluindo compra do pivô, sistema de bombeamento, tubulações, estrutura elétrica, instalação e adequação da área. De outro, a irrigação reduz a dependência exclusiva das chuvas, aumenta a estabilidade da produção e pode contribuir para ganhos de produtividade, especialmente em anos com veranicos ou estiagens em fases críticas da cultura.

No estudo de Oliveira *et al.* (2020), que avaliou a viabilidade econômica da irrigação por pivô central em pequenas áreas com cultivo rotativo de milho, feijão, soja e milho silagem, observou-se que o sistema foi economicamente viável nas condições analisadas, considerando horizonte de retorno de cinco anos. Os autores verificaram que, em média, 71,65% dos custos totais do sistema produtivo estavam relacionados ao preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita, enquanto 23,50% correspondiam à irrigação, incluindo infraestrutura hidráulica, energia, depreciação e manutenção. Esse dado é importante porque mostra que, embora a irrigação represente um custo relevante, ela não é, sozinha, a maior responsável pelo custo total da produção.

No caso da soja, o mesmo estudo apontou rentabilidade de R\$ 2.228,79 ha⁻¹ ano⁻¹ dentro do sistema produtivo avaliado. Embora esse valor tenha sido inferior ao obtido para outras culturas do sistema, como o milho silagem, ele indica que a soja irrigada pode apresentar retorno econômico positivo quando inserida em um planejamento de produção bem estruturado. Além disso, a irrigação tende a reduzir perdas em anos de baixa precipitação, o que, na prática, representa maior segurança financeira para o produtor.

Outro ponto importante é que a viabilidade do pivô central não depende apenas da produtividade da cultura, mas também da eficiência hidráulica e energética do sistema. Toledo *et al.* (2019), ao avaliarem a otimização de sistemas de irrigação por pivô central, observaram que sistemas superdimensionados elevam o consumo de energia e, conseqüentemente, o custo de operação. Em um dos casos analisados, a otimização parcial reduziu o custo anual com energia de R\$ 81.000,00 para R\$ 40.500,00, com payback entre 1,82 e 2,71 anos. Em outro sistema, a economia anual de energia foi de R\$ 24.300,00, com retorno do investimento entre 2,38 e 3,51 anos. Esses resultados mostram que o manejo econômico da irrigação não está ligado apenas ao uso da água, mas também ao dimensionamento e à eficiência operacional do equipamento.

Além disso, o próprio estudo de Toledo *et al.* (2019) cita o trabalho de Alves Júnior *et al.* (2017), no qual a irrigação por pivô central em cultivos de soja, milho e tomate apresentou payback de aproximadamente dois anos e rentabilidade média (VPL) de cerca de R\$ 6.000,00 ha⁻¹ ano⁻¹. Esse resultado reforça que, quando o sistema é tecnicamente bem planejado e economicamente avaliado, a irrigação pode se tornar um investimento atrativo.

No caso específico da soja, a irrigação via pivô central tende a ser mais interessante em propriedades que trabalham com intensificação do uso da área, sucessão de culturas ou maior dependência da estabilidade produtiva. Isso porque o pivô permite melhor aproveitamento da infraestrutura ao longo do ano, diluindo custos fixos e aumentando a eficiência do investimento. Assim, a viabilidade econômica não deve ser analisada apenas pelo retorno de uma única safra, mas pelo desempenho do sistema produtivo como um todo (Cabreira *et al.*, 2024).

De modo geral, a literatura mostra que a irrigação por pivô central pode ser economicamente viável na cultura da soja, desde que a decisão seja acompanhada de planejamento técnico e financeiro. Fatores como custo da energia elétrica, produtividade esperada, manejo da irrigação, vida útil do equipamento, taxa de retorno desejada e uso do sistema em mais de uma cultura influenciam diretamente o resultado econômico. Portanto, a viabilidade do pivô central está menos ligada à simples presença do equipamento e mais à forma como ele é dimensionado, manejado e inserido no sistema de produção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A irrigação via pivô central na cultura da soja apresenta potencial de viabilidade econômica, principalmente quando inserida em sistemas produtivos bem planejados e conduzida com manejo técnico adequado. Embora o investimento inicial seja elevado, os benefícios associados à maior estabilidade da produção, à redução do risco climático e à possibilidade de incremento de produtividade podem compensar os custos de implantação e operação do sistema.

Além disso, a análise da literatura demonstra que a viabilidade do pivô central não depende apenas da resposta da soja à irrigação, mas também da eficiência energética e hidráulica do sistema, do aproveitamento da estrutura em mais de uma cultura ao longo do ano e da capacidade do produtor em diluir custos fixos no sistema de produção. Dessa forma, conclui-se que a irrigação por pivô central pode representar uma alternativa economicamente favorável para a cultura da soja, desde que sua adoção esteja baseada em planejamento técnico, avaliação financeira criteriosa e manejo eficiente da água e da energia.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ALVES JÚNIOR, J.; SALES, D. L. A.; PEREIRA, R. M.; RODRIGUEZ, W. D. M.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P. Viabilidade econômica da irrigação por pivô central nas culturas de soja, milho e tomate. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.22, 2017. DOI: 10.12661/pap.2017.011.

CABREIRA, L. P. *et al.* Economic feasibility of center pivot irrigation with corn, cowpea, and soybean crops in sandy soils. **Engenharia Agrícola**, v.44, 2024. DOI: 10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v44e20230137/2024

FRANÇA, A. C. F. **Produtividade da área e da água em soja irrigada para diferentes variedades e metodologias de manejo da irrigação**. 2023. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023.

OLIVEIRA, J. T.; OLIVEIRA, R. M.; OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, E. M.; BOTELHO, M. E.; FERREIRA, P. M. O. Viabilidade econômica de irrigação por pivô central em pequenas áreas

cultivadas com feijão, soja e milho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.14, n.4, p.4171-4179, 2020.

PILAU, F. P. *et al.* Requerimento de irrigação suplementar e eficiência climática para a cultura da soja no Rio Grande do Sul. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.26, n.2, p.317-325, 2018.

TOLEDO, C. E. *et al.* Viabilidade econômica-financeira da otimização de sistemas de irrigação tipo pivô central. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.13, n.1, p.3275-3284, 2019.

AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DA MOBILIDADE E MECANISMOS DE RETENÇÃO DE PESTICIDAS EM SEDIMENTOS ALUVIAIS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES REDOX

P. H. B. Frigo¹, S. Khaska², C. Le Gal La Salle³

¹Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul.

²Université de Nîmes(UNÎMES), Nîmes, França.

³ Université de Nîmes(UNÎMES), Nîmes, França.

PALAVRAS-CHAVE: Micropoluentes. Pesticidas. Coluna de meio poroso.

ÁREA TEMÁTICA: Ciências Ambientais / Pesticidas

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/7

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a contaminação de águas subterrâneas e superficiais por micropoluentes orgânicos tornou-se um desafio global no gerenciamento de recursos hídricos. No contexto agrícola, o cultivo intensivo de commodities como soja, milho e arroz irrigado demanda o emprego em larga escala de pesticidas, destacando-se compostos como 2,4-D, atrazina, glifosato e tebuconazol. A passagem desses contaminantes através da zona não saturada em direção aos aquíferos aluviais é governada pela interação dinâmica entre a advecção-dispersão e os processos de sorção, dessorção e degradação biótica na matriz porosa.

Enquanto pesticidas não polares têm seu transporte retido prioritariamente por partição na matéria orgânica, compostos polares e iônicos exibem forte dependência de sítios minerais específicos, como os oxi-hidróxidos de ferro e alumínio. Contudo, oscilações no potencial de oxirredução (redox) do subsolo — frequentes em solos de várzea e zonas de infiltração ripária — podem induzir a dissolução redutiva de fases minerais e alterar criticamente os coeficientes de distribuição do contaminante, podendo transformar horizontes do solo em fontes secundárias de poluição.

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo avaliar experimentalmente a mobilidade, o retardo hidrodinâmico e a recuperação de massa de uma série de pesticidas agrícolas em sedimentos aluviais saturados do sítio de Comps (França), sob diferentes regimes biogeoquímicos e redox.

METODOLOGIA

A pesquisa enquadra-se como um estudo experimental, quantitativo e aplicado. O meio poroso foi composto por uma mistura homogênea de de sedimento aluvial de Comps (fração , rica em goethita e matéria orgânica) e de areia de quartzo purificada. A solução aquosa foi formulada para mimetizar a hidroquímica regional (pH ; força iônica controlada).

O aparato experimental utilizou colunas concêntricas de acrílico com tubo interno de vidro de de altura ativa e de diâmetro interno, preenchidas sob fluxo ascendente para garantir a saturação completa do meio poroso (, porosidade). A vazão constante foi mantida por bomba peristáltica de alta precisão.

O protocolo experimental abrangeu três fases com base no Volume de Poros (): (i) pré-condicionamento da coluna (); (ii) injeção do pulso (, de a) de água sintética fortificada com traçador conservativo (,) e o coquetel de pesticidas (); e (iii) eluição com solução isenta de analitos (, de a).

Quatro condições biogeoquímicas em duplicata foram testadas: (i) **Branco**: Coluna de areia de quartzo pura para controle hidráulico; (ii) **Óxica**: Solução de alimentação aeróbia mantida sob saturação de ; (iii) **Anóxica**: Sistema desoxigenado mediante borbulhamento contínuo de ; e (iv) **Abiótica**: Matriz e soluções autoclavada, eliminando a influência biológica no sistema.

As amostras do efluente foram coletadas em fracionador automático e quantificadas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência acoplada à Espectrometria de Massas em Sequência (LC-MS/MS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A calibração hidráulica do sistema via curva de avanço (*Breakthrough Curve* - BTC) do traçador conservativo () confirmou a saturação total, ausência de canais preferenciais e simetria de fluxo, atingindo o patamar estacionário () na coluna controle (condição **Branco**). A modelagem do transporte baseou-se na Equação de Advecção-Dispersão Unidimensional acoplada ao Fator de Retardo ().

Tabela 1: Propriedades físico-químicas e parâmetros de transporte dos compostos testados nas colunas de sedimento.

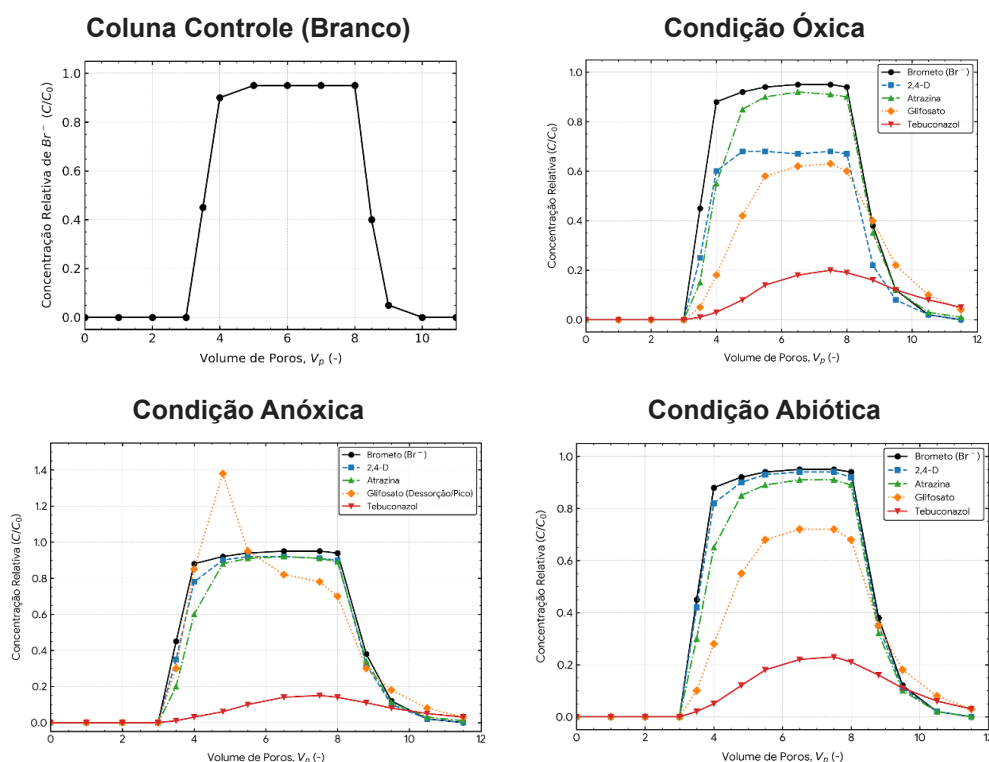
Condição Redox	Composto	Fator de Retardo (Rf)	Kd Calculado (L/kg)	Recuperação de Massa (%)	Mecanismo Principal Observado
Óxica	Brometo	1,00	0,00	99,2%	Transporte Hidrodinâmico Conservativo
Óxica	2,4-D	1,08	0,02	68,5%	Advecção com Biodegradação Aeróbia
Óxica	Atrazina	1,32	0,09	94,1%	Sorção Fraca e Reversível
Óxica	Glifosato	2,45	0,41	82,0%	Retenção por Oxi-hidróxidos de Fe/Al
Óxica	Tebuconazol	4,20	0,91	38,4%	Sorção Hidrofóbica na Matéria Orgânica
Anóxica	Glifosato	<i>Variável (Pico)</i>	-	138,2%	Dessorção por Redução de Fe(III) ("Flush")
Anóxica	2,4-D	1,12	0,03	92,7%	Maior Persistência
Abiótica	Tebuconazol	4,15	0,89	89,6%	Partição Hidrofóbica Pura em Equilíbrio

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

A análise comparativa das curvas de avanço (Figura 1) revela a forte influência do regime biogeoquímico no comportamento dos pesticidas:

- **Coluna Controle (Branco):** O brometo exibiu avanço ideal, estabelecendo a base para o comportamento conservativo.
- **Condição Óxica (Aeróbia):** A atrazina demonstrou alta mobilidade (). O 2,4-D apresentou retardo mínimo (), porém com redução na recuperação total (), atribuída à biodegradação por microbiota aeróbia nativa. O tebuconazol sofreu retenção severa () devido à sua alta hidrofobicidade ().
- **Condição Anóxica (Redutora):** A inibição das vias aeróbias aumentou a persistência do 2,4-D e da atrazina. Para o glifosato, a atividade de bactérias redutoras de ferro () dissolveu os oxi-hidróxidos minerais do sedimento. O colapso dos sítios de complexação causou a remobilização imediata do glifosato acumulado, gerando um pico transiente de desabsorção massiva (em) e taxa de recuperação de .
- **Condição Abiótica:** O ordenamento de retardo seguiu estritamente a afinidade pelo carbono orgânico (), confirmando o equilíbrio puramente físico-químico na ausência de ação biológica.

Figura 1: Curvas de avanço dos pesticidas



Fonte: Autores (2026)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo experimental em colunas saturadas permitiu delimitar com precisão os mecanismos de transporte dos principais pesticidas agrícolas atuais na matriz de Comps. Enquanto pesticidas solúveis (atrazina e 2,4-D) apresentam risco de contaminação direta por transporte advectivo rápido, compostos com forte complexação mineral (glifosato) constituem um risco ambiental latente.

A transição para condições anóxicas desestabilizou as superfícies minerais do sedimento, promovendo o efeito de remobilização pulsátil (“flush”). Tais achados comprovam a relevância de se incorporar dinâmicas redox na modelagem de vulnerabilidade de aquíferos e embasam a solicitação de fomento para a continuidade e expansão deste projeto de pesquisa.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BANZHAF, S.; HEBIG, K. **Use of column experiments to investigate the fate of organic micropollutants – a review.** *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 20, p. 3719-3737, 2016.

UNIVERSITÉ DE NÎMES. CHROME Laboratory. **Soil Self-Purification Capacity for Organic Micropollutants: An Experimental Investigation.** Version 1.3. Nîmes, França: UNIMES, 2025.

AVALIAÇÃO DA COBERTURA DE NUVENS NO MONITORAMENTO ORBITAL DE CULTURAS AGRÍCOLAS NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Kleber Trabaquini¹; Regina Luiza Gouvea²; Hamilton Justino Vieira³; Marcelo Mendes de Haro⁴.

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC.

<http://lattes.cnpq.br/5680348426925268>

²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC

<http://lattes.cnpq.br/6339349402236978>

³Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC.

<http://lattes.cnpq.br/9584776439397454>

⁴Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC.

<http://lattes.cnpq.br/4679999461274971>

PALAVRAS-CHAVE: Mapeamento. MODIS. Sensoriamento remoto.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Agrícola.

INTRODUÇÃO

Dados de sensoriamento remoto óptico (*Optical Remote Sensing* – ORS) são comumente utilizados para mapear e monitorar o desenvolvimento das culturas ao longo da safra e dão suporte ao monitoramento em larga escala das áreas agrícolas no Brasil. No entanto, o monitoramento das áreas agrícolas é fortemente afetado pela frequência de cobertura de nuvens, especialmente durante a estação chuvosa (Eberhardt et al. 2026), e estas implicações ainda são pouco compreendidas no estado de Santa Catarina. A Epagri/Ciram vem trabalhando em monitoramento agrícola por sensoriamento remoto em culturas como arroz, soja, banana, maçã, entre outras culturas. No entanto é necessário entender que alguns dados são influenciados pela cobertura de nuvens dependendo de sua temporalidade e região geográfica no estado.

OBJETIVO

Neste estudo, avaliou-se a Frequência de Cobertura de Nuvens (*Cloud Cover Frequency* – CCF) no estado de Santa Catarina, com foco em suas implicações para o monitoramento agrícola das culturas agrícolas. Para essa análise, a cobertura mensal de nuvens de longo prazo foi calculada a partir do produto MODIS MCD19A2 (Justice et al.

2002), no período de 2000 a 2025, abrangendo todo o estado catarinense.

METODOLOGIA

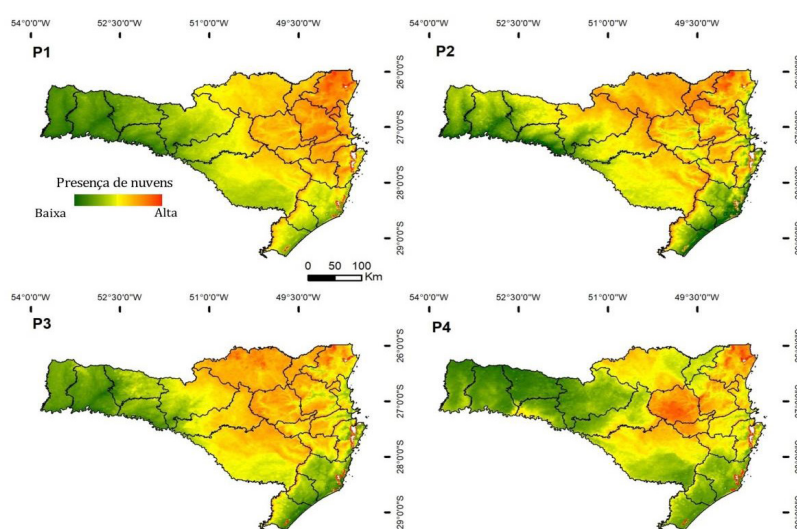
Com base no ciclo fenológico das culturas e nos períodos de semeadura e colheita, o ano agrícola foi dividido em quatro períodos: P1 (setembro a novembro), correspondente à primavera, com destaque para a semeadura das culturas de verão e a colheita do trigo; P2 (dezembro a fevereiro), correspondente ao verão, marcado pela colheita da soja, milho, arroz e feijão; P3 (março a maio), correspondente ao outono, com o encerramento da colheita das culturas de verão e a semeadura do trigo; e P4 (junho a agosto), correspondente ao inverno, caracterizado pela senescência e início da colheita do trigo, além da semeadura do milho em algumas regiões.

Para cada período, foi calculada a média da cobertura de nuvens gerando os mapas de Frequência de Cobertura de Nuvens (FCN) para Santa Catarina e suas mesorregiões. Valores menores de FCN indicam maior disponibilidade de imagens ópticas livres de nuvens, favorecendo o monitoramento agrícola por sensoriamento remoto. A análise da FCN foi realizada para todo o estado e, posteriormente, para as mesorregiões catarinenses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

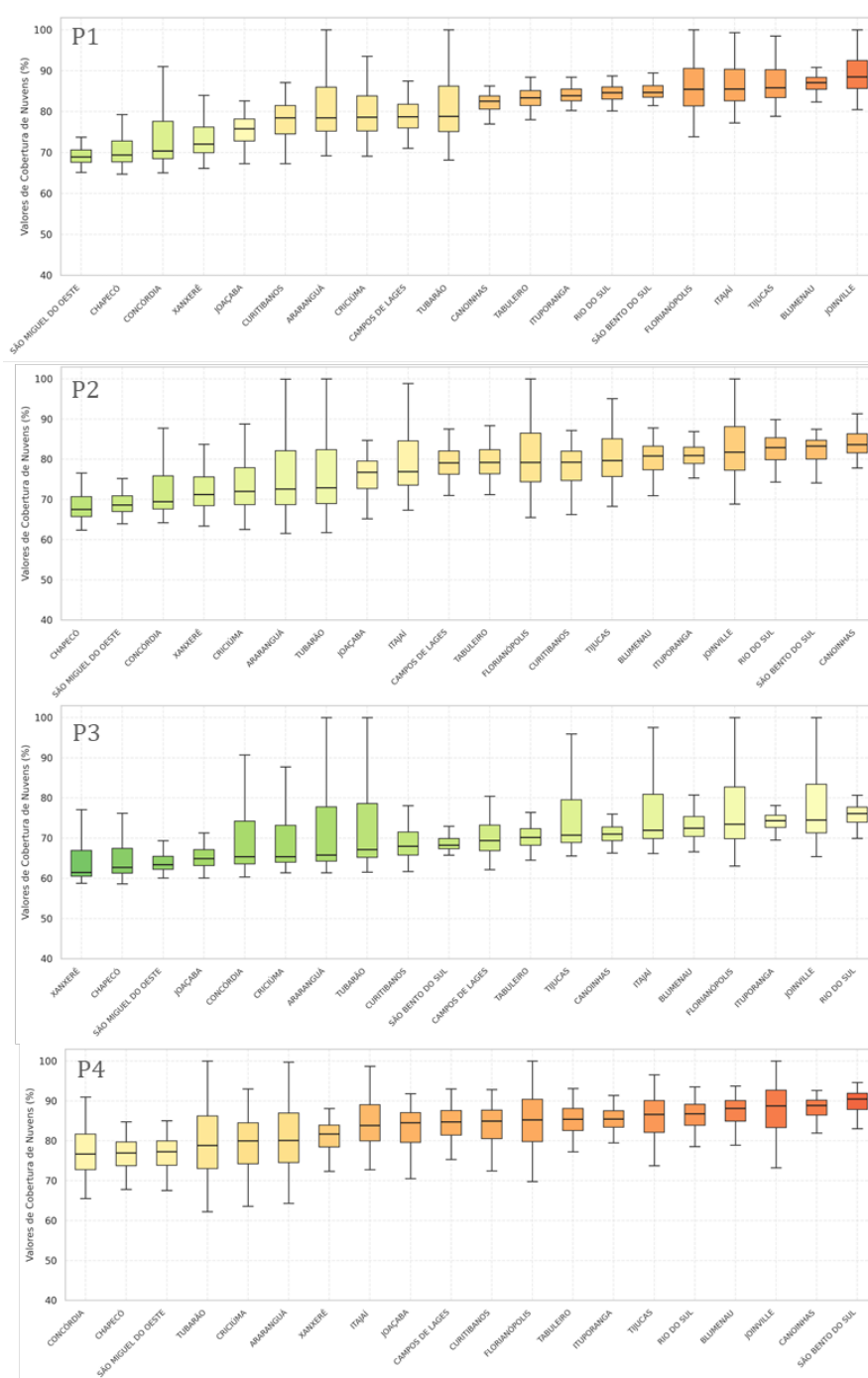
A Figura 1 apresenta a média de cobertura de nuvens para os 25 anos de estudo distribuídos em quatro períodos, sendo P1 (setembro, outubro e novembro), P2 (dezembro, janeiro e fevereiro), P3 (março, abril e maio) e P4 (junho, julho e agosto).

Figura 1. Cobertura de nuvens nos períodos (P1; P2; P3; P4) nas regiões geográficas (IBGE) no estado de Santa Catarina.



Conforme a Figura 2, o período P1 tem Joinville como região mais nublada do estado e São Miguel do Oeste como a região mais ensolarada. Já no período P2, a região mais ensolarada passa a ser Chapecó e a mais nublada, Canoinhas, no Planalto Norte Catarinense. No período P3, Xanxerê se destaca como a região mais ensolarada e Rio do Sul, como a mais nublada. E por fim, no período P4, Concórdia apresenta a menor cobertura de nuvens e São Bento do Sul, a mais nublada. Segundo Whitcraft et al. (2015) dados de radar como o Sentinel 1C passa a ser um diferencial em estudos agrícolas onde a presença de nuvens é contínua, possibilitando maior cobertura e menos interferência de ruídos como as nuvens.

Figura 2. Boxplot dos períodos de cobertura de nuvens nas mesorregiões geográficas do IBGE.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, as mesorregiões do oeste de Santa Catarina apresentam as menores taxas de cobertura de nuvens, como Concórdia, Chapecó e São Miguel do Oeste, se apresentando em todos os períodos analisados, com as menores taxas de cobertura de nuvens. Já a região de Canoinhas, Joinville e São Bento do Sul, apresentam as maiores taxas de cobertura de nuvens. Com esta análise, se comprovou que a elevada ocorrência de nuvens no norte e nordeste de Santa Catarina é uma das principais limitações para a obtenção de séries temporais contínuas de dados orbitais ópticos na região.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- EBERHARDT, I.D.R., SCHULTZ, B., RIZZI, R., SANCHES, I.D., FORMAGGIO, A.R., ATZBERGER, C., MELLO, M.P., IMMITZER, M., TRABAQUINI, K., FOSCHIERA, W., Luiz, A.J.B., 2016. Cloud cover assessment for operational crop monitoring systems in tropical areas. *Rem. Sens.* 8, 1–14. <https://doi.org/10.3390/rs8030219>.
- JUSTICE, C., TOWNSHEND, J.R., VERMOTE, E., MASUOKA, E., WOLFE, R., SALEOUS, N., ROY, D., MORISETTE, J., 2002. An overview of MODIS Land data processing and product status. *Remote Sens. Environ.* 83, 3–15. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00084-6](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00084-6).
- WHITCRAFT, A.K., BECKER-RESHEF, I., JUSTICE, C., 2015a. A framework for defining spatially explicit earth observation requirements for a global agricultural monitoring initiative (GEOGLAM). *Rem. Sens.* 7, 1461–1481. <https://doi.org/10.3390/rs70201461>.

CARACTERÍSTICAS DO SOLO E RELEVO DOS CAMPOS NATIVOS DO PLANALTO SUL CATARINENSE

Sofia Gouvea Graciano¹; Regina Luiza Gouvea²; Kleber Trabaquini³; Carlos Antônio Oliveira Vieira⁴.

¹Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/4929652664105108>

²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/9584776439397454>

³Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/5680348426925268>

⁴Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/9546291359065240>

PALAVRAS-CHAVE: Pedologia. Geoprocessamento. Manejo Territorial.

ÁREA TEMÁTICA: Geociências

INTRODUÇÃO

O Planalto Sul-Brasileiro é uma das principais unidades de relevo do sul do Brasil, caracterizado por altitudes que variam de baixas planícies a setores acima de 1.200 m, com predomínio de formas onduladas e montanhosas nas porções mais elevadas (Marchesan et al., 2025). Nessa região, os Campos nativos constituem o ecossistema mais antigo do Sul do Brasil, utilizado historicamente para a pecuária extensiva há aproximadamente três séculos, mas vêm sendo substituídos por lavouras de grãos e florestas cultivadas, especialmente nas áreas de relevo mais plano e solos de melhor fertilidade natural (Córdova et al., 2024). Nas áreas de maior declividade, contudo, a menor aptidão agrícola do solo tem contribuído para a permanência dessa vegetação campestre (Marchesan et al., 2025).

O trabalho inicialmente apresentou procedimentos de geoprocessamento adotados na análise espacial dos dados de solo e vegetação. Em seguida, discutem-se os resultados obtidos quanto à relação entre a distribuição dos Campos Nativos e os atributos de relevo, classe de solo, profundidade, drenagem e saturação, indispensáveis no planejamento, prevenção e manejo territorial dessas áreas.

OBJETIVO

Este estudo analisa os aspectos morfológicos e ambientais na distribuição de campos nativos no Planalto Sul. Para isso se busca identificar a relação entre a ocorrência de campos nativos e suas características como relevo, composição do solo, profundidade, drenagem e nível de saturação, para melhor planejamento e manejo do território dos campos nativos.

METODOLOGIA

A pesquisa possui abordagem quantitativa, de natureza aplicada e objetivo descritivo. A análise baseou-se na quantificação das áreas de interseção entre os mapas temáticos, posteriormente convertidas em áreas relativas para descrever a distribuição dos campos nativos em relação às variáveis ambientais analisadas.

A área de estudo compreende a região do Planalto Sul Brasileiro. Quanto à análise da distribuição dos campos nativos, utilizou-se o software livre de Geoprocessamento QGIS (versão 3.44.8). O estudo foi desenvolvido como uma pesquisa documental a partir da utilização da base cartográfica vetorial de solos da Embrapa no formato *GeoPackage* (.gpkg), que forneceu atributos como relevo, composição do solo, profundidade, drenagem e nível de saturação. A delimitação da distribuição da vegetação dos campos nativos foi realizada a partir de uma máscara espacial em formato *GeoPackage* (.gpkg), fornecida pela Epagri, gerado na plataforma *Google Earth Engine*, permitindo a extração da cobertura vegetal dos campos nativos.

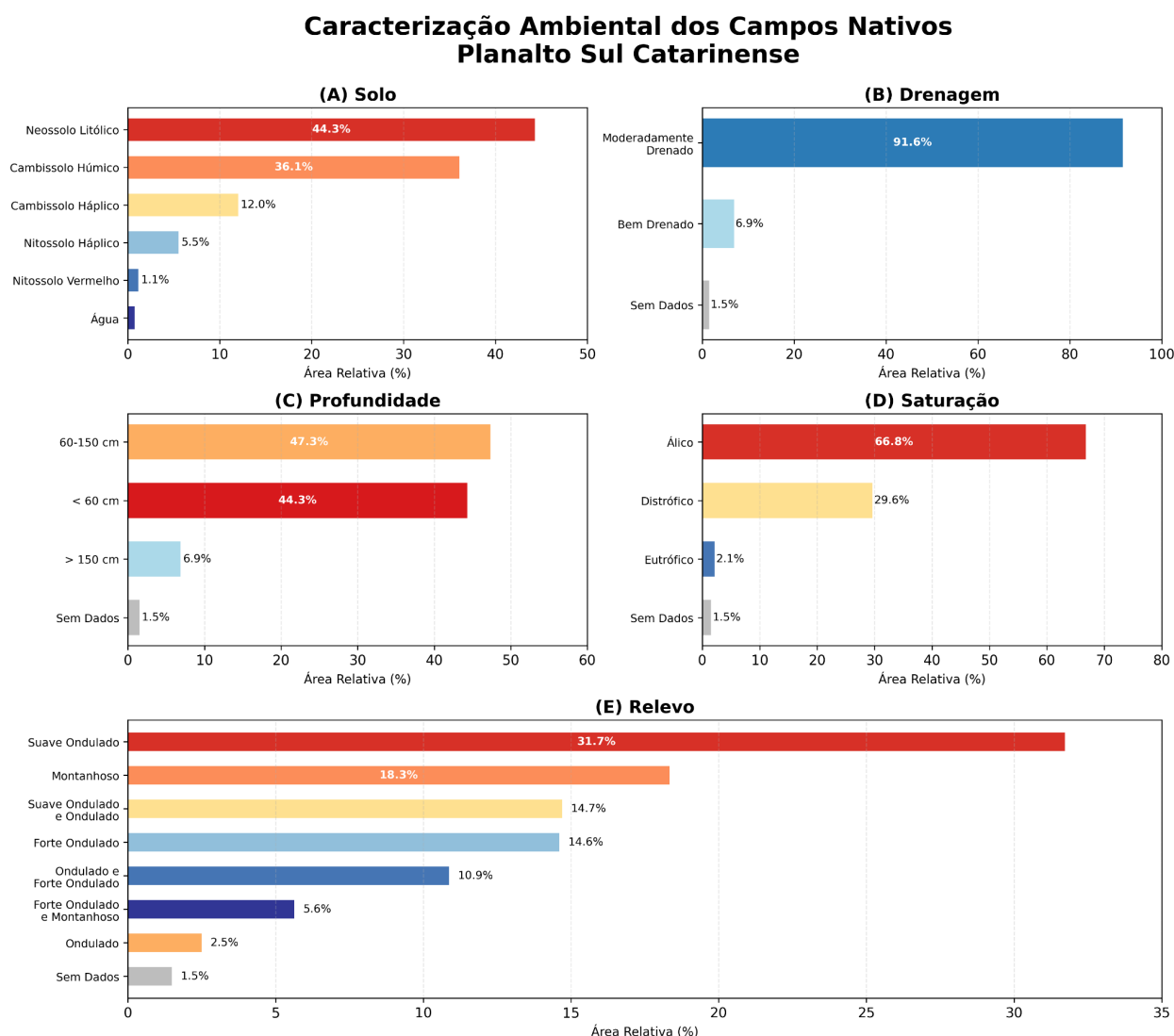
A base cartográfica foi integrada ao ambiente SIG (QGIS) para intersecção espacial da máscara de vegetação dos campos nativos. Após a intersecção, foram extraídas as áreas de cada classe relacionadas aos atributos da base cartográfica, posteriormente convertido para área relativa, ocupadas pelos campos nativos em cada classe ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estatísticos de intersecção da máscara de distribuição dos campos nativos e atributos da base cartográfica de solos da Embrapa, demonstram um padrão consistente de classe de solo, drenagem, relevo, saturação e profundidade.

A caracterização pedológica da área ocupada pelos campos nativos do Planalto Sul catarinense, realizada a partir da análise destes atributos, estão sintetizados na Figura 1.

Figura 1: Caracterização Ambiental dos Campos Nativos do Planalto Sul Catarinense



Fonte: Os autores

Observa-se que a distribuição nativa prevalece em Neossolos Litólicos (44,3%) e Cambissolos húmicos (36,1%) juntas correspondem a uma área relativa de aproximadamente (80,4%). Segundo o Manual técnico de pedologia do IBGE (2007), os Neossolos Líticos são solos pouco desenvolvidos e arenosos, se encontram em contato direto com a rocha mãe ou saprolito, á 50cm da superfície. Já os cambissolos húmicos são mais solos com horizonte b incipiente de baixa espessura e argilosos com um horizonte A húmico associados a regiões montanhosas e serranas (IBGE, 2007). Esses aspectos são evidentes nos dados de profundidade (Figura 1C) onde 44,3% dos solos apresentam menos de 60 cm e 47,3% entre 60 e 150 cm, relacionada a solos pouco profundos como nos neossolos líticos.

Quanto à distribuição das fases de relevo (Figura 1E), apresenta de 31,72% de suave ondulado, seguidas por áreas montanhosas (18,3%) e forte ondulada (14,6%). Segundo o IBGE (2007), a presença marcante de relevos mais declivosos estão relacionados a neossolos líticos e cambissolos húmicos. A presença expressiva de relevo montanhoso e

forte ondulado reforça a associação com os Neossolos Litólicos, uma vez que, em terrenos mais declivosos, os processos erosivos favorecem o escoamento superficial da água em detrimento de sua infiltração, impedindo o aprofundamento do solo e mantendo o contato lítico próximo à superfície (MACEDO et al., 2021).

A drenagem (Figura 1B), 91,6% da área é classificada como moderadamente drenada, logo o solo permanece úmido por um período de tempo considerável, ideal para vegetação com raízes curtas, associadas a solos rasos.

Por fim, ao nível de saturação dominante é álico com 66,8% de área relativa que segundo o manual de pedologia do IBGE (2007), as características álicas são comuns nos neossolos litólicos, com 29,6% de área dos campos são distróficas, portanto aproximadamente 97% da área dos campos nativos é pobre em nutrientes ou apresenta saturação por alumínio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral os dados evidenciam um padrão consistente nos atributos utilizados nos campos nativos do planalto sul, revelando maior distribuição em neossolos líticos (44,3%) e cambissolos húmicos (36,1%), cobrindo regiões declivosas com solos rasos de drenagem moderada e elevada saturação por alumínio.

Fatores morfológicos e pedológicos explicam em parte a permanência dos campos nativos na região. Uma das limitações em estudos desta natureza são as análises isoladas de determinados fatores sem a integração de variáveis ambientais. Contudo estes resultados são preliminares e o estudo está em andamento. Há perspectivas de inclusão de dados climatológicos e geológicos para maior compreensão dos fatores ambientais, conhecimento fundamental para o planejamento e manejo territorial no planalto sul.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de pedologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 4).

(EMBRAPA) EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

MARCHESAN, R.; BENEDETTI, P. H. da C.; OLIVEIRA-COSTA, J. L. P.; COSTA, J. M. L. M.; VARNIER, M. Bioclimatologia de Santa Catarina: um avanço inicial. **Geografia: Publicações Avulsas**, Teresina, v. 7, n. 1, p. 160-190, jan./jun. 2025.

CÓRDOVA, U. de A.; PRESTES, N. E.; FLARESSO, J. A.; ZARDO, V. F. Melhoria de campo nativo: tecnologia fundamental para a preservação dos campos naturais. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 37, n. 1, p. 77-84, 2024.

MACEDO, Rodrigo Santana; BEIRIGO, Raphael Moreira; MEDEIROS, Beatriz Macêdo; FELIX, Victor Junior Lima; SOUZA, Renato Francisco da Silva; BAKKER, Alexandre Pereira de. **Processos pedogenéticos e susceptibilidade dos solos à degradação no semiárido brasileiro**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 22, n. 81, p. 176-195, jun. 2021.

ÁREA TEMÁTICA: PECUÁRIA

SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE BOVINOS NELORE NO SEMIÁRIDO NORDESTINO: MANEJO, BIOTECNOLOGIA E GESTÃO

José Gleison Zacarias Florêncio¹.

¹UniFatecie, Caruaru - PE.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Nelore. Semiárido.

ÁREA TEMÁTICA: Pecuária.

INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte constitui uma das principais atividades do agronegócio brasileiro, contribuindo significativamente para a produção de alimentos, geração de renda e desenvolvimento regional (ABIEC, 2024; IBGE, 2024). No semiárido nordestino, a raça Nelore destaca-se pela rusticidade, adaptação às condições climáticas e eficiência produtiva, sendo amplamente utilizada nos sistemas de produção da região.

Entretanto, a irregularidade das chuvas, a escassez de recursos hídricos, a degradação das pastagens e a baixa adoção de tecnologias limitam o desempenho produtivo e econômico das propriedades (MAPA, 2021). Nesse contexto, a sustentabilidade da pecuária de corte depende da integração entre práticas de manejo agrônomo, biotecnologias reprodutivas e gestão rural, permitindo maior eficiência na utilização dos recursos naturais, aumento da produtividade e fortalecimento da rentabilidade da atividade.

OBJETIVO

Analisar, por meio de revisão da literatura, a importância da integração entre manejo agrônomo, biotecnologias reprodutivas e gestão rural para a sustentabilidade da produção de bovinos de corte Nelore no semiárido nordestino.

METODOLOGIA

O trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa, de abordagem qualitativa. Foram consultados artigos científicos, livros, documentos técnicos e publicações de instituições de referência na área agropecuária, priorizando estudos relacionados à conservação do solo, manejo de pastagens, recursos hídricos, nutrição, sanidade, reprodução bovina e gestão de sistemas de produção de bovinos de corte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidencia que a sustentabilidade da produção de bovinos de corte Nelore no semiárido nordestino depende da integração entre os componentes solo, planta, animal e gestão da propriedade (VILELA; RESENDE, 2014). A eficiência produtiva não resulta da adoção isolada de tecnologias, mas da combinação de práticas capazes de aumentar a produtividade, reduzir custos e promover o uso racional dos recursos naturais.

O manejo do solo constitui a base do sistema produtivo, pois influencia diretamente o desenvolvimento das pastagens. A adoção de práticas conservacionistas, associada ao manejo adequado da fertilidade e ao controle da degradação, favorece maior produção de forragem e melhor aproveitamento da água das chuvas (EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE, 2024). Como consequência, há aumento da capacidade de suporte das áreas de pastejo e redução da dependência de suplementação alimentar.

O planejamento forrageiro representa outra estratégia fundamental para a pecuária no semiárido. A utilização de gramíneas adaptadas, como capim Buffel, capim Massai e capim Andropogon, associada à produção de reservas alimentares por meio de feno e silagem, reduz os impactos da sazonalidade climática e proporciona maior estabilidade nutricional ao rebanho durante os períodos de estiagem (EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE, 2024).

A disponibilidade de água também exerce influência direta sobre o desempenho dos animais. Investimentos em captação, armazenamento e distribuição eficiente da água aumentam a segurança hídrica das propriedades e contribuem para a manutenção da produtividade mesmo em anos de baixa precipitação (MAPA, 2021).

No componente animal, programas de nutrição equilibrada, sanidade preventiva e bem-estar favorecem melhores índices produtivos e reprodutivos. Nesse contexto, a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) destaca-se como uma ferramenta para acelerar o melhoramento genético, aumentar a taxa de prenhez e concentrar os nascimentos (EMBRAPA GADO DE CORTE, 2022). Entretanto, os benefícios dessa biotecnologia dependem da adequada condição corporal das matrizes, da qualidade do manejo sanitário e do planejamento reprodutivo da propriedade.

Por fim, a gestão rural integra todos os componentes do sistema produtivo. O monitoramento de indicadores técnicos e econômicos, como taxa de prenhez, taxa de desmame, ganho médio diário, lotação das pastagens e custo de produção, fornece informações para a tomada de decisões, permitindo maior eficiência no uso dos recursos e aumento da rentabilidade da atividade (VALLE, 2006; EUCLIDES FILHO, 2000).

Assim, observa-se que a sustentabilidade da bovinocultura de corte no semiárido nordestino deve ser compreendida como um processo integrado, no qual o manejo agrônomo, a produção de forragens, a gestão dos recursos hídricos, as biotecnologias reprodutivas e a administração da propriedade atuam de forma complementar para promover

sistemas produtivos mais eficientes, resilientes e competitivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sustentabilidade da produção de bovinos de corte Nelore no semiárido nordestino depende da integração entre manejo agrônomo, planejamento forrageiro, conservação dos recursos naturais, biotecnologias reprodutivas e gestão da propriedade.

A adoção dessas práticas possibilita maior produtividade, melhor utilização dos recursos disponíveis e maior rentabilidade da atividade, demonstrando que a aplicação do conhecimento técnico-científico constitui um dos principais caminhos para o desenvolvimento de uma pecuária de corte eficiente, competitiva e ambientalmente sustentável.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ABIEC. **Perfil da pecuária no Brasil 2024**. São Paulo: Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes, 2024.

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Boas práticas agropecuárias: bovinos e bubalinos de corte: manual orientador**. 3. ed. rev. ampl. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2022.

EMBRAPA PECUÁRIA SUDESTE. **Uso das práticas de manejo de forrageiras e de pastejo na bovinocultura de corte**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2024.

EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo × ambiente × mercado**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000.

IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária: Plano ABC+ (2020-2030)**. Brasília: MAPA, 2021.

VALLE, E. R. do (Ed.). **Boas práticas agropecuárias: bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006.

VILELA, D.; RESENDE, J. C. de (Org.). **Pecuária de corte no Brasil: tecnologias para produção sustentável**. Brasília: Embrapa, 2014.

PASTEJO DE ULTRA ALTA DENSIDADE EM BOVINOS: DEFINIÇÕES E RESULTADOS MEDIDOS

Juan Daniel Avalos Añazco¹; Luis Felipe Medeiro Alves².

¹Universidad Nacional de Itapúa (UNI/FaCEA), Encarnación, Paraguai.

<https://orcid.org/0000-0001-9171-8744>

²Universidade de São Paulo (USP/IPEN) e Centro Universitário Internacional (Uninter), São Paulo, SP.

<http://lattes.cnpq.br/8154557253212194>

PALAVRAS-CHAVE: Lotação instantânea. Manejo rotacionado. Forragem.

ÁREA TEMÁTICA: Pecuária

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/13

INTRODUÇÃO

O pastejo de ultra alta densidade, difundido como *mob grazing*, chegou à extensão rural com promessas amplas: maior eficiência de uso da forragem, acúmulo de matéria orgânica no solo e maior produção por área, com lotações instantâneas de até 560.425 kg de peso vivo por hectare e descansos de até 125 dias (HAFLA et al., 2014). Na América Latina, o interesse cresceu junto com os sistemas ultraintensivos de suplementação estratégica, cuja revisão regional reporta ganhos de peso de 20 a 35% e eficiência forrageira até 40% maior (AVALOS AÑAZCO; MORA DEL PUERTO, 2025).

O termo cobre práticas muito distintas. Entre os limiares propostos para chamar um manejo de ultra alta densidade circulam 77, 172 e 308 LU/ha (WAGNER; WATERTON; NORTON, 2023), e os estudos publicados medem desde dezenas de milhares até mais de um milhão de kg de peso vivo por hectare. Este resumo reúne, lado a lado, as densidades praticadas e os resultados medidos de desempenho animal, forragem e solo.

OBJETIVO

Reunir as definições operacionais e os resultados medidos do pastejo de ultra alta densidade em bovinos e delimitar as condições em que a alta densidade instantânea melhora o resultado do sistema.

METODOLOGIA

O estudo tem abordagem quali-quantitativa, natureza básica, objetivos exploratório e descritivo e, quanto aos procedimentos técnicos, caracteriza-se como pesquisa bibliográfica.

Foram reunidos seis estudos com densidade instantânea declarada e resultado medido: dois experimentos plurianuais com repetição (TRACY; BAUER, 2019; BILLMAN et al., 2020), dois levantamentos de fazendas comerciais (HAFLA et al., 2014; WAGNER; WATERTON; NORTON, 2023), um experimento de longa duração em savana (WELLS et al., 2022) e uma revisão com casos de fazenda (FYNN et al., 2026).

De cada fonte registraram-se a densidade e a taxa de lotação nas unidades em que a fonte as enuncia (kg PV/ha, UA/ha, LU/ha, UAM/ha), o descanso e os resultados com valor numérico. Um estudo do mesmo acervo, conduzido em instalação coberta e com densidade medida em metros quadrados por animal, ficou fora por medir outra grandeza. Os dados compilados estão disponíveis com os autores mediante solicitação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 reúne os seis estudos. As densidades tratadas como ultra altas vão de 49.421 kg até a ordem de 1,15 milhão de kg de peso vivo por hectare, um fator de 23, com ocupações de horas a poucos dias e descansos de 24 a mais de 90 dias.

Quadro 1: Densidades, descansos e resultados medidos nos estudos reunidos de pastejo de ultra alta densidade em bovinos.

Estudo	Densidade e sistema	Descanso	Resultado medido
Tracy e Bauer (2019), corte, EUA, 3 anos	50.000 kg PV/ha (109 UA/ha), 24 h, ante rotacionado (14 UA/ha) e contínuo (1,7 UA/ha), mesma taxa de 11,5 UAM/ha	cerca de 90 dias	Peso de vaca 619 ante 688 kg e desmame 191 ante 210 kg no contínuo; ao menos 40% da forragem pisoteada
Billman et al. (2020), corte, EUA, 4 anos	1,15 milhão kg PV/ha, 2 eventos/ano, ante rotacionado com 54.000 kg PV/ha	70 a 90 dias	Massa acumulada 38% maior e fibra menor no rotacionado; alfafa persistiu sob <i>mob</i> (26,1% para 26,2%) e caiu no rotacionado (19,5% para 0,026%)
Hafla et al. (2014), leite, EUA, quatro fazendas	49.421 a 377.912 kg PV/ha em uso real, ante 560.425 kg PV/ha e 125 dias citados por proponentes	30 a 49 dias	Leite de 11,9 a 17,7 kg/vaca/dia; matéria orgânica do solo dentro do típico regional
Wagner, Waterton e Norton (2023), corte, Grã-Bretanha, 15 fazendas	9,6 a 121 LU/ha nos grupos <i>mob</i> , acima de 500 LU/ha no intensivo; limiaries propostos de 77, 172 e 308 LU/ha	24 a 80 dias	Adoção recente; os autores descartam avaliação sistemática de efeitos e registram ausência de padrões consistentes na vegetação e no solo
Wells et al. (2022), corte, Quênia, savana semiárida	lotação alta de cerca de quatro vezes a moderada	pastejo periódico experimental, três a quatro ciclos por ano	Eficiência de forrageio do gado 66% menor na estação seca sob lotação alta

Estudo	Densidade e sistema	Descanso	Resultado medido
Fynn et al. (2026), corte e ovinos, África austral, revisão com casos	alta densidade como ferramenta de pastejo não seletivo, com piquetes prioritários e movimento flexível	73 a 93 dias nos sistemas multipiquete; estação completa (240 dias ou mais) no manejo proposto	Ganho de verão de novilhos de 119 para 147 kg no caso Stratherne; descansos longos com forragem madura derrubam a qualidade da dieta

Fonte: Elaborado pelos autores a partir das fontes indicadas (2026).

Nos dois experimentos com repetição, o desempenho ficou com os manejos de referência. Sob *mob* a 50.000 kg PV/ha, com a mesma taxa de 11,5 UAM/ha nos três tratamentos, as vacas entraram no inverno com 619 kg ante 688 kg no contínuo, os bezerros desmamaram com 191 kg ante 210 kg, e ao menos 40% da forragem madura foi pisoteada (TRACY; BAUER, 2019). Sob densidade de 1,15 milhão de kg PV/ha, a massa de forragem acumulada terminou 38% maior no manejo rotacionado, com fibra menor e valor nutritivo maior; o *mob* preservou a alfafa do dossel, que passou de 26,1% para 26,2% do pasto, enquanto no rotacionado ela caiu de 19,5% para 0,026% (BILLMAN et al., 2020).

As fazendas que praticam o método operam abaixo do que os proponentes anunciam. Nas quatro leiteiras orgânicas acompanhadas por Hafla et al. (2014), a densidade ficou entre 49.421 e 377.912 kg PV/ha, o descanso entre 30 e 49 dias e o leite entre 11,9 e 17,7 kg por vaca ao dia, e a matéria orgânica do solo permaneceu dentro do típico regional. Na Grã-Bretanha a adoção é recente, as densidades de grupo vão de 9,6 a 121 LU/ha, com um caso acima de 500 LU/ha e um levantamento americano entre 86 e 1.723 LU/ha, e os próprios autores descartam avaliação sistemática de efeitos nesse estágio (WAGNER; WATERTON; NORTON, 2023).

A lotação em si cobra eficiência do animal. Na savana queniana, lotação quatro vezes maior derrubou em 66% a eficiência de forrageio do gado na estação seca (WELLS et al., 2022). A revisão de Fynn et al. (2026) localiza o mecanismo nos descansos: os sistemas multipiquete descansam em média 73 a 93 dias, a forragem amadurece nesse intervalo, a qualidade da dieta cai, e os experimentos controlados terminam atribuindo os resultados à taxa de lotação.

A mesma revisão registra o arranjo que funcionou. A alta densidade instantânea serve ao pastejo não seletivo quando aplicada em piquetes prioritários mantidos curtos, com movimento flexível dos animais e descanso de estação completa, de 240 dias ou mais, para os piquetes em recuperação; no caso de fazenda que adota esse desenho, o ganho de verão dos novilhos subiu de 119 para 147 kg (FYNN et al., 2026). A densidade aparece aí como um dos termos do protocolo, ao lado do descanso, da maturidade da forragem e do critério de movimentação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evidência reunida sustenta três afirmações. O rótulo de ultra alta densidade cobre práticas que variam por um fator de 23 na densidade instantânea, o que exige densidade, ocupação e descanso declarados em qualquer protocolo ou comparação. Nos experimentos com desempenho animal medido, o *mob* produziu peso de vaca, peso ao desmame, massa de forragem e valor nutritivo iguais ou menores que os dos manejos rotacionado e contínuo de mesma taxa de lotação. Os ganhos documentados aparecem quando a densidade serve ao pastejo não seletivo com descanso de estação completa e manejo flexível, condição ainda sem teste publicado nos sistemas ultraintensivos da América Latina, cuja literatura segue fragmentada e com métricas pouco comparáveis (AVALOS AÑAZCO; MORA DEL PUERTO, 2025).

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

AVALOS AÑAZCO, J. D.; MORA DEL PUERTO, J. R. Ultraintensive livestock farming: an integrative review of technical, financial, environmental, and social-institutional indicators in Latin America. *Investigación Agraria*, v. 27, n. 2, e2702868, 2025.

BILLMAN, E. D. et al. Mob and rotational grazing influence pasture biomass, nutritive value, and species composition. *Agronomy Journal*, v. 112, n. 4, p. 2866-2878, 2020. DOI: 10.1002/agj2.20215.

FYNN, R. et al. Grazing smarter: science-based grazing strategies, not only stocking rate, determine rangeland outcomes. *African Journal of Range & Forage Science*, v. 43, n. 1, p. 17-39, 2026. DOI: 10.2989/10220119.2025.2609078.

HAFLA, A. N. et al. Case study: dairies using self-described ultra-high stocking density grazing in Pennsylvania and New York. *The Professional Animal Scientist*, v. 30, n. 3, p. 366-374, 2014. DOI: 10.15232/S1080-7446(15)30129-7.

TRACY, B. F.; BAUER, R. B. Evaluating mob stocking for beef cattle in a temperate grassland. *PLoS ONE*, v. 14, n. 12, e0226360, 2019. DOI: 10.1371/journal.pone.0226360.

WAGNER, M.; WATERTON, C.; NORTON, L. R. Mob grazing: a nature-based solution for British farms producing pasture-fed livestock. *Nature-Based Solutions*, v. 3, 100054, 2023. DOI: 10.1016/j.nbsj.2023.100054.

WELLS, H. B. M. et al. Less is more: lowering cattle stocking rates enhances wild herbivore habitat use and cattle foraging efficiency. *Frontiers in Ecology and Evolution*, v. 10, 825689, 2022. DOI: 10.3389/fevo.2022.825689.

SUPLEMENTAÇÃO ESTRATÉGICA E TAXA DE LOTAÇÃO EM BOVINOS: A EVIDÊNCIA EXPERIMENTAL DA INTERAÇÃO

Juan Daniel Avalos Añazco¹; Luis Felipe Medeiro Alves².

¹Universidad Nacional de Itapúa (UNI/FaCEA), Encarnación, Paraguai.

<https://orcid.org/0000-0001-9171-8744>

²Universidade de São Paulo (USP/IPEN) e Centro Universitário Internacional (Uninter), São Paulo, SP.

<http://lattes.cnpq.br/8154557253212194>

PALAVRAS-CHAVE: Ganho por área. Oferta de forragem. Concentrado.

ÁREA TEMÁTICA: Pecuária

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/14

INTRODUÇÃO

A pecuária do Cone Sul cresce elevando a produção por área. No Paraguai, a produção de carne bovina de 2016 chegou a 2,5 vezes a de 2005, com rebanho 45% maior e produto por animal 66% maior, e a taxa de extração subiu de 0,11 para 0,13, ainda distante do 0,18 uruguaio; o caminho apontado para fechar essa distância combina pastagem cultivada com uso estratégico de grãos e suplementos (NIN-PRATT; FREIRÍA; MUÑOZ, 2019). A revisão regional dos sistemas ultraintensivos reporta ganhos de peso de 20 a 35%, eficiência forrageira até 40% maior e emissões de 15 a 25% menores por quilograma de carne (AVALOS AÑAZCO; MORA DEL PUERTO, 2025).

A base zootécnica dessa aposta é uma interação conhecida: elevar a taxa de lotação reduz o desempenho de cada animal e eleva a produção por área até um limiar (SCAGLIA, 2019), e a suplementação entra para segurar o desempenho individual onde a forragem por animal encolhe. Os experimentos que mediram essa interação com níveis controlados de lotação, ou de oferta de forragem, e de suplemento estão espalhados por décadas, países e sistemas de produção. Este resumo os reúne.

OBJETIVO

Reunir a evidência experimental da interação entre taxa de lotação, ou oferta de forragem, e suplementação em bovinos de corte e de leite, quantificando os efeitos por animal e por hectare.

METODOLOGIA

O estudo tem abordagem quali-quantitativa, natureza básica, objetivos exploratório e descritivo e, quanto aos procedimentos técnicos, caracteriza-se como pesquisa bibliográfica. Foram reunidos sete experimentos com lotação, ou oferta de forragem, em dois ou mais níveis e suplementação medida: dois em leite (HODEN et al., 1991; BOVOLENTA et al., 2008) e cinco em corte (LYONS et al., 2016; GUNTER, 2019; SCAGLIA, 2019; FERREIRA et al., 2024; LEAL et al., 2025), em pastagens temperadas, alpinas e tropicais.

De cada experimento registraram-se os níveis de lotação ou de oferta, o suplemento e a dose, o desempenho individual e a produção por área, nas unidades em que cada fonte os enuncia. As diferenças chamadas aqui de significativas são as que a própria fonte reporta como tais. Os dados compilados estão disponíveis com os autores mediante solicitação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 reúne os sete experimentos. Em leite, elevar a lotação em 29%, de 2,3 para 3,0 vacas/ha, reduziu o leite por vaca em 5%, de 21,3 para 20,3 kg de leite corrigido pela gordura ao dia, sem significância, e elevou o leite por hectare em 23%, de 7.970 para 9.816 kg por estação de pastejo; a eficiência do concentrado tendeu a subir com a lotação, de 0,51 para 0,64 kg de leite corrigido por kg (HODEN et al., 1991).

Quadro 1: Lotação ou oferta de forragem, suplementação e efeitos por animal e por hectare nos experimentos reunidos.

Estudo	Lotação ou oferta	Suplemento	Resultado medido
Hoden et al. (1991), leite, França, 3 anos	2,3 a 3,0 vacas/ha	0,5 ante 3,7 kg/vaca/dia	Leite por vaca 5% menor, sem significância, e leite por hectare 23% maior na lotação alta; tendência de maior eficiência do concentrado na lotação alta (0,64 ante 0,51 kg de leite corrigido por kg)
Bovolenta et al. (2008), leite, Itália, pasto alpino	0,7 ante 1,4 vacas/ha	2,4 ante 4,8 kg MO/dia	Perda de leite restrita ao grupo de densidade alta com suplemento baixo (15,9 ante 16,8 a 17,0 kg/dia); consumo de pasto de 13,1 para 11,4 kg MO/dia na densidade alta
Gunter (2019), corte, EUA, pradaria de inverno, 3 anos	29,7, 33,2 e 39,4 UA·dia/ha	0,9 ante 1,4 kg/dia, proteico	Interação significativa: com 1,4 kg/dia o ganho individual ficou estável (0,56, 0,53 e 0,51 kg/dia) e o ganho por hectare cresceu linearmente (29, 31 e 35 kg)
Scaglia (2019), corte, EUA, azevém anual, 3 anos	2,5, 5,0 e 7,5 novilhas/ha	1% do PV, milho ou casca de soja, só na lotação alta	Carne por hectare de 318,6 (lotação baixa) a 542,2 kg (alta com milho); ganho individual de 0,57 a 0,61 kg/dia na lotação alta, ante 1,08 na baixa; dias de pastejo de 89 para 118

Estudo	Lotação ou oferta	Suplemento	Resultado medido
Lyons et al. (2016), corte, EUA, festuca estocada, 3 anos	uso da forragem de 85% (normal) ante 70% (extra)	tubo proteico ante mineral	Efeitos aditivos de 0,11 kg/dia cada no ganho; eficiência de uso da forragem de 74,7% na oferta normal ante 65,8%; prenhez igual entre tratamentos
Ferreira et al. (2024), corte, Brasil, capim-marandu, 256 dias	oferta de 7,2 ante 3,3 kg MS/kg PV (2,37 ante 3,60 UA/ha)	1% do PV nos dois tratamentos	Ganho individual 0,068 kg/dia menor e, por hectare, 122 kg de peso vivo e 0,87 novilha prenhe a mais na oferta baixa
Leal et al. (2025), corte, Brasil, sistema integrado, 3 safras	lotação resultante de 1,95 a 3,64 UA/ha	0,03, 0,5 e 1,5% do PV	Ganho de carcaça de 0,478 para 0,698 kg/dia e até 1.084 kg de carcaça por hectare no suplemento alto; ganho de peso vivo diário semelhante entre níveis

Fonte: Elaborado pelos autores a partir das fontes indicadas (2026).

O experimento alpino isola o papel do suplemento. Com 0,7 e 1,4 vacas/ha cruzadas com 2,4 e 4,8 kg de matéria orgânica de concentrado ao dia, a única queda de leite ocorreu no grupo de densidade alta com suplemento baixo, 15,9 kg/dia ante 16,8 a 17,0 nos demais grupos, enquanto o consumo de pasto caía de 13,1 para 11,4 kg de matéria orgânica ao dia na densidade alta (BOVOLENTA et al., 2008).

Em corte, o fatorial de inverno de Gunter (2019) mediu a interação diretamente: com 0,9 kg/dia de suplemento proteico, o ganho individual oscilou com a lotação (0,42, 0,57 e 0,47 kg/dia); com 1,4 kg/dia, ficou estável (0,56, 0,53 e 0,51 kg/dia) e o ganho por hectare passou a crescer linearmente com a lotação, de 29 para 35 kg. Nos trópicos o padrão se repete com a oferta de forragem: sob suplementação de 1% do peso vivo, novilhas Nelore em oferta baixa ganharam 0,068 kg/dia a menos e entregaram 122 kg de peso vivo e 0,87 novilha prenhe a mais por hectare (FERREIRA et al., 2024); em sistema integrado no Cerrado, subir o suplemento de 0,03 para 1,5% do peso vivo levou a lotação de 1,95 para 3,64 UA/ha e o ganho de carcaça de 0,478 para 0,698 kg/dia, com até 1.084 kg de carcaça por hectare (LEAL et al., 2025).

Os dois experimentos restantes marcam os limites. Em azevém anual, 1% do peso vivo de milho ou casca de soja na lotação alta substituiu consumo de forragem: os dias de pastejo voltaram de 89 para 118, a carne por hectare subiu de 318,6 para 542,2 kg, 70% acima da lotação baixa, e o ganho individual permaneceu entre 0,57 e 0,61 kg/dia, ante 1,08 na lotação baixa (SCAGLIA, 2019). Em festuca estocada, proteína e oferta extra somaram 0,11 kg/dia cada uma ao ganho, sem interação e com prenhez igual entre tratamentos, e a oferta apertada usou melhor a forragem, com eficiência de 74,7% ante 65,8% (LYONS et al., 2016).

Três regularidades atravessam os sete experimentos. A produção por área acompanha a lotação enquanto o suplemento cobre o déficit individual. A eficiência marginal do suplemento acompanha a lotação: tendência de 0,64 ante 0,51 kg de leite corrigido por kg em Hoden et al. (1991) e ganho estável apenas na dose alta em Gunter (2019). E o suplemento em dose alta substitui forragem, o que desloca o ótimo econômico para o preço relativo entre suplemento e forragem e para o risco climático (GUNTER, 2019; SCAGLIA, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos sete experimentos reunidos, elevar a taxa de lotação reduziu o desempenho individual e elevou a produção por área, e a suplementação deslocou o ponto em que essa troca compensa: quanto maior a lotação, maior o retorno marginal do suplemento. Para os sistemas ultraintensivos da América Latina, o passo seguinte é medir essa interação em condições locais, com o custo do suplemento, o preço da forragem e o risco climático no mesmo modelo, lacuna que a literatura regional reporta como aberta (AVALOS AÑAZCO; MORA DEL PUERTO, 2025).

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

AVALOS AÑAZCO, J. D.; MORA DEL PUERTO, J. R. Ultraintensive livestock farming: an integrative review of technical, financial, environmental, and social-institutional indicators in Latin America. *Investigación Agraria*, v. 27, n. 2, e2702868, 2025.

BOVOLENTA, S. et al. Effects of stocking density and supplement level on milk production and cheese characteristics in Brown cows grazing on mountain pasture. *Journal of Dairy Research*, v. 75, n. 3, p. 357-364, 2008. DOI: 10.1017/S0022029908003531.

FERREIRA, I. M. et al. Replacement Nellore heifers receiving supplementation under different herbage allowance: effects on forage characteristics, performance, physiology, and reproduction. *Animal*, v. 18, n. 9, 101260, 2024. DOI: 10.1016/j.animal.2024.101260.

GUNTER, S. A. Effects of stocking and supplementation rates on the performance of beef steers grazing mixed-grass prairie during the winter. *Applied Animal Science*, v. 35, n. 6, p. 641-651, 2019. DOI: 10.15232/aas.2019-01864.

HODEN, A. et al. Simplified rotational grazing management of dairy cows: effects of rates of stocking and concentrate. *The Journal of Agricultural Science*, v. 116, n. 3, p. 417-428, 1991. DOI: 10.1017/S0021859600078230.

LEAL, V. N. et al. Supplementation strategies for beef cattle managed in integrated systems: impacts on animal production and grain yields. *Agronomy Journal*, v. 117, n. 6, e70251, 2025. DOI: 10.1002/agj2.70251.

LYONS, S. E. et al. Effect of protein supplementation and forage allowance on the growth

and reproduction of beef heifers grazing stockpiled tall fescue. *Journal of Animal Science*, v. 94, n. 4, p. 1677-1688, 2016. DOI: 10.2527/jas.2015-9969.

NIN-PRATT, A.; FREIRÍA, H.; MUÑOZ, G. Productivity and efficiency in grassland-based livestock production in Latin America: the cases of Uruguay and Paraguay. Washington, DC: Inter-American Development Bank, 2019. (IDB Working Paper Series, 1024). DOI: 10.18235/0001924.

SCAGLIA, G. Stocking rate and energy supplementation effects on replacement beef heifers grazing annual ryegrass. *Journal of Agricultural Science*, v. 11, n. 3, p. 1-13, 2019. DOI: 10.5539/jas.v11n3p1.

ÁREA TEMÁTICA: SEGURANÇA ALIMENTAR

EFICIÊNCIA DA HIGIENIZAÇÃO DE CUBAS DE INOX UTILIZADAS PARA ARMAZENAMENTO DE ALIMENTOS EM UMA UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO INSTITUCIONAL

Tamires da Silva Bastos¹; Tamiris Cristiane Dionísio Gonçalves²; Elaine Alves dos Santos³; Fernanda Raghianti⁴.

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) - *Campus* Uberlândia, MG.

<http://lattes.cnpq.br/5525115113314711>

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) - *Campus* Uberlândia, MG.

<http://lattes.cnpq.br/0892246189840898>

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) - *Campus* Uberlândia, MG.

<http://lattes.cnpq.br/7870619050486209>

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) - *Campus* Uberlândia, MG.

<http://lattes.cnpq.br/1258710253836494>

PALAVRAS-CHAVE: Aço inoxidável. Higienização. Microbiologia.

ÁREA TEMÁTICA: Segurança Alimentar

INTRODUÇÃO

As Unidades de Alimentação e Nutrição (UANs) institucionais desempenham importante papel na promoção da saúde, sendo responsáveis pelo fornecimento de refeições a coletividades. No Brasil, as Boas Práticas para serviços de alimentação, regulamentadas pela RDC nº 216/2004 da ANVISA (Brasil, 2004), estabelecem requisitos para garantir a segurança dos alimentos. Nesse contexto, falhas nas práticas de higiene dos manipuladores, equipamentos e superfícies podem favorecer a contaminação cruzada e contribuir para a ocorrência de doenças transmitidas por alimentos (Lim *et al.*, 2021).

A higienização adequada de equipamentos e utensílios que entram em contato direto com os alimentos é, portanto, uma etapa essencial do controle microbiológico em UANs. A eficiência desse processo depende da adequada remoção de resíduos e da aplicação correta dos procedimentos de limpeza e sanitização, sendo o monitoramento das superfícies uma estratégia importante para verificar sua efetividade e identificar possíveis pontos de falha (Sogin *et al.*, 2021).

Embora o aço inoxidável seja amplamente utilizado em equipamentos e utensílios da indústria e dos serviços de alimentação, características da superfície, como diferentes

níveis de rugosidade e acabamento, podem influenciar a adesão e a persistência de microrganismos. A presença de microrganismos aderidos às superfícies e a formação de biofilmes constituem importantes desafios para os procedimentos de limpeza e sanitização, podendo favorecer a persistência microbiana e a contaminação cruzada (Forauer; Wu; Etter, 2021). Estudos recentes demonstram que a topografia das superfícies de aço inoxidável pode estar relacionada ao comportamento de adesão bacteriana, reforçando a importância da conservação e da adequada higienização dos equipamentos e utensílios (Pathirajah *et al.*, 2022).

Nesse contexto, as cubas de aço inoxidável utilizadas no armazenamento e na distribuição de refeições constituem superfícies relevantes para o controle higiênico-sanitário. A avaliação microbiológica de superfícies de contato com alimentos é uma ferramenta importante para verificar a efetividade dos procedimentos de limpeza e sanitização. Estudos recentes demonstram que a análise de microrganismos indicadores, incluindo bactérias mesófilas aeróbias, pode auxiliar na identificação de falhas de higienização e no monitoramento das condições microbiológicas de equipamentos, utensílios e superfícies em serviços de alimentação (Sogin *et al.*, 2021; Castro *et al.*, 2024).

OBJETIVO

Avaliar a eficiência do procedimento de higienização de cubas de aço inoxidável utilizadas para o armazenamento de alimentos em uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) institucional.

METODOLOGIA

O estudo possui abordagem quantitativa, natureza aplicada e caráter descritivo-experimental. Foram avaliadas quatro cubas de aço inoxidável de uma UAN institucional, por meio de *swab* estéril, em dois momentos: antes e após a higienização realizada por quatro colaboradores. O procedimento compreendeu lavagem com detergente neutro, enxágue e sanitização com hipoclorito de sódio a 100 mg/L. As amostras de *swab* foram coletadas assepticamente das superfícies internas, acondicionadas em água peptonada tamponada a 0,1%, mantidas sob temperatura de refrigeração e encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos do IFTM – *Campus* Uberlândia. A coleta foi realizada de forma padronizada nas superfícies internas de contato com os alimentos, buscando garantir a representatividade das amostras e a comparabilidade entre os diferentes momentos de avaliação.

A quantificação de microrganismos mesófilos aeróbios foi realizada pelo método *Pour Plate* em ágar PCA, conforme Silva *et al.* (2021), com incubação a 35 ± 1 °C por 48 ± 3 horas. Os resultados foram expressos em UFC/superfície amostrada, e a eficiência da higienização foi determinada pela redução percentual da carga microbiana entre as

contagens obtidas antes e após o procedimento de higienização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das contagens microbiológicas de micro-organismos mesófilos aeróbios obtidos antes e após o procedimento de higienização nas quatro superfícies avaliadas encontram-se sistematizados na Tabela 1.

Tabela 1. Quantificação de micro-organismos mesófilos aeróbios antes e após o procedimento de higienização em cubas de aço inoxidável em uma UAN institucional.

Identificação da Cuba	Contagem Antes da Higienização (UFC/superfície)	Contagem Após da Higienização (UFC/superfície)	Eficiência de Redução (%)
Cuba 1	$2,0 \times 10^4$	$<10^*$	$> 99,95$
Cuba 2	$2,1 \times 10^4$	$2,0 \times 10^2$	99,05
Cuba 3	$1,9 \times 10^2$	10	94,74
Cuba 4	$6,7 \times 10^2$	$<10^*$	$> 98,51$

Fonte: Dados da pesquisa (2026). Nota: (*) Contagens inferiores ao limite de detecção do método (<10 UFC/superfície amostrada) são consideradas de eficiência total de eliminação.

Antes da higienização, as quatro cubas apresentaram cargas microbianas consideráveis, possivelmente relacionadas ao uso contínuo para armazenamento de alimentos e à exposição a resíduos orgânicos e umidade. Esses fatores podem favorecer a sobrevivência e multiplicação microbiana, tornando superfícies e equipamentos potenciais pontos de persistência e disseminação de microrganismos e de contaminação cruzada (LIM *et al.*, 2021).

A avaliação microbiológica de superfícies é uma importante ferramenta para verificar a eficiência da limpeza e sanitização e identificar possíveis falhas. A pequena diferença na eficiência observada pode estar relacionada ao desgaste ou à presença de ranhuras no aço inoxidável, que podem favorecer a adesão microbiana e dificultar a ação dos sanitizantes (PATHIRAJAH *et al.*, 2022).

Estudos recentes também relatam contaminação de superfícies e utensílios mesmo após a higienização, destacando a importância da adequada execução dos procedimentos. Castro *et al.* (2024) observaram inconformidades microbiológicas em equipamentos e utensílios de restaurantes, enquanto Tadielo *et al.* (2023) identificaram falhas na limpeza e sanitização de superfícies em indústrias de alimentos, com detecção de microrganismos indicadores e patógenos após a sanitização.

Dessa forma, a baixa carga microbiana observada após a higienização sugere adequada execução das etapas de remoção da matéria orgânica, ação mecânica e

aplicação do sanitizante, contribuindo para a redução da carga microbiana e o controle da contaminação cruzada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da eficiência da higienização de cubas de inox utilizadas para o armazenamento de alimentos constitui importante ferramenta para verificar a efetividade dos procedimentos de limpeza e sanitização em Unidades de Alimentação e Nutrição. A adoção de procedimentos padronizados, envolvendo a adequada remoção de resíduos orgânicos, ação mecânica e aplicação correta do sanitizante, é fundamental para reduzir a carga microbiana e minimizar a possibilidade de contaminação cruzada. A conservação das superfícies também deve ser considerada, uma vez que desgastes, ranhuras e outras imperfeições podem dificultar a higienização.

Recomenda-se o monitoramento microbiológico periódico das superfícies, associado à capacitação contínua dos manipuladores e à avaliação das condições de conservação dos equipamentos e utensílios. Essas medidas contribuem para o fortalecimento das Boas Práticas, o aprimoramento dos procedimentos de higienização e a produção de refeições com maior segurança microbiológica.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004.
- CASTRO, M. et al. SOARES, K.; RIBEIRO, C.; ESTEVES, A. Evaluation of the effects of food safety training on the microbiological load present in equipment, surfaces, utensils, and food manipulator's hands in restaurants. **Microorganisms**, Basel, v. 12, n. 4, p. 825, 2024.
- FORAUER, E. C.; WU, S. T.; ETTER, A. J. *Listeria monocytogenes* in the retail deli environment: a review. **Food Control**, v. 119, 107443, 2021.
- LIM, E. S.; KIM, J. J.; SUL, W. J.; KIM, J.-S.; KIM, B.; KIM, H.; KOO, O. K. Metagenomic analysis of microbial composition revealed cross-contamination pathway of bacteria at a foodservice facility. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, 636329, 2021.
- PATHIRAJAH, J. P.; BALAMURUGAN, S.; ARVAJ, L.; WEISS, J.; BARBUT, S. Influence of different stainless steel finishes on biofilm formation by *Listeria monocytogenes*. **Journal of Food Protection**, v. 85, n. 11, p. 1584–1593, 2022.
- SILVA, N. da; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. de A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M.; IAMANAKA, B. T. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 6. ed. São Paulo: Blucher, 2021. 602 p. ISBN 978-65-5506-297-7.

SOGIN, J. H.; LOPEZ-VELASCO, G.; YORDEM, B.; LINGLE, C. K.; DAVID, J. M.; ÇOBO, M.; WOROBO, R. W. Implementation of ATP and microbial indicator testing for hygiene monitoring in a tofu production facility improves product quality and hygienic conditions of food contact surfaces: a case study. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 87, n. 7, e02278-20, 2021.

TADIELO, L. E.; SANTOS, E. A. R. dos; POSSEBON, F. S.; SCHMIEDT, J. A.; JULIANO, L. C. B.; CERQUEIRA-CÉZAR, C. K.; OLIVEIRA, J. P. de; SAMPAIO, A. N. da C. E.; MELO, P. R. L.; CARON, E. F. F.; PINTO, J. P. de A. N. N.; BERSOT, L. dos S.; PEREIRA, J. G. Characterization of microbial ecology, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* sp. on equipment and utensil surfaces in Brazilian poultry, pork, and dairy industries. **Food Research International**, v. 173, pt. 2, 113422, 2023. DOI: 10.1016/j.foodres.2023.113422.

ÁREA TEMÁTICA: TECNOLOGIA E PRODUÇÃO

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TÉRMICA DA BIOMASSA DE TUCUMÃ (*Astrocaryum tucuma*) PARA APLICAÇÃO COMO PRECURSOR DE SUPERCAPACITORES

Pedro Henrique Biasi Frigo¹; Guilherme Luiz Dotto²; Gabriela Carvalho Collazzo³.

¹Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS.

²Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS.

³Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS.

PALAVRAS-CHAVE: Biomassa amazônica. Materiais de carbono. Armazenamento de energia.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia de Materiais / Biomassa

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/8

INTRODUÇÃO

A crescente demanda global por dispositivos eficientes de armazenamento de energia impulsionou o desenvolvimento de supercapacitores, os quais se destacam pela alta densidade de potência, rápida taxa de carga/descarga e elevada vida útil operacional. O desempenho eletroquímico desses dispositivos depende fundamentalmente da área superficial específica, porosidade e condutividade elétrica do material eletrodico, comumente constituído por estruturas carbonosas porosas.

Nesse contexto, a conversão de biomassas residuais em carbonos ativados representa

uma rota sustentável e de baixo custo para a produção de eletrodos de alto desempenho.

O tucumã (*Astrocaryum tucuma*), espécie abundante na região amazônica, gera um expressivo volume de resíduos lignocelulósicos a partir do seu processamento. A estrutura macromolecular desses resíduos — composta por celulose, hemicelulose e lignina — associada ao seu teor lipídico e orgânico, confere à matriz potencial relevante para conversão em materiais carbonosos com porosidade desenvolvida. No entanto, o direcionamento adequado do processo de ativação química ou física e o rendimento em carbono exigem uma compreensão detalhada da composição centesimal, do arranjo cristalino e do perfil de degradação térmica da biomassa in natura. Assim, este trabalho avalia as propriedades físico-químicas e térmicas da biomassa de tucumã focando na sua viabilidade como precursor para a síntese de matrizes de carbono aplicáveis em supercapacitores.

OBJETIVO

Caracterizar a biomassa de tucumã (*Astrocaryum tucuma*) quanto à sua composição centesimal (lipídeos e proteínas), estrutura cristalina e estabilidade térmica, avaliando seu potencial como precursor sustentável para a fabricação de materiais carbonosos destinados a eletrodos de supercapacitores.

METODOLOGIA

Esta pesquisa enquadra-se como um estudo de abordagem quantitativa, de natureza aplicada, com objetivos descritivos e procedimento experimental. As amostras de biomassa de tucumã foram submetidas a processos mecânicos de secagem, moagem e padronização granulométrica. A caracterização centesimal para determinação do teor de lipídeos e proteínas foi executada por extração com solventes e quantificação de nitrogênio total.

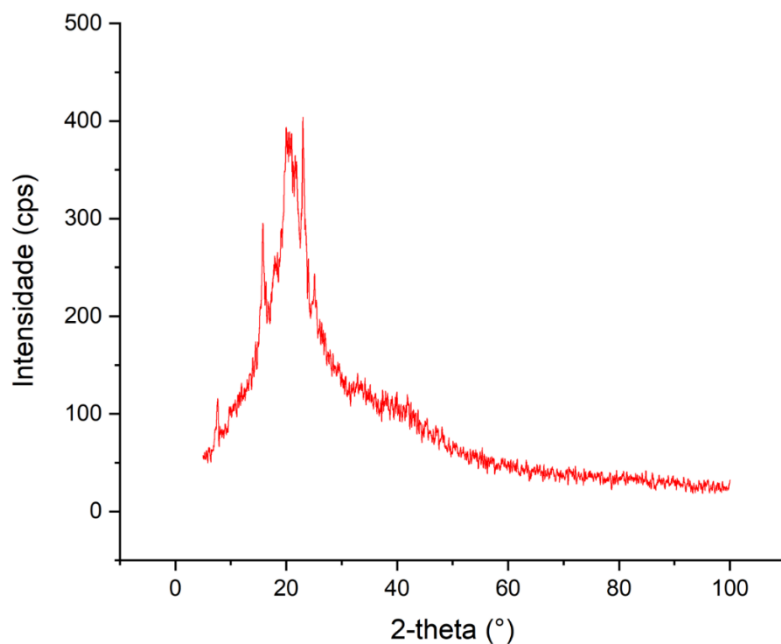
A estrutura cristalina dos componentes lignocelulósicos foi analisada por Difração de Raios-X (DRX) em difratômetro Rigaku MiniFlex, utilizando radiação Cu-K α ($\lambda = 1,5418$ Å), com varredura angular 2θ compreendida entre 5° e 100° , em um passo de $0,03^\circ$. O comportamento térmico e a taxa de perda de massa foram determinados por Análise Termogravimétrica (TGA) e Termogravimetria Derivada (DTG). Os ensaios térmicos foram conduzidos sob atmosfera inerte de nitrogênio (N₂) a uma vazão de 50 mL/min, com razão de aquecimento de $25^\circ\text{C}/\text{min}$, partindo da temperatura ambiente até 800°C . Os dados obtidos foram processados para identificação das faixas de degradação dos biopolímeros e determinação do rendimento em resíduo carbonoso (biochar).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise centesimal da biomassa in natura de tucumã revelou teores de 20,05% de lipídeos e 5,91% de proteínas. O elevado teor de frações orgânicas volatilizáveis e a presença de macromoléculas heterogêneas influenciam diretamente as etapas operacionais de carbonização. A extração prévia ou a pirólise direta dessas frações orgânicas podem induzir a formação de meso e microporos adicionais na matriz carbonosa, característica essencial para maximizar a capacitância de dupla camada eletrostática (EDLC) em supercapacitores.

A Figura 1 apresenta o difratograma de Raios-X (DRX) obtido para a biomassa. Observa-se um halo amorfo proeminente, associado à presença de lignina e hemicelulose, sobreposto por picos de difração bem definidos localizados em $2\theta \approx 16^\circ$ (atribuídos ao recobrimento dos planos 110 e $1\bar{1}0$) e $2\theta = 20,94^\circ$ (correspondente ao plano 200). Esse padrão cristalino é característico da Celulose Tipo I. A preservação do arranjo celulósico ordenado favorece o direcionamento estrutural durante o tratamento térmico, permitindo a formação de redes grafíticas ordenadas em microescala após processos de ativação e carbonização.

Figura 1: Difratoograma de Raios-X (DRX) da biomassa de tucumã (*Astrocaryum tucuma*).



Fonte: Autores (2026)

O perfil de decomposição térmica obtido por TGA/DTG (Tabela 1) demonstrou três estágios operacionais nítidos de perda de massa sob atmosfera inerte. O primeiro estágio (< 120 °C) apresentou perda de aproximadamente 15%, referente ao desprendimento de umidade absorvida e compostos voláteis de baixo peso molecular. O segundo estágio, situado entre 200 °C e 400 °C, concentrou a maior taxa de degradação da biomassa, com um ombro proeminente em torno de 300 °C relativo à despolimerização da hemicelulose e um pico máximo de decomposição a 370 °C atribuído ao rompimento das cadeias de celulose.

Tabela 1: Estágios de decomposição térmica (TGA/DTG) e rendimento do resíduo para a biomassa de tucumã.

Estágio Térmico	Faixa de Temperatura (°C)	Evento Principal	Mecanismo / Componente
1º Estágio	25 – 120	Perda de massa (~15%)	Evaporação de água e voláteis levemente ligados
2º Estágio	200 – 400	Degradação ativa (Pico a 370 °C)	Descomposição de hemicelulose (300 °C) e celulose (370 °C)
3º Estágio	> 400	Degradação passiva lenta	Decomposição lenta da lignina e devolatilização avançada
Resíduo (800 °C)	800	Rendimento de Biochar (14,8%)	Estrutura carbonosa fixa e frações inorgânicas (cinzas)

Acima de 400 °C, ocorre o terceiro estágio, caracterizado pela lenta degradação da lignina e pela reestruturação aromática do material. A 800 °C, a biomassa manteve um rendimento de resíduo carbonoso (biochar) de 14,8%. Esse valor de rendimento, somado à estabilidade térmica observada após 500 °C, válida a eficiência do tucumã para conversão via pirólise. A fração fixa obtida serve de precursor ideal para processos subsequentes de ativação (ex.: com KOH ou H₃PO₄), visando a geração de superfícies altamente porosas com elevada condutividade e capacidade de transporte iônico para aplicação em supercapacitores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização da biomassa de tucumã comprovou sua viabilidade técnica para a síntese de materiais de carbono aplicáveis no armazenamento de energia. A presença de Celulose Tipo I devidamente identificada por DRX e a estabilidade térmica observada via TGA/DTG — com rendimento de biochar de 14,8% a 800 °C — confirmam a presença de uma matriz estável para conversão termoquímica. O processamento dessa biomassa biomaterial surge como uma alternativa promissora e ecologicamente sustentável para a fabricação de eletrodos de supercapacitores de baixo custo, agregando valor aos resíduos da região amazônica.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CANOBBI, A. et al. **Biomass-derived porous carbon materials for supercapacitor applications: A review**. Journal of Energy Storage, v. 45, p. 103766, 2022.

HALL, M. P. et al. **Thermal degradation kinetics and structural characterization of Amazonian biomass residues**. Bioresource Technology, v. 310, p. 123411, 2020.

MARINHO, B. A. et al. **Valorization of Amazonian fruit residues into activated carbon for electrochemical energy storage**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 152, p. 111680, 2021.

CONCENTRAÇÃO ESPACIAL E REORGANIZAÇÃO TERRITORIAL DA PRODUÇÃO DE TILÁPIA NO BRASIL ENTRE 2013 E 2024

Juan Sebastian Alvarez Reza¹.

¹Universidad de Nariño (UDENAR), Pasto, Nariño, Colômbia. ORCID:

<https://orcid.org/0009-0000-4195-6453>

PALAVRAS-CHAVE: Aquicultura. Concentração territorial. Piscicultura.

ÁREA TEMÁTICA: Tecnologia e Produção

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/4

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de tilápia cresceu em um território marcado por forte heterogeneidade entre sistemas produtivos e polos regionais. Em termos espaciais, o aumento do volume nacional pode resultar tanto da entrada de novos municípios na atividade quanto da ampliação da escala em áreas já consolidadas. Distinguir esses movimentos é necessário porque eles produzem configurações distintas de oferta, demanda por insumos, processamento e logística. A Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), permite examinar essa dinâmica em escala municipal por meio de uma série anual comparável desde 2013 (IBGE, 2026).

A literatura mostra que a tilapicultura não se distribui de maneira uniforme no País. Pedroza Filho et al. (2020) identificaram diferenças produtivas e estruturais entre polos das regiões Sul, Sudeste e Nordeste, inclusive na articulação com unidades de beneficiamento. Mativi, Farias e Fonseca (2024), ao mapear a produção entre 2013 e 2022, também observaram desigualdade territorial e associação entre áreas produtoras e infraestrutura de processamento. Esses trabalhos, porém, não esgotam uma questão distinta: se a expansão recente aumentou a dependência de poucos municípios ou, ao contrário, ampliou a distribuição da produção enquanto deslocava os polos de maior peso. Para responder a essa questão é necessário separar concentração municipal, mudança regional e renovação da liderança produtiva.

OBJETIVO

Analisar a concentração espacial e a reorientação territorial da produção de tilápia no Brasil entre 2013 e 2024, distinguindo a ampliação da base municipal produtora, a evolução da concentração entre os maiores produtores, a redistribuição entre Grandes Regiões e a renovação dos principais polos municipais.

METODOLOGIA

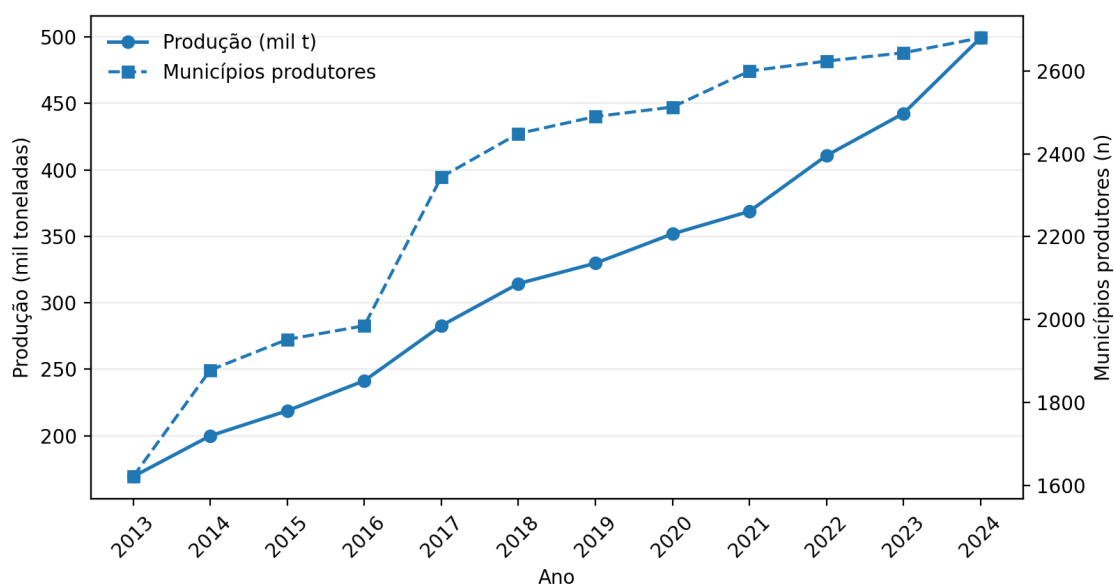
Realizou-se estudo quantitativo, de natureza aplicada, com objetivos descritivos e analíticos e procedimento documental. Foram utilizados dados da tabela 3940 da PPM/IBGE, extraídos do SIDRA para a variável “Produção da aquicultura”, categoria “Tilápia”, em quilogramas, no nível municipal e para todos os anos de 2013 a 2024. A consulta retornou 49.092 registros, correspondentes a 4.091 localidades municipais listadas pelo sistema em 12 períodos. Registros não numéricos (“-” e “...”) não foram considerados produção positiva; os indicadores de produção e concentração foram calculados sobre os registros municipais com valor numérico maior que zero.

Para cada ano foram calculados o volume produzido, o número de municípios com produção positiva e a participação de cada município no total municipal informado. As razões CR5, CR10 e CR20 correspondem à soma das participações dos cinco, dez e vinte maiores municípios. O índice de Herfindahl-Hirschman foi obtido por $HHI = \sum s_i^2$, em que s_i representa a participação do município i no total anual, em proporção. Valores menores indicam distribuição mais dispersa e valores maiores, maior concentração. Também foram calculadas as participações das cinco Grandes Regiões e as variações, em pontos percentuais, das quotas municipais entre 2013 e 2024. Por utilizar exclusivamente dados agregados de domínio público, o estudo não envolveu experimentação animal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A trajetória da série revela que a expansão ocorreu simultaneamente pela entrada de novos municípios e pelo aumento da escala média nos territórios ativos (Figura 1). Entre os anos extremos, a produção média por município produtor passou de 104,4 para 186,3 t, crescimento de 78,4%, enquanto a mediana recuou ligeiramente de 8,5 para 8,0 t. A divergência entre média e mediana indica uma estrutura bastante assimétrica: a ampliação da base territorial não homogeneizou a escala produtiva, pois parte relevante do crescimento adicional foi absorvida por municípios que operam muito acima do produtor municipal típico. Assim, a expansão geográfica deve ser interpretada como difusão da atividade, e não como equalização do peso produtivo entre localidades.

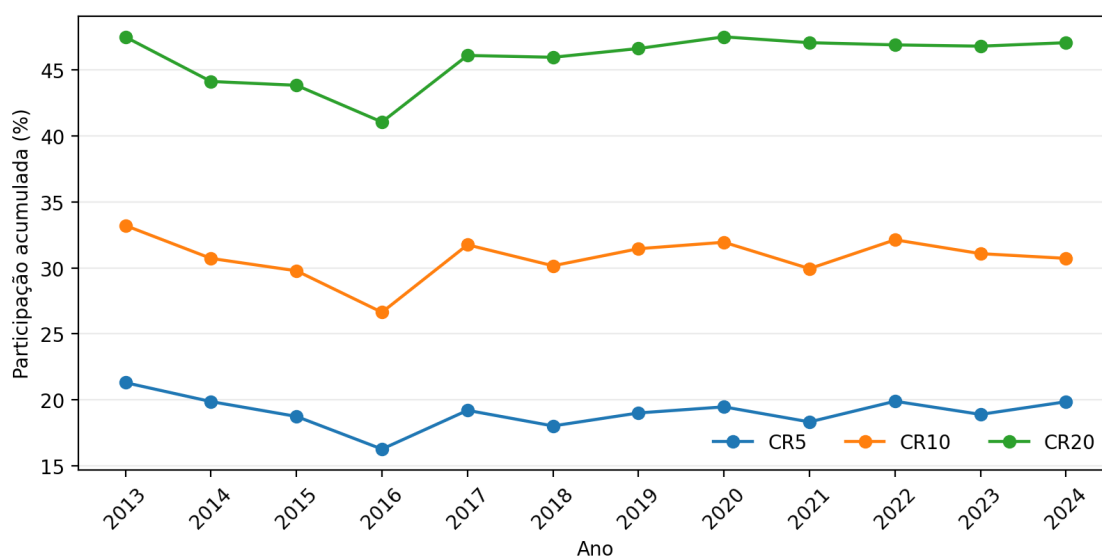
Figura 1: Produção de tilápia e número de municípios produtores no Brasil, 2013–2024.



Fonte: elaboração própria com dados da PPM/IBGE, tabela SIDRA 3940.

A concentração municipal apresentou redução relativa no horizonte completo, mas não seguiu uma trajetória linear. O HHI caiu de 0,01818 em 2013 para 0,01555 em 2024 e atingiu seu mínimo em 2016 (0,01156), antes de uma reconcentração parcial. Esse comportamento, lido em conjunto com as razões CR (Figura 2), sugere que a estrutura se tornou menos dependente dos líderes imediatos sem perder um estrato persistente de grandes polos. A estabilidade aproximada da participação acumulada dos vinte maiores, contrastando com a redução entre os cinco e dez primeiros, aponta mais para redistribuição interna da liderança do que para desaparecimento da hierarquia produtiva.

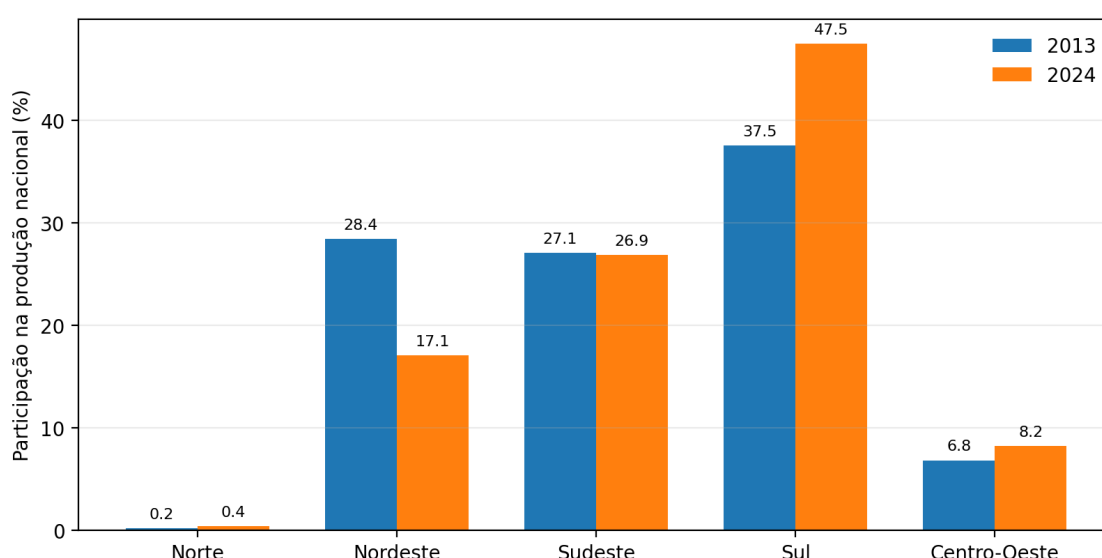
Figura 2: Razões de concentração municipal CR5, CR10 e CR20 da produção de tilápia, 2013–2024.



Fonte: elaboração própria com dados da PPM/IBGE, tabela SIDRA 3940.

A mudança macrorregional não pode ser explicada apenas pelo número de municípios que passaram a produzir. O Nordeste incorporou 394 municípios com produção positiva entre 2013 e 2024, o maior acréscimo entre as regiões, mas a escala média municipal caiu de 164,7 para 124,1 t. No Sul ocorreu o movimento oposto: foram incorporados 205 municípios e a produção média por município ativo aumentou de 85,0 para 249,0 t. Como resultado, o Sul respondeu por 52,6% de todo o incremento absoluto nacional do período, e o Paraná, isoladamente, por 44,2%. Portanto, a reorientação mostrada na Figura 3 decorreu menos de uma simples difusão de produtores e mais de diferenças na intensidade de crescimento dos polos regionais.

Figura 3: Participação das Grandes Regiões na produção municipal de tilápia em 2013 e 2024.



Fonte: elaboração própria com dados da PPM/IBGE, tabela SIDRA 3940.

A renovação do ranking reforça essa interpretação. Apenas Assis Chateaubriand (PR) e Toledo (PR) permaneceram simultaneamente entre os dez maiores municípios nos dois extremos da série; entre os vinte maiores, somente nove se repetiram. Jaguaribara (CE), líder em 2013, perdeu protagonismo, enquanto Morada Nova de Minas (MG) assumiu a primeira posição em 2024 e municípios paranaenses passaram a ocupar seis das dez maiores posições. Trata-se, portanto, de uma reorganização do núcleo produtivo, e não apenas de crescimento dos mesmos polos em proporções semelhantes. Esse padrão é compatível com a heterogeneidade estrutural descrita por Pedroza Filho et al. (2020): no Oeste do Paraná, a produção apresenta forte integração com frigoríficos, ao passo que outros polos mostram articulação mais limitada com o beneficiamento. Os dados municipais utilizados aqui não permitem atribuir causalidade à infraestrutura industrial, mas a coincidência entre maior intensidade de crescimento e áreas com cadeias mais integradas constitui uma hipótese consistente para estudos explicativos. Mativi, Farias e Fonseca (2024) também destacaram que a proximidade — ou ausência — de estruturas de

processamento pode condicionar oportunidades de expansão, reforçando a necessidade de analisar produção e território de forma conjunta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre 2013 e 2024, a tilapicultura brasileira combinou três movimentos que não devem ser confundidos. Houve difusão territorial, expressa pela ampliação do conjunto de municípios produtores; desconcentração relativa no nível municipal, indicada pela redução do HHI e pela menor dependência dos primeiros colocados; e, ao mesmo tempo, deslocamento do núcleo de crescimento para o Sul, com forte protagonismo do Paraná. A principal mudança, portanto, não foi uma simples concentração ou desconcentração da atividade, mas a substituição parcial dos polos dominantes dentro de uma rede produtiva mais extensa e ainda fortemente hierarquizada. Essa distinção é relevante para o planejamento da cadeia, porque políticas de infraestrutura, processamento e logística devem considerar não apenas onde existe produção, mas onde o crescimento em escala está efetivamente se acumulando.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal: produção da aquicultura por tipo de produto – Tabela 3940**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>. Acesso em: 21 jul. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM: sobre a pesquisa e principais resultados 2024**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-agricola-municipal.html>. Acesso em: 21 jul. 2026.

MATIVI, R. V.; FARIAS, A. R.; FONSECA, M. F. **Dinâmica espacial da produção de tilápia e estruturas de processamento de pescado no Brasil**. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2024, Campinas. Anais [...]. Campinas: Instituto Agrônomo (IAC), 2024. 12 p.

PEDROZA FILHO, M. X.; RIBEIRO, V. S.; ROCHA, H. S.; UMMUS, M. E.; VALE, T. M. do. **Caracterização da cadeia produtiva da tilápia nos principais polos de produção do Brasil**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2020. 49 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 26).

EXPANSÃO E CONCENTRAÇÃO TERRITORIAL DA CARCINICULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO ENTRE 2013 E 2024

Juan Sebastian Alvarez Reza¹.

¹Universidad de Nariño (UDENAR), Pasto, Nariño, Colômbia. ORCID:

<https://orcid.org/0009-0000-4195-6453>

PALAVRAS-CHAVE: Carcinicultura. Concentração espacial. Produção aquícola.

ÁREA TEMÁTICA: Tecnologia e Produção

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/5

INTRODUÇÃO

A carcinicultura marinha consolidou-se no Nordeste a partir de uma combinação de condições ambientais favoráveis, especialização técnica e formação de arranjos produtivos vinculados ao fornecimento de insumos, processamento e comercialização. Essa trajetória, entretanto, não produziu uma distribuição homogênea da atividade. Ceará e Rio Grande do Norte mantiveram posição dominante por décadas, com diferenças entre sistemas produtivos, escalas de operação e eficiência técnica (TAHIM; ARAÚJO JUNIOR, 2014; MONTEIRO et al., 2019). Por isso, avaliar apenas o crescimento agregado pode ocultar mudanças relevantes na organização espacial da cadeia.

A série municipal da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), iniciada para a aquíicultura em 2013, permite observar simultaneamente três processos: a resposta da atividade a períodos de retração, a recomposição da hierarquia entre estados e a entrada de novos municípios produtores. Essa abordagem é especialmente pertinente porque a crise sanitária associada ao Vírus da Síndrome da Mancha Branca reduziu fortemente a produção nordestina em 2016 e 2017, alterando temporariamente a liderança entre Ceará e Rio Grande do Norte (IBGE, 2017; IBGE, 2018). A recuperação posterior oferece, portanto, um intervalo adequado para verificar se o crescimento recompôs a estrutura anterior ou produziu uma geografia distinta.

OBJETIVO

Analisar a reconfiguração territorial da produção aquícola de camarão no Nordeste brasileiro entre 2013 e 2024, distinguindo crescimento agregado, concentração entre estados, difusão municipal e renovação dos principais polos produtores.

METODOLOGIA

Realizou-se estudo quantitativo, aplicado, descritivo e documental com dados secundários da Pesquisa da Pecuária Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Tabela 3940 do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Utilizou-se a variável “Produção da aquicultura”, categoria “Camarão”, para Brasil, Unidades da Federação e municípios, entre 2013 e 2024. A análise regional incluiu Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Na base municipal, o símbolo “-” foi tratado como ausência de produção registrada; valores indisponíveis foram mantidos como ausentes. As agregações municipais foram confrontadas com os totais estaduais para controle de consistência.

A variação temporal foi estimada pela mudança acumulada e pela taxa geométrica de crescimento anual. A estrutura estadual foi examinada mediante razão de concentração dos dois maiores produtores (CR2) e índice de Herfindahl-Hirschman ($HHI = \sum s_i^2$). Na escala municipal foram calculados HHI, participação dos dez maiores municípios (CR10), número de municípios com produção positiva e permanência entre os principais polos. A Malha Municipal Digital 2024 do IBGE, em SIRGAS 2000, foi vinculada aos registros da PPM pelo código municipal de sete dígitos. Os indicadores foram usados para caracterizar a organização espacial da atividade, sem atribuir causalidade a fatores sanitários, tecnológicos, ambientais ou de infraestrutura não mensurados na base.

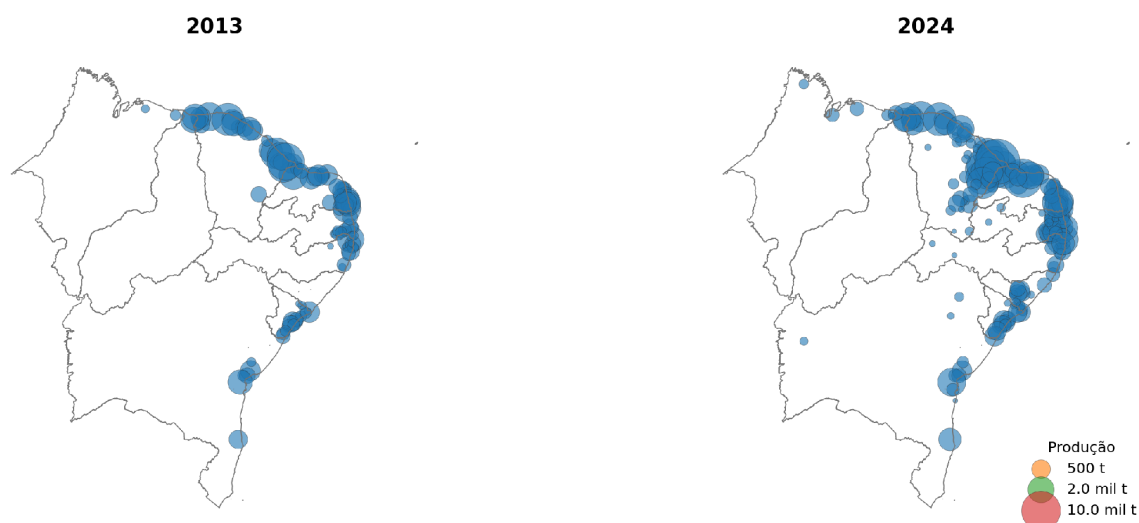
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A série apresenta duas fases distintas. A primeira culmina na retração de 2016–2017, período em que o IBGE associou a queda da carcinicultura nordestina à ocorrência do Vírus da Síndrome da Mancha Branca. Em 2017, a redução atingiu de modo particularmente intenso o Ceará e permitiu que o Rio Grande do Norte assumisse temporariamente a liderança nacional (IBGE, 2018). A segunda fase corresponde à recuperação e posterior aceleração da atividade. O ponto relevante é que essa retomada não significou simples retorno ao arranjo anterior: a produção cresceu sobre uma rede municipal mais extensa e com mudanças na composição dos polos de maior escala.

Na escala estadual, a trajetória sugere resiliência da estrutura concentrada, mas não estabilidade interna. O Ceará respondeu por aproximadamente 61% do acréscimo líquido de produção nordestina entre 2013 e 2024 e recuperou uma posição ainda mais dominante após o choque sanitário. O Rio Grande do Norte ampliou o volume absoluto, porém perdeu participação relativa, enquanto a Paraíba respondeu por quase 10% do crescimento líquido regional e consolidou-se como terceiro polo estadual. Portanto, a permanência de um CR2 elevado não deve ser interpretada como ausência de mudança: o indicador capta a concentração no topo, mas não revela sozinho a redistribuição ocorrida entre os estados secundários nem a intensidade desigual da recuperação.

Figura 1: Distribuição espacial e intensidade municipal da carcinicultura no Nordeste em 2013 e 2024.

Distribuição municipal da produção de camarão no Nordeste brasileiro



Fonte: elaboração própria com dados da PPM/IBGE, Tabela SIDRA 3940, e Malha Municipal Digital 2024.

A escala municipal revela um processo diferente daquele observado entre estados. Houve aumento do número de localidades produtoras e redução relativa da concentração até 2020, seguido por reconcentração parcial nos anos finais. Esse movimento indica que a difusão territorial não eliminou as vantagens acumuladas pelos polos de maior escala. Em 2024, 86 municípios que não registravam produção em 2013 estavam ativos e respondiam conjuntamente por cerca de 22% do volume nordestino. A maior parte da produção, contudo, continuava associada a municípios já presentes no início da série. A expansão, portanto, combinou entrada de novos territórios com intensificação de uma base produtiva preexistente.

A renovação do grupo líder reforça essa interpretação. Apenas cinco municípios permaneceram simultaneamente entre os dez maiores produtores de 2013 e 2024, evidenciando mobilidade dentro de uma estrutura regional ainda concentrada. Aracati, Jaguaruana, Acaraú, Fortim e Goiana conservaram posição de destaque, enquanto municípios como Pendências, Russas, São João do Jaguaribe, Limoeiro do Norte e Alto Santo ganharam espaço. A mudança não corresponde a uma migração ampla da carcinicultura para fora dos seus núcleos históricos; trata-se, sobretudo, de uma reorganização dentro de corredores produtivos já especializados. Essa persistência é compatível com a literatura que relaciona a competitividade do setor à aglomeração de conhecimento, fornecedores, infraestrutura e capacidade de adoção tecnológica nos principais arranjos produtivos do Nordeste (TAHIM; ARAÚJO JUNIOR, 2014; MONTEIRO et al., 2019).

Tabela 1: Evolução dos indicadores de estrutura territorial da carcinicultura nordestina.

Ano	Nordeste/Brasil (%)	CR2 estadual (%)	HHI estadual	Municípios ativos	CR10 municipal (%)
2013	99,38	79,24	0,358	96	54,72
2017	98,83	67,22	0,249	133	46,24
2020	99,61	69,93	0,262	174	40,87
2024	99,75	78,80	0,382	174	51,14

Fonte: elaboração própria com dados da PPM/IBGE, Tabela SIDRA 3940. CR2 e HHI estaduais calculados sobre o total do Nordeste.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre 2013 e 2024, a carcinicultura nordestina passou por um ciclo de choque, recuperação e novo crescimento sem romper sua forte especialização regional. A análise multiescalar mostra, porém, que “concentração” assume sentidos distintos conforme a unidade territorial considerada. Entre estados, a liderança permaneceu fortemente polarizada e o Ceará ampliou sua capacidade de comandar a retomada. Entre municípios, ocorreu difusão da atividade, renovação parcial do grupo de maiores produtores e posterior reconcentração. O resultado mais relevante é, portanto, a coexistência entre persistência estrutural e mobilidade interna: novos municípios passaram a participar da cadeia, mas a maior parte do crescimento continuou vinculada a territórios já inseridos em redes produtivas consolidadas. Esse padrão sugere que estudos futuros devem testar, com variáveis específicas, em que medida infraestrutura, biossegurança, escala de cultivo, acesso a insumos e organização dos arranjos produtivos explicam as diferenças observadas na capacidade de recuperação e expansão territorial.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 16 jul. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pecuária Municipal 2016: Centro-Oeste concentra 34,4% do rebanho bovino do país. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16992-pecuaria-municipal-2016-centro-oeste-concentra-34-4-do-rebanho-bovino-do-pais>. Acesso em: 15 jul. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PPM 2017: rebanho bovino predomina no Centro-Oeste e Mato Grosso lidera entre os estados. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/22648-ppm-2017-rebanho-bovino>

predomina-no-centro-oeste-e-mato-grosso-lidera-entre-os-estados. Acesso em: 15 jul. 2026.

MONTEIRO, Jonathas Viana; NORÕES, Alana Kedylla Monteiro; ARAÚJO, Rogério César Pereira de; ARAÚJO, Jair Andrade; SILVA, Felipe Pinto da. Metafronteira de produção e eficiência técnica da carcinicultura nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 57, n. 4, p. 530-544, 2019. DOI: 10.1590/1806-9479.2019.179534.

TAHIM, Elda Fontinele; ARAÚJO JUNIOR, Inácio Fernandes de. A carcinicultura do Nordeste brasileiro e sua inserção em cadeias globais de produção: foco nos APLs do Ceará. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 52, n. 3, p. 567-586, 2014. DOI: 10.1590/S0103-20032014000300009.

AS JANELAS DE DOSE DAS APLICAÇÕES AGROPECUÁRIAS DA RADIAÇÃO IONIZANTE EM UM ÚNICO EIXO

Luis Felipe Medeiro Alves¹; Greissi Tente Giraldi²; Valter Arthur³.

¹Universidade de São Paulo (USP/IPEN) e Centro Universitário Internacional (Uninter), São Paulo, SP.

<http://lattes.cnpq.br/8154557253212194>

²Centro Universitário Internacional (Uninter), Curitiba, PR.

<http://lattes.cnpq.br/5917356069351284>

³Universidade de São Paulo (USP/CENA), Piracicaba, SP.

<http://lattes.cnpq.br/4352244824716787>

PALAVRAS-CHAVE: Hormese. Radiossensibilidade. Tratamento quarentenário.

ÁREA TEMÁTICA: Tecnologia e Produção

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/15

INTRODUÇÃO

A radiação ionizante entra na cadeia agropecuária por finalidades que, à primeira vista, não têm em comum mais que o agente físico. A mesma fonte de cobalto-60 que estimula o desenvolvimento inicial de sementes serve para esterilizar machos de moscas-das-frutas, para desinfestar frutas destinadas à exportação e para reduzir a carga microbiana de carnes. Cada finalidade tem literatura própria, terminologia própria e faixas de dose próprias, e é raro que um trabalho trate de mais de uma.

As normas que regem a prática definem a janela de dose sem fixar números. A Resolução RDC 21/2001 determina que a dose mínima absorvida seja suficiente para alcançar a finalidade pretendida e que a máxima seja inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais ou os atributos sensoriais do alimento (LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO, 2020). O Codex Alimentarius (2003) emprega a mesma construção e acrescenta o teto geral de 10 kGy, que pode ser excedido quando necessário a uma finalidade tecnológica legítima. As duas transferem ao usuário a determinação dos limites, e a literatura aplicada os informa uma finalidade por vez, de modo que não há onde verificar se as janelas se ordenam nem o que fixaria essa ordem.

OBJETIVO

Reunir em um único eixo de dose as janelas relatadas para as principais finalidades agropecuárias da radiação ionizante e verificar se a ordem em que se dispõem corresponde à radiosensibilidade do organismo ou do tecido que cada finalidade precisa atingir.

METODOLOGIA

O estudo tem abordagem quali-quantitativa, natureza básica, objetivos exploratório e descritivo e, quanto aos procedimentos técnicos, caracteriza-se como pesquisa bibliográfica. Foram consultadas revisões de referência e normas técnicas de cada finalidade reunida no Quadro 1. De cada fonte registraram-se a janela de dose tal como a fonte a enuncia, o alvo biológico que a dose precisa atingir e a referência.

As janelas foram convertidas para gray quando a fonte reportava quilogray, sem recálculo de limites, e ordenadas pelo limite inferior. Limites abertos são impressos como tais no Quadro 1 e, nas contagens agregadas, valem pelo numeral enunciado, o que afeta apenas a janela da esterilização de artrópodes. A comparação foi feita contra as faixas de dose letal mediana por grupo taxonômico compiladas por Bakri, Mehta e Lance (2005). Duas exclusões foram deliberadas: uma finalidade à qual a fonte brasileira atribui a mesma faixa de outra, e a mutagênese vegetal para cultivares, que tem literatura própria. Os dados compilados estão disponíveis com os autores mediante solicitação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

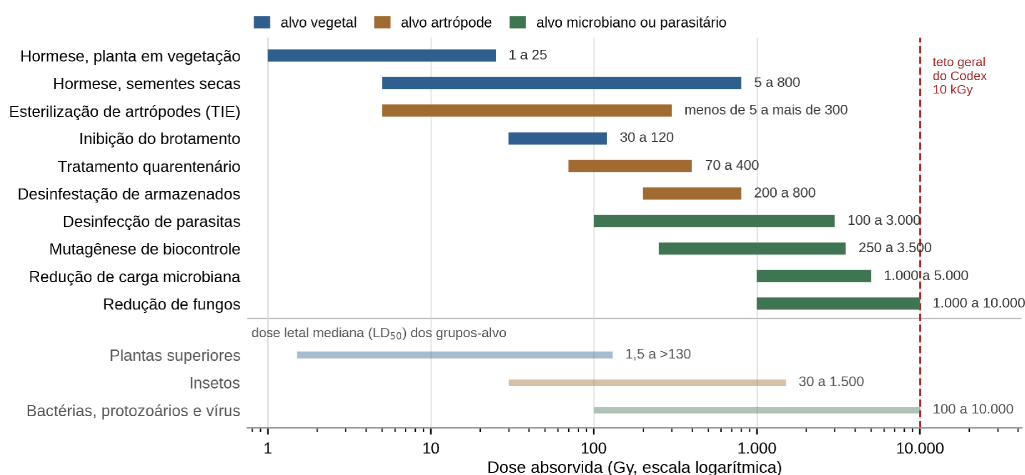
O levantamento reuniu 10 janelas de dose, que vão de 1 Gy, na hormese de plantas em vegetação, a 10.000 Gy, na redução de fungos em grãos, café e farinhas, uma amplitude de 4 ordens de grandeza (Quadro 1).

Quadro 1: Janelas de dose das finalidades agropecuárias da radiação ionizante, com o alvo biológico de cada uma

Finalidade	Janela de dose	Alvo que a dose precisa atingir	Fonte
Hormese, planta em vegetação e <i>in vitro</i>	1 a 25 Gy	Tecido em divisão, por sinalização redox e hormonal	VOLKOVA; BONDARENKO; KAZAKOVA (2022)
Hormese, sementes secas	5 a 800 Gy	Embrião quiescente, menos radiosensível que o tecido em divisão	VOLKOVA; BONDARENKO; KAZAKOVA (2022)
Esterilização de artrópodes (TIE)	menos de 5 a mais de 300 Gy	Células germinativas do adulto a ser liberado	BAKRI; MEHTA; LANCE (2005)
Inibição do brotamento	30 a 120 Gy	Meristema apical da gema em repouso	LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO (2020)
Tratamento quarentenário	70 a 400 Gy	Ovos e larvas da praga regulada	HALLMAN; BLACKBURN (2016)
Desinfestação de armazenados	200 a 800 Gy	Insetos adultos e imaturos no produto	LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO (2020)
Desinfecção de parasitas	100 a 3.000 Gy	Helmintos e protozoários encistados	LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO (2020)
Mutagênese de biocontrole	250 a 3.500 Gy	Genoma microbiano, mantida a viabilidade	ROSTAMI; GHORBANI; SHAHBASI (2024)
Redução de carga microbiana	1.000 a 5.000 Gy	População bacteriana vegetativa	LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO (2020)
Redução de fungos	1.000 a 10.000 Gy	Esporos e micélio fúngico	LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO (2020)

Fonte: Elaborado pelos autores a partir das fontes indicadas (2026).

Figura 1: As mesmas 10 janelas em escala logarítmica de dose, com as faixas de dose letal mediana dos grupos-alvo para comparação



Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

As janelas se ordenam pelo alvo. Tomados os limites como cada fonte os enuncia, a média dos centros geométricos das janelas de alvo vegetal é de 42,7 Gy, a das janelas de alvo artrópode é de 202,0 Gy e a das janelas de alvo microbiano ou parasitário é de 1.720,4 Gy. A mesma ordem aparece nas faixas de dose letal mediana compiladas por Bakri, Mehta e Lance (2005): 1,5 a mais de 130 Gy para plantas superiores, 30 a 1.500 Gy para insetos e 100 a 10.000 Gy para bactérias, protozoários e vírus. A dose exigida cresce na mesma ordem em que cresce a resistência do grupo-alvo nessa compilação.

O estado do alvo desloca a janela dentro de um mesmo grupo. Em plantas, a resposta hormética ocorre entre 1 e 25 Gy quando a irradiação incide sobre a planta em vegetação e entre 5 e 800 Gy quando incide sobre sementes secas, um fator de 32 no limite superior, porque a semente quiescente é menos radiossensível que o tecido em divisão (VOLKOVA; BONDARENKO; KAZAKOVA, 2022). Em tabaco, doses de 2,5 a 20 Gy aplicadas a sementes produziram hormese dependente da variedade (ALVES et al., 2027).

No tratamento quarentenário os dois limites têm origens distintas. A dose mínima é fixada pela praga regulada: o valor genérico de 400 Gy para Insecta, exceto pupas e adultos de Lepidoptera, está aprovado para todo produto exportado aos Estados Unidos, e abaixo dele há propostas para grupos específicos, como 70 Gy para o gênero *Anastrepha* (HALLMAN, 2013) e uma de 250 Gy para ovos e larvas de Lepidoptera que a Convenção Internacional de Proteção dos Vegetais recusou por falta de dados (HALLMAN et al., 2013). O teto vem da tolerância da mercadoria, e produtos são comercializados após receber doses que excedem consideravelmente o mínimo exigido (HALLMAN; BLACKBURN, 2016).

A ordem existe, mas não separa as finalidades: 26 dos 45 pares de janelas se sobrepõem, de modo que uma dose isolada não identifica a finalidade a que serve. A dose letal mediana, além disso, mede letalidade, e três das finalidades reunidas não pretendem matar o alvo: a hormese sinaliza, a esterilização preserva o adulto liberado e a mutagênese, a viabilidade da linhagem. A comparação situa as janelas na escala de radiossensibilidade do alvo, sem estabelecer que cada finalidade corresponda a uma fração fixa da dose letal. A faixa de LD50 citada tampouco cobre helmintos, e o limite que ela dá a plantas superiores é aberto, acima de 130 Gy, o que importa porque a hormese em sementes vai a 800 Gy: aquele LD50 foi medido em plantas, e a semente quiescente resiste muito mais. Taxa de dose, tensão de oxigênio e temperatura também deslocam as janelas.

A consequência prática aparece quando duas finalidades entram no mesmo protocolo: a mutagênese de agentes de biocontrole ocupa de 250 a 3.500 Gy (ROSTAMI; GHORBANI; SHAHBAZI, 2024) e a hormese em sementes secas termina em 800 Gy, de modo que as duas janelas se cruzam entre 250 e 800 Gy. Nenhuma das fontes reunidas mostra que os dois ótimos caiam nessa faixa, o que um protocolo integrado precisaria demonstrar antes de tratar semente e inoculante com uma única exposição (Figura 1).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As finalidades agropecuárias da radiação ionizante ocupam janelas de dose ordenadas pelo alvo biológico, e a ordem reproduz a escala de radiosensibilidade dos grupos-alvo: quanto mais simples o organismo a ser atingido, maior a dose exigida. Este levantamento acrescenta a comparação entre finalidades no mesmo eixo, com o alvo de cada uma explicitado. Não fornece a janela para protocolos que tratem mais de um alvo na mesma operação, e a sobreposição parcial das janelas torna essa lacuna verificável.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- ALVES, L. F. M. et al. Physiological hormesis induced by low-dose gamma radiation in *Nicotiana tabacum* L.: varietal differences in early stress response. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 250, 114279, 2027. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2026.114279.
- BAKRI, A.; MEHTA, K.; LANCE, D. R. Sterilizing insects with ionizing radiation. In: DYCK, V. A.; HENDRICH, J.; ROBINSON, A. S. (org.). *Sterile insect technique: principles and practice in area-wide integrated pest management*. Dordrecht: Springer, 2005. p. 233-268. DOI: 10.1007/1-4020-4051-2_9.
- CODEX ALIMENTARIUS. General standard for irradiated foods: CODEX STAN 106-1983, Rev. 1-2003. Roma: FAO/OMS, 2003.
- HALLMAN, G. J. Rationale for a generic phytosanitary irradiation dose of 70 Gy for the genus *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). *Florida Entomologist*, v. 96, n. 3, p. 989-990, 2013. DOI: 10.1653/024.096.0336.
- HALLMAN, G. J.; BLACKBURN, C. M. Phytosanitary irradiation. *Foods*, v. 5, n. 1, 8, 2016. DOI: 10.3390/foods5010008.
- HALLMAN, G. J. et al. The case for a generic phytosanitary irradiation dose of 250 Gy for *Lepidoptera* eggs and larvae. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 89, p. 70-75, 2013. DOI: 10.1016/j.radphyschem.2013.03.046.
- LEVY, D.; SORDI, G. M. A. A.; VILLAVICENCIO, A. L. C. H. Irradiação de alimentos no Brasil: revisão histórica, situação atual e desafios futuros. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, v. 8, n. 3, p. 01-16, 2020. DOI: 10.15392/bjrs.v8i3.1241.
- ROSTAMI, M.; GHORBANI, A.; SHAHBAZI, S. Gamma radiation-induced enhancement of biocontrol agents for plant disease management. *Current Research in Microbial Sciences*, v. 7, 100308, 2024. DOI: 10.1016/j.crmicr.2024.100308.
- VOLKOVA, P. Yu.; BONDARENKO, E. V.; KAZAKOVA, E. A. Radiation hormesis in plants. *Current Opinion in Toxicology*, v. 30, 100334, 2022. DOI: 10.1016/j.cotox.2022.02.007.

PREDIÇÃO DA PRODUÇÃO DE ETANOL EM MILHO VIA FUSÃO DE DADOS ESPECTRAIS NIR E FÍSICO-QUÍMICOS

Maria Lúcia Ferreira Simeone^{1*}; Maria Cristina Dias Paes²; Paulo Evaristo de Oliveira Guimarães³; Cristiane de Carvalho Guimarães⁴; Lauro José Moreira Guimarães⁵; Roberto dos Santos Trindade⁶.

¹Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, <http://lattes.cnpq.br/3365739098963519>

²Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, <http://lattes.cnpq.br/9287991917094339>

³Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, <http://lattes.cnpq.br/5658791387526684>

⁴Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, <http://lattes.cnpq.br/9862614215080679>

⁵Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, <http://lattes.cnpq.br/3900005624888128>

⁶Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas – MG, <http://lattes.cnpq.br/6034333526540637>

PALAVRAS-CHAVE: NIR. Quimiometria. Bioenergia.

ÁREA TEMÁTICA: Tecnologia e produção

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/9

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por energia renovável impulsiona a busca por maior eficiência na produção de biocombustíveis a partir do milho. A conversão do grão em etanol depende do teor de amido e de sua interação com a matriz proteica, a qual afeta a sacarificação. No entanto, os métodos tradicionais de fermentação para avaliar esse rendimento são demorados, caros e destrutivos. Essa limitação dificulta a análise de grandes volumes de amostras em programas de melhoramento genético vegetal. Como solução rápida e sustentável, a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) vem ganhando grande destaque. A técnica NIR destaca-se por ser não destrutiva, econômica e capaz de monitorar a qualidade da biomassa com agilidade. Ela substitui, com vantagens, os processos analíticos convencionais de pré-tratamento e de fermentação simultânea. Dessa forma, o NIR consolida-se como uma alternativa viável para prever o potencial de bioetanol em larga escala.

A integração de dados espectrais e químicos, por meio da fusão de dados, representa um salto significativo para o setor. Ao combinar a riqueza de informações da espectroscopia com a precisão dos atributos físico-químicos, é possível maximizar o conteúdo informativo e mitigar ruídos espectrais e colinearidades redundantes.

OBJETIVO

Este estudo visa explorar essa sinergia por meio de algoritmos avançados de *machine learning*, como *Partial Least Squares* (PLS), *Support Vector Machine* (SVM) e *Random Forest* (RF), para quantificar rapidamente o rendimento de etanol no milho, superando as limitações dos métodos analíticos convencionais e fornecendo uma estrutura robusta para a fenotipagem moderna.

METODOLOGIA

Foram utilizados grãos de 36 híbridos de milho provenientes do programa de melhoramento da Embrapa. Os ensaios de campo foram conduzidos em duas repetições, durante a safra 2023–2024, em duas localidades distintas: Sete Lagoas – MG e Sinop – MT. O delineamento experimental resultou em 144 amostras. As amostras foram moídas em moinho de grãos com granulometria de 0,5 mm. Foram analisados os seguintes parâmetros: umidade: determinada gravimetricamente a 105 °C por 6 horas; amido total: utilizado o kit Megazyme (AOAC 996.11); amido extraível: determinado pelo método de Eckhoff et al., 1996; peso hectolitro (PH): conforme ISO 7971-3, padronizado para 13% de umidade; produção de etanol: o método de fermentação seguiu os protocolos de Paes et al., 2023. A análise do teor de etanol foi realizada por HPLC (Waters Alliance 2695) com coluna Aminex HPX-87H e detector de índice de refração (RID), utilizando ácido sulfúrico a 5 mmol·L⁻¹ como fase móvel. Os dados espectrais foram coletados em um espectrômetro Büchi NIRFlex N-500 em modo de refletância difusa, cobrindo a faixa de 10.000 a 4.000 cm⁻¹. O conjunto de dados foi dividido em treinamento (70%) e validação externa (30%). O pré-processamento incluiu a segunda derivada de Savitzky-Golay (SG) para redução de ruído. Na estratégia de fusão de dados de baixo nível (*low-level data fusion*), os sinais espectrais NIR e os constituintes físico-químicos foram concatenados, formando uma matriz de dados independente. Os modelos foram construídos utilizando, primeiramente, os dados espectrais NIR e os algoritmos PLS, SVM e RF. Em seguida, utilizou-se a estratégia de fusão de dados, com base no melhor resultado obtido na etapa anterior, a partir dos dados NIR. Por fim, a capacidade preditiva do modelo foi avaliada calculando-se o coeficiente de determinação (R^2) e o Erro Quadrático Médio de Validação Cruzada (RMSECV) e o Erro Quadrático Médio de Predição (RMSEP), utilizando o conjunto de validação externa independente, bem como os coeficientes de correlação entre os valores de referência e os previstos (R^2_c , R^2_{cv} e R^2_p). Valores mais baixos de RMSEP indicam maior capacidade preditiva dos modelos. Além disso, o Desvio Residual de Predição (RPD) e o Desempenho em Relação ao Intervalo Interquartil (RPIQ) foram utilizados para avaliar a consistência e a confiabilidade dos diferentes modelos preditivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os constituintes e as propriedades físico-químicas apresentaram variabilidade suficiente para a calibração de modelos de alta precisão (Tabela 1).

Tabela 1: Estatística descritiva dos constituintes do milho e rendimento de etanol

Constituintes	Média	Mínimo	Máximo	DP
Umidade (%)	10,84	9,96	12,33	0,45
Proteína (%)	9,13	7,29	10,86	0,63
Fibra Bruta (%)	1,80	0,89	2,23	0,25
Extrato Etéreo (%)	4,00	3,35	5,06	0,44
Amido (%)	73,19	61,42	89,18	5,85
Amido Extraível (%)	56,26	51,52	60,73	1,90
Peso hectolítro (kg. hL ⁻¹)	77,05	68,20	82,80	2,45
Rendimento de Etanol (L.t ⁻¹)	430,65	374,67	458,27	13,65

DP: Desvio Padrão.

A Tabela 2 apresenta as estatísticas de desempenho para a comparação entre todos os modelos, utilizando os algoritmos PLS, SVR e RF, bem como a fusão dos dados de RF.

Tabela 2: Parâmetros estatísticos para a comparação entre os modelos PLS, SVR, RF com dados de espectroscopia NIR e RF (*low data-fusion* com dados NIR e físico-químicos).

Algoritmo	R ² _c	RMSEC	R ² _{cv}	RMSECV	R ² _p	RMSEP	RPD	RPIQ
PLS	0,96	2,35	0,81	5,05	0,65	6,48	1,7	2,8
SVR	0,99	0,68	0,61	8,14	0,71	5,34	1,9	2,9
RF	0,96	2,80	0,62	7,42	0,81	4,27	3,2	4,4
RF <i>low data fusion</i> *	0,94	0,50	0,65	1,20	0,65	1,19	3,0	3,4

Partial Least Squares (PLS) com 5 variáveis latentes; SVR: kernel RBF, $c = 0,0006662$, utilizando dados NIR pré-processados pela segunda derivada de Savitzky-Golay (SG); Random Forest (RF), com 500 árvores. Erro quadrático médio de calibração (RMSEC); Erro quadrático médio de validação cruzada (RMSECV); Erro quadrático médio de predição (RMSEP), Desvio Residual de Predição (RPD); Desempenho em Relação ao Intervalo Interquartil (RPIQ).

* Pré-processamento Standard Normal Variate (SNV).

A análise comparativa dos resultados mostra que o modelo RF (fusão de dados) apresentou R² mais elevado (0,94) e RMSEP mais baixo (1,19) do que os modelos PLS, SVR e RF. O valor de RPD foi de 3 e o de RPIQ foi de 3,4, conforme recomendado por Williams e Norris (2001), em que valores superiores a 3 e a 2 para RPD e RPIQ, respectivamente, indicam a robustez do modelo e sua capacidade preditiva quantitativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fusão de dados espectrais NIR e físico-químicos, por meio do algoritmo RF, permitiu prever com alta precisão o rendimento de etanol no milho. Essa abordagem superou os modelos que consideravam apenas os dados espectrais no NIR, reduzindo os erros de predição em cerca de 70%.

Com excelente desempenho preditivo (RMSEP de 1,19, RPD de 3 e RPIQ de 3,4), o método substitui de forma ágil os demorados ensaios de fermentação. Dessa forma, a metodologia consolida-se como a escolha ideal para orientar decisões estratégicas de alta precisão no melhoramento genético.

REFERÊNCIAS

- ECKHOFF, S. R.; SINGH, S.; ZEHR, B. E. *et al.* A 100-g laboratory corn wet-milling procedure. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, v. 73, n. 1, p. 54–57, 1996.
- WILLIAMS, P.; NORRIS, K. *Near-infrared technology: in the agricultural and food industries*. 2nd ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists (AACC), 2001.
- CARDOSO, W. S.; PAES, M. C. D.; DIAS, S. R.; CAMPOREZI, J. D.; MODOLO, M. U.; PINHEIRO, F. de A. *Metodologia científica: determinação do rendimento de produção de etanol de grãos de milho por via seca em escala laboratorial*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2020, 17 p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa pelo financiamento do projeto SEG 20.23.01.011.00.07.012.

ÁREA TEMÁTICA: OUTRAS

CALIBRAÇÃO PRELIMINAR DE MODELO PARA ESTIMATIVA DE BIOMASSA COM IMAGENS HLS E NDVI: DESAFIOS METODOLÓGICOS E PERSPECTIVAS

Regina Luiza Gouvea¹; Kleber Trabaquini²; Hamilton Justino Vieira³; Carlos Antonio Oliveira Vieira⁴.

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/9584776439397454>

²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/5680348426925268>

³Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/6339349402236978>

⁴Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/9546291359065240>

PALAVRAS-CHAVE: NDVI. Estimativa. Biomassa.

ÁREA TEMÁTICA: Geociências

INTRODUÇÃO

As pastagens constituem ecossistemas relevantes para a conservação da biodiversidade, para o armazenamento de carbono e para a dinâmica dos sistemas produtivos, sendo sua biomassa sensível às condições climáticas e ao manejo (LEI *et al.*, 2016; YANG *et al.*, 2019). Nesse contexto, a estimativa da Biomassa Acima do Solo (BAS) é importante para o monitoramento da produtividade e das condições das pastagens. O sensoriamento remoto apresenta potencial para ampliar espacialmente as estimativas obtidas em campo, possibilitando o monitoramento da variabilidade da biomassa em diferentes escalas (BANGIRA *et al.*, 2023; LI *et al.*, 2024). Entre os indicadores utilizados, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) apresenta relação com a biomassa e tem sido empregado como variável preditora em modelos de estimativa (BRETAS *et al.*, 2021). Entretanto, essa relação não é necessariamente constante, podendo variar em função das condições meteorológicas, das práticas de manejo e da sazonalidade da vegetação (BARRACHINA; CRISTÓBAL; TULLA, 2015). Além disso, a extrapolação da biomassa

para escalas mais amplas depende da qualidade e representatividade dos dados utilizados na calibração dos modelos (LI *et al.*, 2024). Assim, a integração entre dados de campo, índices de vegetação e imagens de sensoriamento remoto requer avaliação das condições que interferem na relação entre as respostas espectrais e a biomassa, especialmente em diferentes períodos sazonais.

OBJETIVO

Realizar uma calibração preliminar de um modelo de estimativa de biomassa com base em índices de vegetação obtidos por imagens HLS, avaliando a influência da variação sazonal na relação espectro-biofísica e as limitações metodológicas para seu refinamento.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no Planalto Sul catarinense, entre março e abril de 2026, utilizando cinco pontos amostrais com dados de biomassa coletados em campo e imagens HLS de 30 m. Para cada ponto, foram consideradas imagens em janela temporal de ±15 dias e cobertura de nuvens inferior a 30%, extraindo-se NDVI, SAVI e EVI pela mediana das imagens disponíveis. Foram calibrados modelos de regressão linear simples para cada índice, utilizando o coeficiente de determinação (R^2) como critério exploratório para identificar o índice que apresentou maior capacidade explicativa entre os três avaliados. A validação foi realizada por LOOCV (*Leave-One-Out Cross-Validation*), utilizando MAE, RMSE e R^2 , complementada por estatísticas descritivas, correlação de Pearson e análise de resíduos. O processamento foi realizado no Google Earth Engine, e a biomassa foi obtida por amostragem destrutiva, com determinação de matéria seca e registro das coordenadas por GPS diferencial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os cinco pontos amostrais distribuídos em dois períodos distintos, com seus respectivos valores de biomassa estimada em campo e índices de vegetação extraídos de imagens HLS.

Tabela 1. Pontos amostrais

Ponto	Data	Período	NDVI	SAVI	EVI	Biomassa (kg MS/ha)
P1	2026-03-04	2026-02-17 a 2026-03-19	0.8101	0.3988	0.3918	3664.14
P2	2026-03-10	2026-02-23 a 2026-03-25	0.7347	0.3867	0.3731	2423.63
P3	2026-03-17	2026-03-02 a 2026-04-01	0.7019	0.3947	0.3974	3032.68
P4	2026-04-20	2026-04-05 a 2026-05-05	0.6320	0.3801	0.3793	2506.86
P5	2026-04-20	2026-04-05 a 2026-05-05	0.7397	0.4659	0.4749	2049.47

Fonte: os autores

Foram testadas três equações de regressão linear simples, uma para cada índice de vegetação (NDVI, SAVI e EVI), correlacionando-os com a biomassa estimada em campo. Entre os índices avaliados, o NDVI apresentou o maior coeficiente de determinação ($R^2 = 0,2453$), sendo utilizado nas etapas subsequentes da análise. Entretanto, o baixo valor de R^2 indica que o índice apresentou capacidade explicativa limitada para a variação da biomassa observada, não permitindo considerá-lo, isoladamente, como um indicador adequado para estimativa de biomassa com a base amostral disponível. A equação final calibrada foi: Biomassa (kg MS/ha) = $4801,69 \times \text{NDVI} - 739,50$.

A validação cruzada LOOCV revelou limitações do modelo calibrado. O Erro Absoluto Médio (MAE) de 823,59 kg/ha e a Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE) de 899,74 kg/ha indicam que as predições individuais podem apresentar desvios consideráveis em relação aos valores observados em campo. Este resultado pode ser atribuído ao reduzido número amostral ($n=5$), à heterogeneidade temporal dos dados e à possível não-linearidade da relação NDVI versus biomassa.

Esta abordagem metodológica, utilizando a validação cruzada LOOCV, está alinhada com as práticas demonstradas em estudos recentes para a estimativa de biomassa em pastagens, como o estudo de Oliveira *et al.* (2025). Os autores observaram que os modelos de estimativa no sítio de Maaninka apresentaram os melhores valores de NRMSE de 14,7%, mas ultrapassaram 55% em duas datas de corte, evidenciando que a alta variabilidade dos erros está associada a diferentes estágios de crescimento da vegetação. O estudo de Oliveira *et al.* (2025) fornece, portanto, uma base consistente para a estratégia de coletar dados em uma fase mais homogênea, a fim de melhorar o poder preditivo do modelo, uma vez que seus resultados indicam que o uso de dados de diversas localidades pode melhorar a estabilidade do modelo.

Os pontos amostrais abrangem um gradiente de biomassa que varia de 2.049,47 kg/ha a 3.664,14 kg/ha, enquanto os índices de vegetação apresentam variações consistentes com os diferentes estágios fenológicos observados ao longo do período de monitoramento. Quando os dados foram agrupados por período para avaliar possíveis variações sazonais, observou-se que a biomassa média em março (três pontos) foi de $3.040,15 \pm 506,46$ kg/ha, enquanto em abril (dois pontos) foi de $2.278,17 \pm 228,70$ kg/ha, representando uma redução média de 25,1% entre os períodos, o que sugere mudanças fenológicas ou ambientais. A correlação entre NDVI e biomassa foi mais expressiva em março ($r = 0,6869$) do que em abril ($r = -1,0000$), embora este último valor deva ser interpretado com cautela, dado o reduzido número de observações.

A redução de 25,1% na biomassa média de março para abril, acompanhada pela queda na correlação NDVI-Biomassa (de $r = 0,6869$ para $r = -1,0000$), pode ser compreendida à luz do estudo de pradarias mistas de Dakota do Sul conduzido por Rigge *et al.* (2013). Os autores demonstraram que a contribuição relativa de espécies C3 (estações frias) e C4 (estações quentes) varia ao longo da estação de crescimento, influenciando diretamente a

relação entre NDVI e biomassa . Em seus resultados, a produção de biomassa por espécies de estação fria (C3) representou, em média, 76,8% da produção total. A menor correlação observada em abril pode, portanto, refletir a transição fenológica entre grupos funcionais de plantas, com a senescência das espécies C3 e o início do desenvolvimento das espécies C4, alterando a dinâmica espectral capturada pelo NDVI.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo calibrado com os dados disponíveis (n=5) apresenta limitações que inviabilizam seu uso operacional. No entanto, este estudo representa uma etapa preliminar fundamental do projeto “Sensoriamento remoto aplicado à identificação de níveis de biomassa e degradação”, fornecendo uma base metodológica para o desenvolvimento de um modelo mais robusto. As coletas de campo estão em andamento, com previsão de ampliação da base de dados para 10 a 15 pontos amostrais concentrados em um único período fenológico (fase de máximo desenvolvimento vegetativo), a fim de reduzir a variabilidade temporal observada entre março e abril e avaliar de forma mais consistente a relação mais consistente entre NDVI e biomassa. Com a nova base, espera-se obter um modelo com maior poder preditivo, validado com dados independentes e aplicável ao mapeamento da biomassa na área de estudo.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC).

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BANGIRA, T.; MUTANGA, O.; SIBANDA, M.; DUBE, T.; MABHAUDHI, T. Remote sensing grassland productivity attributes: a systematic review. **Remote Sensing**, v. 15, n. 8, art. 2043, p. 1-24, 2023.

BARRACHINA, M.; CRISTÓBAL, J.; TULLA, A. F. Estimating above-ground biomass on mountain meadows and pastures through remote sensing. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 38, p. 184-192, 2015.

BRETAS, I. L.; VALENTE, D. S.; SILVA, F. F.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, M. F.; D'ÁUREA, A. P.; CHIZZOTTI, F. H. Prediction of aboveground biomass and dry-matter content in *Brachiaria* pastures by combining meteorological data and satellite imagery. **Grass and Forage Science**, v. 76, n. 3, p. 340-352, 2021.

LEI, T.; PANG, Z.; WANG, X.; LI, L.; FU, J.; KAN, G.; SHAO, C. Drought and carbon cycling of grassland ecosystems under global change: a review. **Water**, v. 8, n. 10, art. 460, p. 1-18, 2016.

LI, H.; LI, F.; XIAO, J.; CHEN, J.; LIN, K.; BAO, G.; WEI, G. A machine learning scheme for estimating fine-resolution grassland aboveground biomass over China with Sentinel-1/2 satellite images. **Remote Sensing of Environment**, v. 311, art. 114317, p. 1-16, 2024.

OLIVEIRA, R. A.; NÄSI, R.; EDSTRÖM, J.; PITKÄNEN, J.; KORHONEN, P.; NIEMELÄINEN, O.; HONKAVAARA, E. Evaluation of forage grass biomass estimation models using multispectral drone imaging across multiple sites. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 48, p. 241-246, 2025.

RIGGE, M.; SMART, A.; WYLIE, B.; GILMANOV, T.; JOHNSON, P. Linking phenology and biomass productivity in South Dakota mixed-grass prairie. **Rangeland Ecology & Management**, v. 66, n. 5, p. 579-587, 2013.

YANG, Y.; TILMAN, D.; FUREY, G.; LEHMAN, C. Soil carbon sequestration accelerated by restoration of grassland biodiversity. **Nature Communications**, v. 10, n. 1, art. 718, p. 1-8, 2019.

VIGOR VEGETATIVO DE PASTAGENS NATIVAS NO PLANALTO SUL CATARINENSE: SUBSÍDIOS PARA A ESTIMATIVA DE CARBONO

Regina Luiza Gouvea¹; Kleber Trabaquini²; Hamilton Justino Vieira³; Carlos Antonio Oliveira Vieira⁴.

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/9584776439397454>

²Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/5680348426925268>

³Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/6339349402236978>

⁴Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina.

<http://lattes.cnpq.br/9546291359065240>

PALAVRAS-CHAVE: Análise Temporal. NDVI. Precipitação.

ÁREA TEMÁTICA: Geociências

INTRODUÇÃO

Os campos nativos constituem ecossistemas de relevância ambiental e produtiva, associados à conservação da biodiversidade, ao armazenamento de carbono e à manutenção de serviços ecossistêmicos (LEI *et al.*, 2016; YANG *et al.*, 2019). Sua dinâmica vegetativa é influenciada pelas condições ambientais e pode apresentar variações temporais relacionadas à disponibilidade hídrica, ao clima e ao manejo. Nesse contexto, o monitoramento do vigor da vegetação é importante para compreender a dinâmica e as condições dos ecossistemas de pastagens. O sensoriamento remoto possibilita acompanhar essas variações em diferentes escalas e períodos, utilizando indicadores espectrais relacionados à produtividade da vegetação (BANGIRA *et al.*, 2023). Entre esses indicadores, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) apresenta ampla aplicação na caracterização das condições da cobertura vegetal e na avaliação de atributos relacionados à produtividade das pastagens (BRETAS *et al.*, 2021). A análise de séries temporais de NDVI permite, portanto, identificar padrões de variação do vigor vegetativo e

sua dinâmica ao longo dos anos, contribuindo para o monitoramento de campos nativos e para a compreensão de sua variabilidade temporal.

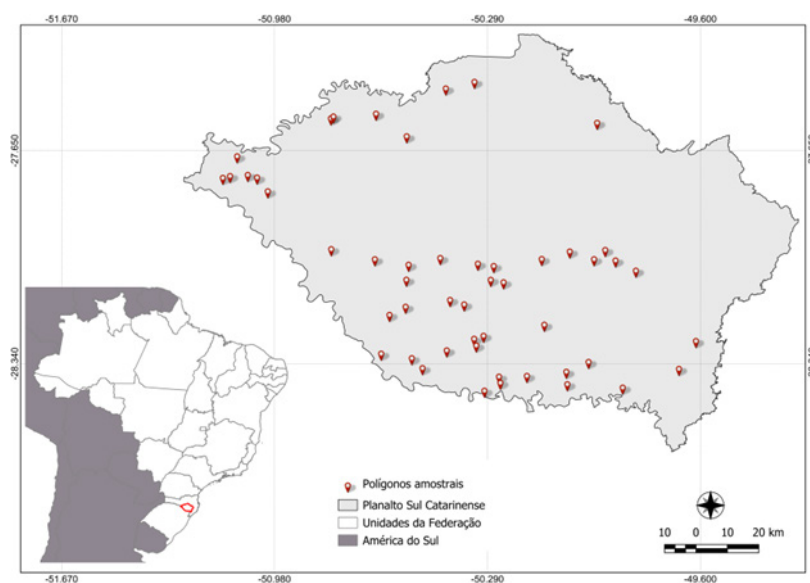
OBJETIVO

Este trabalho apresenta resultados preliminares da análise temporal do NDVI em campos nativos do Planalto Sul Catarinense, com o objetivo de caracterizar o padrão de vigor vegetativo entre 2017 e 2026.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa, de natureza aplicada, com objetivos descritivos e procedimentos de pesquisa documental, utilizando dados de sensoriamento remoto obtidos por meio de plataformas orbitais. A área de estudo (FIGURA 1) compreende 50 polígonos distribuídos na região do Planalto Sul Catarinense, que abrange o Bioma Pampa e os encraves no Bioma Mata Atlântica.

Figura 1: Mapa de localização dos polígonos amostrais no Planalto Sul catarinense.



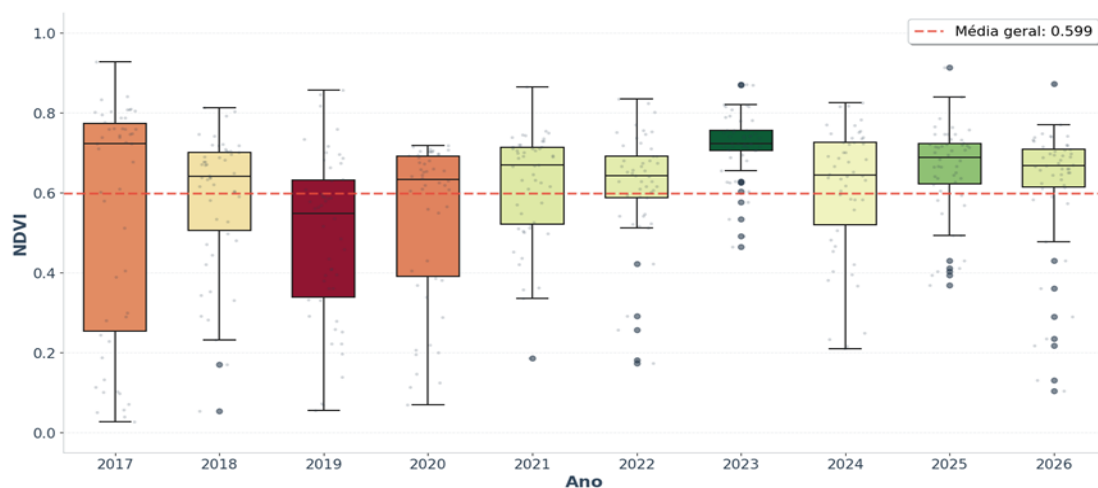
Fonte: os autores.

Neste estudo, foram utilizadas imagens da coleção NASA/HLS/HLSS30/v002 (*Harmonized Landsat Sentinel-2*), com resolução espacial de 30 m, para o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), utilizando as bandas do infravermelho próximo (B8) e do vermelho (B4). Para cada um dos 50 polígonos e para cada ano do período 2017-2026, foram filtradas as imagens HLS disponíveis para o mês de fevereiro e extraído o valor médio do NDVI. Para visualização da distribuição do NDVI, foram gerados *boxplots* para duas abordagens: distribuição temporal e espacial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os *boxplots* do NDVI por ano (Figura 2), permite identificar os anos com maior e menor vigor vegetativo, enquanto os *boxplots* do NDVI por polígono (Figura 3), foram ordenados pela média de NDVI ao longo do período.

Figura 2: Distribuição do NDVI (2017 a 2026)

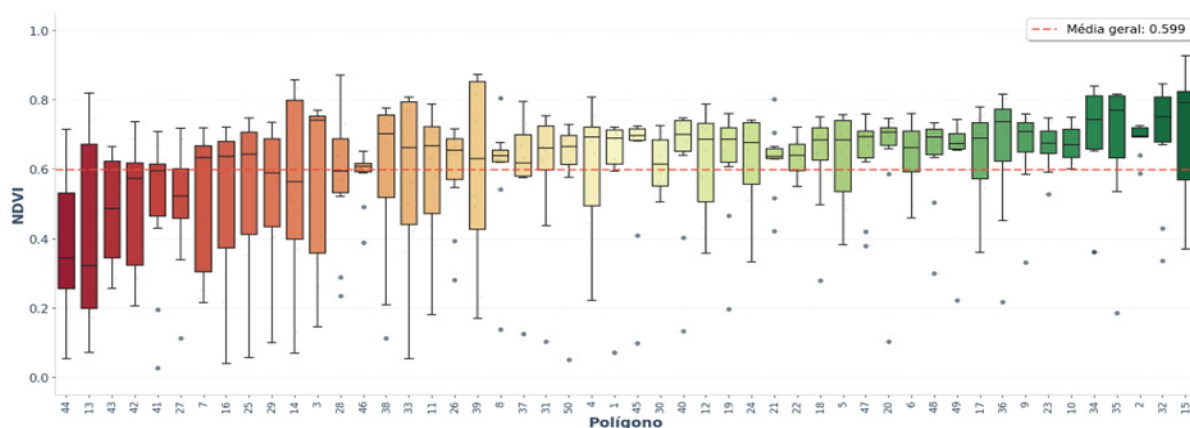


Fonte: os autores

A distribuição dos valores de NDVI evidenciou variabilidade interanual ao longo do período analisado, com flutuações em relação à média geral. O ano de 2017 destacou-se pela elevada dispersão dos dados, baixos valores de NDVI e maior intervalo interquartil, indicando maior heterogeneidade entre as áreas avaliadas. A partir de 2020, observou-se um deslocamento das medianas para valores superiores à média geral, acompanhado de distribuições mais concentradas, padrão que se manteve nos anos subsequentes, com exceção de 2019. O ano de 2023 apresentou reduzido intervalo interquartil e menor ocorrência de valores baixos de NDVI, caracterizando o período de maior homogeneidade entre as áreas analisadas.

Cada *boxplot* no gráfico de distribuição do NDVI por polígono representa a distribuição dos valores de NDVI de um único polígono ao longo dos 10 anos (2017-2026).

Figura 3: Distribuição do NDVI por polígono



Fonte: os autores.

A análise por polígono evidenciou expressiva variabilidade espacial do NDVI. Observou-se concentração dos dez polígonos com maiores valores médios na porção centro-leste da área de estudo, enquanto os menores concentraram-se predominantemente na porção centro-oeste. Wagner et al. (2018) e Moreira et al. (2019) também verificaram diferenças espaciais nos índices de vegetação em campos sulinos, associando-as à heterogeneidade ambiental. Esses resultados corroboram o padrão observado neste estudo e sugerem que a distribuição espacial do NDVI reflete diferenças ambientais existentes na paisagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciaram variabilidade espaço-temporal do NDVI nas áreas de campos nativos analisadas. Enquanto alguns polígonos apresentaram comportamento consistente ao longo da série temporal, outros exibiram maior variabilidade, assim como os anos avaliados, com destaque para a elevada dispersão observada em 2017 e a maior homogeneidade em 2023. A persistência de determinados polígonos entre aqueles com os maiores e menores valores médios de NDVI reforça a existência de diferenças ambientais relativamente estáveis entre essas áreas. A concentração espacial desses polígonos sugere a atuação de condicionantes ambientais em escala local, cuja influência deverá ser investigada em estudos futuros. A compreensão dessas relações poderá subsidiar estratégias de manejo e conservação dos campos nativos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC)

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- BANGIRA, T.; MUTANGA, O.; SIBANDA, M.; DUBE, T.; MABHAUDHI, T. Remote sensing grassland productivity attributes: a systematic review. **Remote Sensing**, v. 15, n. 8, art. 2043, p. 1-24, 2023.
- BRETAS, I. L.; VALENTE, D. S.; SILVA, F. F.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, M. F.; D'ÁUREA, A. P.; CHIZZOTTI, F. H. Prediction of aboveground biomass and dry-matter content in Brachiaria pastures by combining meteorological data and satellite imagery. **Grass and Forage Science**, v. 76, n. 3, p. 340-352, 2021.
- LEI, T.; PANG, Z.; WANG, X.; LI, L.; FU, J.; KAN, G.; SHAO, C. Drought and carbon cycling of grassland ecosystems under global change: a review. **Water**, v. 8, n. 10, art. 460, p. 1-18, 2016.
- MOREIRA, A.; BREMM, C.; FONTANA, D. C.; KUPLICH, T. M. Seasonal dynamics of vegetation indices as a criterion for grouping grassland typologies. **Scientia Agricola**, v. 76, n. 1, p. 24-32, 2019.
- WAGNER, A. P. L.; WALLAU, M. O.; FONTANA, D. C.; DE FACCIO CARVALHO, P. C.; FRAISSE, C. W. Vegetation indices variability in the Pampa grasslands in Brazil and Uruguay. **Agrometeoros**, v. 26, n. 1, p. 191-201, 2018.
- YANG, Y.; TILMAN, D.; FUREY, G.; LEHMAN, C. Soil carbon sequestration accelerated by restoration of grassland biodiversity. **Nature Communications**, v. 10, n. 1, art. 718, p. 1-8, 2019.

MANEJO ALIMENTAR NA PISCICULTURA: ESTRATÉGIAS PARA EFICIÊNCIA PRODUTIVA E REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS

Jamilly Barroso Caldeira¹.

¹Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Parintins, Amazonas.

<http://lattes.cnpq.br/1996849266844165>

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição. Ração. Sustentabilidade

ÁREA TEMÁTICA: Outros

INTRODUÇÃO

A alimentação constitui um dos principais componentes da produção aquícola, influenciando diretamente o crescimento, a conversão alimentar e os custos do cultivo. Segundo o NRC (2011), as exigências nutricionais variam conforme a espécie e a fase de desenvolvimento, sendo necessário ajustar o fornecimento às características dos animais. Nesse sentido, estratégias adequadas de quantidade, frequência e horário de alimentação podem melhorar o aproveitamento da ração e reduzir desperdícios.

Além disso, o fornecimento excessivo de alimento pode aumentar a liberação de nutrientes no ambiente e comprometer a qualidade da água (BOYD; TUCKER, 2014). Dessa forma, a alimentação eficiente apresenta importância não apenas produtiva, mas também ambiental. Estudos sobre sustentabilidade da aquicultura reforçam que melhorias na eficiência alimentar podem contribuir para reduzir o uso de recursos e os impactos associados à produção (FROEHLICH et al., 2018; FREE et al., 2022).

Paralelamente, o avanço das tecnologias de alimentação permite maior precisão no fornecimento da ração. Sistemas automatizados e modelos de otimização podem considerar consumo, biomassa e condições de cultivo para ajustar as estratégias alimentares, favorecendo maior eficiência produtiva.

Assim, o manejo alimentar deve integrar exigências nutricionais, comportamento dos peixes e condições ambientais. A utilização racional da ração pode melhorar o desempenho, reduzir custos e minimizar impactos ambientais, contribuindo para sistemas aquícolas mais eficientes e sustentáveis.

OBJETIVO

Realizar uma revisão bibliográfica sobre o manejo alimentar na piscicultura, destacando estratégias relacionadas à quantidade, frequência e distribuição da ração e sua influência sobre o desempenho produtivo, eficiência alimentar, qualidade da água e sustentabilidade dos sistemas de produção.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica de caráter descritivo. Foram consultados artigos científicos, livros e documentos técnicos relacionados à nutrição e ao manejo alimentar de peixes cultivados.

Foram priorizadas publicações, entre os anos 2010 a 2025, que abordassem quantidade e frequência de alimentação, exigências nutricionais, conversão alimentar, desperdício de ração, comportamento alimentar e impactos ambientais relacionados ao fornecimento inadequado do alimento.

As informações levantadas foram organizadas e analisadas considerando os principais fatores que interferem na eficiência do manejo alimentar e suas implicações para a produção de peixes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura demonstra que o manejo alimentar adequado é fundamental para o aproveitamento dos nutrientes e o desempenho produtivo dos peixes. Nesse sentido, o NRC (2011) destaca que a quantidade e a composição da dieta devem considerar a espécie, fase de desenvolvimento e condições de cultivo. Além disso, a oferta excessiva de ração pode aumentar a quantidade de matéria orgânica e compostos nitrogenados na água, comprometendo sua qualidade (BOYD; TUCKER, 2014).

Por outro lado, o fornecimento insuficiente também limita o crescimento e a produtividade, evidenciando que o objetivo do manejo deve ser encontrar o equilíbrio entre a demanda dos animais e a quantidade ofertada. A frequência das refeições, o tamanho do pellet e a temperatura da água também interferem no consumo e no aproveitamento da ração. Dessa forma, o monitoramento do comportamento alimentar permite ajustar a oferta e reduzir perdas.

A conversão alimentar constitui importante indicador dessa eficiência, pois relaciona o alimento consumido ao ganho de biomassa. Assim, melhores índices podem resultar tanto da qualidade nutricional da dieta quanto do correto manejo de fornecimento. Paralelamente, a automação e o monitoramento do comportamento dos peixes vêm ampliando as possibilidades de alimentação de precisão, permitindo maior regularidade e ajustes na quantidade ofertada. Segundo estudos recentes, essas tecnologias apresentam potencial

para reduzir desperdícios e melhorar a eficiência dos sistemas aquícolas (HALACHMI et al., 2020; FROEHLICH et al., 2018).

Além disso, a eficiência alimentar apresenta relação direta com a sustentabilidade, pois o menor desperdício reduz simultaneamente os custos de produção, o uso de matérias-primas e a liberação de nutrientes no ambiente. Em sistemas intensivos, portanto, o acompanhamento contínuo da biomassa, consumo, comportamento, temperatura e qualidade da água torna-se ainda mais importante.

Assim, os resultados indicam que a eficiência alimentar não depende exclusivamente da qualidade da ração, mas da integração entre dieta, quantidade, frequência de fornecimento, comportamento dos peixes e condições ambientais. O manejo adequado, associado ao uso estratégico de tecnologias, pode favorecer o desempenho produtivo e contribuir para uma piscicultura mais econômica e sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo alimentar constitui uma das principais ferramentas para melhorar a eficiência produtiva e econômica da piscicultura. A quantidade e a frequência de fornecimento devem ser ajustadas de acordo com a espécie, fase de desenvolvimento, biomassa, temperatura e comportamento dos peixes.

O fornecimento excessivo de ração aumenta os custos e pode contribuir para a deterioração da qualidade da água, enquanto a alimentação insuficiente limita o crescimento e o aproveitamento do potencial produtivo dos animais.

Dessa forma, estratégias como monitoramento do consumo, ajuste periódico da quantidade de ração, adequação do tamanho das partículas e utilização racional de alimentadores automáticos podem contribuir para reduzir desperdícios e melhorar a conversão alimentar.

Conclui-se que um manejo alimentar eficiente deve ser dinâmico e baseado nas características dos animais e nas condições do ambiente, contribuindo para uma piscicultura mais produtiva, economicamente eficiente e ambientalmente sustentável.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BOYD, Claude E.; TUCKER, Craig S. **Handbook for Aquaculture Water Quality**. Auburn: Auburn University, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Fish and Shrimp**. Washington, DC: The National Academies Press, 2011. 392 p. DOI: 10.17226/13039.

HALACHMI, I.; NAHARRO, G.; RABINOVITZ, S. **Precision fish farming: a new framework to improve aquaculture production**. Aquaculture, 2020.

FROEHLICH, Halley E.; GENTRY, Rebecca R.; HALPERN, Benjamin S. **Global change in marine aquaculture production potential under climate change**. Nature Ecology & Evolution, v. 2, p. 1745–1750, 2018. DOI: 10.1038/s41559-018-0669-1.

PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E SIMBIÓTICOS NA PISCICULTURA: ESTRATÉGIAS PARA A SAÚDE E O DESEMPENHO DOS PEIXES

Jamilly Barroso Caldeira¹.

¹Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Parintins, Amazonas.

<http://lattes.cnpq.br/1996849266844165>

PALAVRAS-CHAVE: Aditivos funcionais. Microbiota intestinal. Nutrição.

ÁREA TEMÁTICA: Outros

INTRODUÇÃO

A piscicultura vem apresentando crescente importância na produção de alimentos de origem aquática, acompanhada pela intensificação dos sistemas produtivos e pelo desenvolvimento de estratégias voltadas à melhoria da eficiência zootécnica. Entretanto, a intensificação pode aumentar a exposição dos animais a fatores estressantes, como elevada densidade de estocagem, alterações na qualidade da água, manejo frequente e maior contato entre indivíduos. Essas condições podem comprometer o equilíbrio fisiológico dos peixes e aumentar sua susceptibilidade a enfermidades, tornando a manutenção da saúde dos animais um dos principais desafios da produção aquícola (Ringø et al., 2010).

A alimentação apresenta papel fundamental nesse contexto, pois fornece os nutrientes necessários ao crescimento, manutenção e funcionamento adequado do organismo. Além dos nutrientes convencionais, determinados compostos podem ser incorporados às rações com a finalidade de promover benefícios adicionais à saúde dos animais. Entre esses componentes destacam-se os probióticos, prebióticos e simbióticos, considerados aditivos funcionais de interesse para a aquicultura.

Os probióticos são definidos como microrganismos vivos que, quando administrados em quantidade adequada, podem proporcionar benefícios ao hospedeiro. Na piscicultura, diferentes bactérias vêm sendo estudadas devido à capacidade de colonizar ou interagir com o trato gastrointestinal, competir com microrganismos potencialmente patogênicos, produzir substâncias inibidoras e contribuir para processos digestivos (Merrifield et al., 2010).

Os prebióticos apresentam mecanismo de ação diferente, sendo constituídos por substratos que podem ser utilizados seletivamente por determinados microrganismos benéficos. Dessa forma, sua utilização pode favorecer o equilíbrio da microbiota intestinal e contribuir para processos relacionados à digestão e resposta imunológica dos peixes.

Quando probióticos e prebióticos são utilizados conjuntamente, são denominados simbióticos, buscando-se uma ação complementar entre microrganismos e substratos (Ringø et al., 2010).

A microbiota intestinal possui participação importante na saúde dos peixes, estando relacionada à digestão, metabolismo e proteção contra microrganismos potencialmente patogênicos. Alterações nessa comunidade podem influenciar a condição fisiológica dos animais e, conseqüentemente, seu desempenho produtivo. Por esse motivo, estratégias capazes de modular a microbiota vêm sendo investigadas como alternativas aos métodos convencionais de promoção da saúde (Merrifield et al., 2010).

Outro fator que contribui para o interesse nesses aditivos está relacionado à necessidade de reduzir o uso indiscriminado de antimicrobianos na produção animal. A utilização inadequada desses produtos pode favorecer a seleção de bactérias resistentes, representando preocupação tanto para a saúde animal quanto para a saúde pública. Dessa forma, estratégias preventivas e nutricionais podem desempenhar papel complementar nos programas de manejo sanitário da piscicultura.

Entretanto, os resultados obtidos com probióticos, prebióticos e simbióticos não são necessariamente iguais entre diferentes espécies de peixes. A eficácia pode depender da cepa microbiana, concentração utilizada, forma de administração, idade dos animais, composição da dieta e condições ambientais. Portanto, compreender os mecanismos de ação e os fatores que interferem na resposta é fundamental para que essas estratégias sejam utilizadas de maneira eficiente.

OBJETIVO

Realizar uma revisão bibliográfica sobre a utilização de probióticos, prebióticos e simbióticos na piscicultura, destacando seus mecanismos de ação e seus possíveis efeitos sobre a microbiota intestinal, saúde, imunidade e desempenho produtivo dos peixes.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica de caráter descritivo. Foram consultados artigos científicos, livros, revisões e documentos acadêmicos relacionados ao uso de probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de peixes cultivados.

A pesquisa priorizou estudos publicados, entre o período de 2010 a 2026, que abordassem mecanismos de ação, modulação da microbiota intestinal, crescimento, conversão alimentar, digestibilidade, resposta imunológica e resistência a agentes patogênicos. Após o levantamento das informações, os conteúdos foram organizados de acordo com as principais funções e aplicações desses aditivos na piscicultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos analisados demonstram que os probióticos podem atuar por diferentes mecanismos no organismo dos peixes. Entre os principais efeitos estão a competição com microrganismos potencialmente patogênicos por espaço e nutrientes, produção de compostos antimicrobianos e contribuição para processos digestivos por meio da produção de enzimas (MERRIFIELD et al., 2010). Essa atuação multifatorial tem sido reforçada por estudos mais recentes, que relacionam a suplementação probiótica à modulação da microbiota intestinal, melhoria da resposta imune e aumento da resistência dos peixes diante de diferentes desafios ambientais e sanitários (Hoseinifar et al., 2021; Dawood et al., 2022).

Além disso, algumas bactérias probióticas são capazes de produzir substâncias que podem inibir o crescimento de outros microrganismos. Nesse sentido, Hoseinifar et al. (2021) destacam que a modulação da microbiota intestinal constitui um dos principais mecanismos associados aos efeitos dos probióticos, uma vez que a alteração da comunidade microbiana pode favorecer a estabilidade do ambiente gastrointestinal e limitar a proliferação de microrganismos indesejáveis.

Outro possível benefício está relacionado à produção de enzimas digestivas. Algumas bactérias utilizadas como probióticos podem produzir enzimas capazes de auxiliar na degradação de determinados componentes da dieta, contribuindo para o aproveitamento dos nutrientes. Dessa forma, a utilização desses microrganismos pode apresentar reflexos sobre o crescimento e a eficiência alimentar dos peixes (RINGØ et al., 2010). Resultados mais recentes também indicam que a utilização de probióticos pode melhorar parâmetros relacionados ao crescimento e à utilização dos nutrientes, embora a magnitude desses efeitos dependa da espécie e da cepa utilizada (Dawood et al., 2022).

A microbiota intestinal também constitui um importante componente relacionado à resposta dos animais. Merrifield et al. (2010) destacam que a comunidade microbiana do trato gastrointestinal pode apresentar relação com diferentes processos fisiológicos, incluindo digestão e proteção contra agentes potencialmente prejudiciais. Complementarmente, estudos contemporâneos têm demonstrado que a composição da microbiota está associada à regulação da imunidade, metabolismo e manutenção da homeostase intestinal, ampliando a compreensão sobre a importância dos microrganismos benéficos na produção aquícola (Ringø et al., 2022).

Os prebióticos, por sua vez, atuam principalmente como substratos para grupos específicos de microrganismos. A presença desses compostos pode favorecer o desenvolvimento de determinadas populações bacterianas e alterar a composição da microbiota intestinal. Dessa maneira, sua utilização pode contribuir para o equilíbrio do ambiente gastrointestinal. Segundo Dawood et al. (2022), os prebióticos apresentam potencial para modular seletivamente a microbiota e favorecer grupos bacterianos associados a características desejáveis no hospedeiro, embora a resposta dependa da

natureza do composto e das condições de cultivo.

Os simbióticos combinam probióticos e prebióticos e têm como princípio proporcionar uma ação conjunta entre o microrganismo fornecido e o substrato capaz de favorecer sua atividade. Segundo Ringø et al. (2010), essa associação apresenta potencial para melhorar a eficiência dos aditivos, embora os resultados dependam da combinação utilizada. Nesse sentido, estudos recentes apontam que os simbióticos podem apresentar efeitos complementares sobre crescimento, microbiota intestinal e resposta imune, mas destacam que a seleção adequada das combinações é determinante para a obtenção de resultados consistentes (Hoseinifar et al., 2021).

Em relação ao desempenho produtivo, diferentes estudos relatam efeitos positivos associados à utilização desses aditivos, incluindo melhora do crescimento, conversão alimentar e sobrevivência. Entretanto, esses resultados não são uniformes. A resposta pode variar conforme a espécie, fase de desenvolvimento, condições ambientais e composição da dieta. Essa variabilidade também é observada em estudos recentes, que ressaltam que a eficácia dos probióticos depende da interação entre a cepa utilizada, a dose, a duração da suplementação, a dieta e as características do ambiente de cultivo (Dawood et al., 2022).

A resposta imunológica também tem sido investigada. Os probióticos podem interagir com o sistema imune do hospedeiro e estimular mecanismos de defesa. Essa característica é particularmente importante em sistemas intensivos, nos quais os animais podem estar expostos a maior quantidade de fatores estressantes. De acordo com Hoseinifar et al. (2021), a modulação da imunidade constitui uma das principais aplicações dos probióticos na aquicultura, podendo envolver tanto mecanismos de defesa inata quanto alterações na atividade de células e componentes relacionados à resposta imunológica.

A utilização desses aditivos também apresenta potencial como estratégia complementar de prevenção de doenças. Entretanto, é importante destacar que probióticos, prebióticos e simbióticos não substituem medidas de biossegurança, controle da qualidade da água, alimentação adequada e monitoramento sanitário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Probióticos, prebióticos e simbióticos podem melhorar a saúde e o desempenho dos peixes por meio da modulação da microbiota, do aproveitamento dos nutrientes e da resposta imunológica. Entretanto, seus efeitos variam conforme a espécie, cepa, dose e condições de cultivo. Assim, devem ser utilizados de forma planejada e associados às boas práticas de manejo, contribuindo para uma piscicultura mais eficiente e sustentável.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

DAWOOD, Mohammad Ali Omar; KIOSHI, Y.; MOUSTAFA, M. M. **Probiotics, prebiotics and synbiotics in aquaculture: their effects on growth performance, immune response and disease resistance**. Aquaculture Reports, 2022.

HOSEINIFAR, Seyed Hossein; SUN, Y.-Z.; CAI, Y. **Probiotics as dietary supplements for sustainable aquaculture: a review**. Aquaculture, 2021.

RINGØ, Einar; HOSEINIFAR, Seyed Hossein; GATLIN, Delbert M. **The current knowledge on gut microbiota in farmed fish and its potential applications in aquaculture**. Reviews in Aquaculture, 2022.

TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS NA PISCICULTURA: PRINCÍPIOS, APLICAÇÕES E CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE

Jamilly Barroso Caldeira¹.

¹Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Parintins, Amazonas.

<http://lattes.cnpq.br/1996849266844165>

PALAVRAS-CHAVE: Aquicultura. Qualidade de água. Tecnologia.

ÁREA TEMÁTICA: Outros

INTRODUÇÃO

A piscicultura constitui uma importante atividade do setor aquícola e apresenta crescente participação na produção mundial de alimentos. Entretanto, a expansão e intensificação dos sistemas produtivos estão associadas a desafios relacionados ao consumo de água, geração de resíduos, manutenção da qualidade ambiental e eficiência no aproveitamento dos nutrientes. Dessa forma, o desenvolvimento de sistemas capazes de produzir maior quantidade de pescado utilizando de maneira racional os recursos naturais tornou-se importante demanda para a aquicultura moderna (FAO, 2024).

Entre os principais problemas relacionados aos sistemas intensivos está o acúmulo de matéria orgânica e compostos nitrogenados na água. A excreção dos peixes e a decomposição de restos de ração e fezes podem elevar as concentrações de amônia e outros compostos potencialmente tóxicos. Quando esses elementos não são adequadamente controlados, podem provocar alterações fisiológicas, estresse e redução do desempenho dos animais. Nesse sentido, tecnologias de tratamento biológico da água vêm sendo estudadas como alternativas para aumentar a eficiência dos sistemas de produção (CRAB et al., 2012).

A tecnologia de bioflocos, conhecida internacionalmente como Biofloc Technology (BFT), baseia-se na formação de uma comunidade microbiana constituída por bactérias, microalgas, protozoários, matéria orgânica e partículas presentes na água. Esses componentes se agregam e formam os chamados bioflocos, que participam ativamente da ciclagem de nutrientes no sistema. Um dos principais princípios da tecnologia consiste no estímulo ao crescimento de bactérias heterotróficas por meio do ajuste da relação carbonoênio, possibilitando a incorporação do nitrogênio em biomassa microbiana (AVNIMELECH, 2015).

Além de contribuir para o controle da qualidade da água, os bioflocos podem ser consumidos pelos peixes e representar uma fonte complementar de nutrientes. Esse aproveitamento da biomassa microbiana pode contribuir para a reciclagem de nutrientes e melhorar a eficiência de utilização dos recursos alimentares dentro do sistema de produção (CRAB et al., 2012).

Outra característica importante da tecnologia está relacionada à possibilidade de redução da renovação da água. Diferentemente de sistemas convencionais, nos quais a manutenção da qualidade da água pode depender de trocas frequentes, os sistemas de bioflocos utilizam processos microbiológicos para transformar e reciclar nutrientes. Essa característica pode representar vantagem especialmente em regiões onde a disponibilidade de água constitui uma limitação para o desenvolvimento da atividade aquícola.

Apesar das vantagens, a BFT não é um sistema isento de desafios. A elevada concentração de microrganismos aumenta a demanda por oxigênio, tornando a aeração contínua indispensável. Além disso, o excesso de sólidos suspensos, alterações de pH e alcalinidade e desequilíbrios na relação carbonoênio podem comprometer a estabilidade do sistema (AVNIMELECH, 2015).

Dessa maneira, compreender os princípios de funcionamento e as exigências de manejo da tecnologia de bioflocos é fundamental para avaliar sua aplicabilidade na piscicultura. A utilização adequada dessa tecnologia pode contribuir para sistemas mais eficientes e ambientalmente sustentáveis, desde que associada ao monitoramento permanente das condições de cultivo.

OBJETIVO

Realizar uma revisão bibliográfica sobre os princípios de funcionamento da tecnologia de bioflocos, suas principais aplicações na piscicultura e suas contribuições para a eficiência produtiva e a sustentabilidade dos sistemas de produção de peixes.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica de caráter descritivo. Foram consultados artigos científicos, livros, documentos técnicos e publicações acadêmicas relacionadas à utilização da tecnologia de bioflocos na aquicultura. A pesquisa contemplou trabalhos relacionados aos mecanismos de formação dos bioflocos, controle de compostos nitrogenados, qualidade da água, desempenho dos peixes, aproveitamento de nutrientes e sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Foram priorizadas publicações, entre os anos de 2012 a 2026, que apresentassem informações sobre a aplicação da tecnologia em sistemas de cultivo de peixes, bem como estudos que discutissem suas vantagens, limitações e principais exigências de manejo.

Após o levantamento bibliográfico, as informações foram organizadas e analisadas de acordo com os principais aspectos relacionados ao funcionamento e à aplicação da BFT na piscicultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura demonstra que a tecnologia de bioflocos (BFT) representa uma estratégia de produção baseada na reciclagem de nutrientes e no controle microbiológico da qualidade da água. O princípio central da tecnologia está relacionado à utilização de uma fonte de carbono para favorecer o crescimento de bactérias heterotróficas, responsáveis pela assimilação do nitrogênio presente no sistema (CRAB et al., 2012). Estudos mais recentes confirmam que esse mecanismo permite transformar resíduos metabólicos em biomassa microbiana, contribuindo simultaneamente para o controle da água e para o aproveitamento dos nutrientes no próprio sistema (YU et al., 2023; LIU et al., 2025).

A incorporação do nitrogênio à biomassa bacteriana contribui para reduzir a concentração de amônia na água. Esse processo apresenta importância para os peixes, uma vez que a amônia, dependendo de sua concentração e das condições ambientais, pode apresentar elevada toxicidade. Nesse sentido, a literatura recente reforça que o controle dos compostos nitrogenados constitui um dos principais mecanismos associados à eficiência da BFT. Em uma meta-análise envolvendo 33 estudos, Alkhamis et al. (2023) observaram efeitos significativos da tecnologia sobre o nitrito e os sólidos suspensos, evidenciando que o manejo desses componentes é essencial para a estabilidade dos sistemas.

Além da função relacionada ao tratamento da água, os bioflocos possuem potencial nutricional. Os agregados microbianos podem conter proteínas, lipídios, minerais e outros componentes que podem ser aproveitados pelos peixes. Yu et al. (2023) destacam que a utilização da biomassa microbiana pode estar associada a melhorias no crescimento e na sobrevivência dos peixes, demonstrando que os bioflocos não atuam somente como mecanismo de tratamento da água, mas também podem representar uma fonte complementar de nutrientes.

Esse mecanismo também está relacionado à eficiência alimentar. Quando os peixes consomem parte da biomassa microbiana, ocorre uma espécie de reciclagem dos nutrientes que inicialmente seriam perdidos para o ambiente. De forma semelhante, Yadav et al. (2025) destacam que a BFT apresenta potencial para melhorar o aproveitamento dos nutrientes e a eficiência do sistema produtivo, reforçando a importância da reciclagem interna de matéria orgânica e nutrientes.

Outro aspecto relevante é a redução da necessidade de renovação da água. Avnimelech (2015) destaca que sistemas de bioflocos podem operar com baixa renovação hídrica quando os parâmetros ambientais são adequadamente controlados. Essa característica permanece como uma das principais vantagens discutidas nos estudos

recentes. Liu et al. (2025) apontam que a BFT pode contribuir para uma aquicultura mais sustentável justamente pela redução do uso de recursos naturais e pelo reaproveitamento de nutrientes.

Entretanto, a baixa renovação da água não significa ausência de manejo. Pelo contrário, a manutenção do equilíbrio microbiológico exige acompanhamento constante. A concentração de sólidos suspensos, por exemplo, deve ser controlada para evitar acúmulo excessivo de partículas. Khanjani, Sharifinia e Emerenciano (2024) ressaltam que, embora a BFT apresente vantagens produtivas e ambientais, seu funcionamento pode ser comprometido quando ocorre desequilíbrio na comunidade microbiana ou acúmulo excessivo de sólidos, demonstrando que a tecnologia exige controle contínuo dos componentes do sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia de bioflocos apresenta potencial para contribuir com a intensificação sustentável da piscicultura, principalmente por possibilitar o aproveitamento dos nutrientes, reduzir a necessidade de renovação da água e auxiliar no controle dos compostos nitrogenados. A biomassa microbiana formada no sistema também pode representar uma fonte complementar de nutrientes para os peixes.

Entretanto, a eficiência da tecnologia está diretamente relacionada ao manejo adequado da relação carbonoênio, concentração de sólidos, oxigênio dissolvido, pH e alcalinidade. A necessidade de aeração contínua e monitoramento frequente demonstra que a BFT exige conhecimento técnico e acompanhamento permanente. Portanto, quando corretamente manejada, a tecnologia de bioflocos pode representar uma alternativa promissora para aumentar a eficiência produtiva e reduzir impactos ambientais na piscicultura.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

AVNIMELECH, Y. **Biofloc technology: a practical guide book**. 3. ed. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2015.

CRAB, R.; LAMBERT, A.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. **Bio-flocs technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges**. *Aquaculture*, v. 356-357, p. 351-356, 2012.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: blue transformation in action**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024.

KHANJANI, M. H.; SHARIFINIA, M.; EMERENCIANO, M. G. C. **Biofloc Technology (BFT) in Aquaculture: What Goes Right, What Goes Wrong? A Scientific-Based Snapshot**. 2024. DOI: 10.1155/2024/7496572.

YU, Young-Bin; CHOI, Jae-Ho; LEE, Ju-Hyeong; JO, A-Hyun; LEE, Kyung Mi; KIM, Jun-Hwan. **Biofloc Technology in Fish Aquaculture: A Review**. *Antioxidants*, v. 12, n. 2, p. 398, 2023. DOI: 10.3390/antiox12020398.

ANÁLISE DA CONDENAÇÃO DE CARCAÇA BOVINA EM FRIGORÍFICOS DA REGIÃO SUDESTE REGISTRADOS NO SERVIÇO DE INSPEÇÃO FEDERAL ENTRE 2021 E 2026

Thamiris Naiasha Minari Ramos¹.

¹Bolsista do Programa Pesquisa, Produtividade, Desenvolvimento tecnológico e Extensão Inovadora - Uniletoledo Wyden, Araçatuba, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/6160831535881085>

PALAVRAS-CHAVE: Bovino. Inspeção. Condenação.

ÁREA TEMÁTICA: Outras

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/11

INTRODUÇÃO

O consumo de carnes bovina no Brasil apresenta índices expressivos, situando-se acima de 18 kg per capita (ABIEC, 2023; ABIEC, 2024). A bovinocultura contribui significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, impulsionadas pelo alto volume de exportações de carne e demais coprodutos. Para viabilizar a comercialização tanto no mercado interno quanto no externo, o produto deve estar livre de zoonoses e alterações organolépticas, atendendo ainda a exigentes padrões de bem-estar animal, conforme preconiza o Ofício-Circular Conjunto DIPOA-DSA/SDA nº 8/2023.

Um estudo realizado no Rio Grande do Sul revelou que, entre 2015 e 2023, 42.692 carcaças foram condenadas por suspeita de tuberculose bovina, correspondendo a 0,28% do total avaliado, com um pico crítico de 1,50% em 2023. Além do risco sanitário, estimou-se a perda econômica de aproximadamente US\$ 18,3 milhões no período (Quevedo et al., 2026). Sob a ótica do bem-estar animal, a presença de lesões cutâneas ou contusões no momento do abate funciona como um indicador de manejo inadequado na propriedade ou durante o transporte, podendo levar a condenação da área afetada.

OBJETIVO

Considerando a relevância sanitária, econômica e relacionada ao bem-estar animal, o presente trabalho busca descrever as condenações de carcaças e meia-carcaças bovinas e comparar, entre as Unidades Federativas da região Sudeste, os índices mensais de condenação por 100 animais abatidos, no período de 2021 a 2026.

METODOLOGIA

Os dados foram obtidos no Sistema de Informações Gerenciais do Serviço de Inspeção Federal (SIGSIF), plataforma oficial que disponibiliza os dados do serviço de Inspeção Federal (SIF), sob responsabilidade do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). A extração foi realizada em 14 de abril de 2026 coletando as informações dos seguintes relatórios: quantidade de animais abatidos por categoria e relatório de condenação.

Os dados foram analisados no ambiente Jupyter Notebook, utilizando a linguagem Python (3.13.5). Foram selecionadas as variáveis espécie (bovino), o quantitativo de animais abatidos, o quantitativo de condenações, o destino como condenado, Unidade Federativa (UF) de procedência, mês e o ano. A nomenclatura das espécies foi padronizada, sendo mantidos somente os registros referentes a bovinos e a condenação de carcaça e meias carcaças. Registros com informações ausentes ou inconsistentes foram excluídos. Os dados foram agregados por UF, mês e ano. Foi calculado o índice mensal de condenação de carcaças e meias carcaças por 100 animais abatidos.

Foram realizadas a análise descritiva dos quantitativos de abate, das condenações e dos índices calculados. Para cada ano, os índices mensais das Ufs foram comparados pelo teste não paramétrico de Friedman, considerando os meses como blocos de comparação. Nos anos com resultado global significativo, foram realizadas comparações pareadas pelo teste de Wilcoxon, com correção de Holm para múltiplas comparações. Foi adotado nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Em análise exploratória, os diagnósticos mais frequentes foram identificados pela soma das partes afetadas. Para os diagnósticos selecionados, calcularam-se índices específicos por 100 animais abatidos e realizaram-se comparações entre as Ufs pelo mesmo procedimento estatístico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período analisado, o índice global de condenações foi de 0,06% em São Paulo (SP), 0,17% em Minas Gerais (MG), 0,19% no Espírito Santos (ES) e 2,12% no Rio de Janeiro (RJ). Os maiores índices anuais foram observados em 2024 (0,17%), 2025 (0,17%) e 2026, considerando dados parciais até abril (0,17%).

O total de condenação global nesses anos nas Unidades Federativas foram principalmente por alteração restrita em 2025 (50,88%) e 2026 (50,35%), mostrando mudança comparado a 2021 e 2022, em que o principal diagnóstico foi contaminação gastrointestinal e biliar, 24,65% e 23,69%, respectivamente, e em 2023 (29,99%) que foi lesão traumática. A contaminação por conteúdo gastrointestinal e biliar tem relação com falha técnica e manejo no abatedouro/frigorífico (Storck et. al, 2023), devido aos anos recentes o diagnóstico mais frequente ser alteração restrita pode sugerir melhoria no processo de trabalho e manejo dos

animais nas plantas frigoríficas.

O teste de Friedman, considerando exclusivamente as condenações de carcaça e meia carcaça, indicou diferenças entre as UFs quanto ao índice mensal de condenações nos anos de 2021 a 2025 ($p < 0,005$) e 2026 ($p < 0,05$). Nas comparações pareadas pelo teste de Wilcoxon, com correção de Holm, em 2021, São Paulo apresentou índice mediano de condenações significativamente menor que os observados no Espírito Santo, em Minas Gerais e no Rio de Janeiro (p ajustado entre 0,0059 e 0,0234), mantendo em 2022 o índice menor que as demais UFs (p ajustado entre 0,0029 e 0,0195). Em 2023, Rio de Janeiro e Espírito Santo apresentaram índices medianos superior ao de São Paulo e diferiram de Minas Gerais. Não foi observada diferença significativa entre Espírito Santo e Rio de Janeiro. No ano de 2024, Rio de Janeiro apresentou o maior índice mediano (8,52%), diferindo significativamente das demais UFs. Espírito Santo e Minas Gerais apresentaram índice superior ao de São Paulo, mas sem diferença entre si.

Em 2025, o Rio de Janeiro apresentou novamente o maior índice mediano (3,94%), diferindo das demais UFs. Minas Gerais apresentou índice superior aos de São Paulo e Espírito Santo, no entanto não houve diferença significativa entre o Espírito Santo e São Paulo. Em 2026, embora o teste global de Friedman tenha sido significativo ($p < 0,05$), nenhuma das comparações pareadas entre as UFs permaneceu significativo após a correção de Holm (p ajustado $> 0,05$), podendo a quantidade de meses analisadas ter influenciado.

Ao analisar os diagnósticos mais frequentes nos anos avaliados para verificar se eles isoladamente impactaram nas diferenças entre as UF, com o teste de Friedman foi possível observar que não há diferença estatística significativa para um único diagnóstico impactar no índice total de condenações ($p > 0,05$), portanto é possível que a diferença seja em decorrência a soma dos vários diagnósticos.

É notório que a variação entre as UFs não foi constante ao longo do período, evidenciando mudança no padrão temporal das condenações, o que pode ser em decorrência de ações multifatoriais, desde ação de fiscalização e inspeção de forma diversificada até o tratamento e prevenção de enfermidades e o manejo respeitando o bem-estar animal nas propriedades rurais (Camba e Alves, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Houve variação entre as UFs e ao longo dos anos no índice de condenação de carcaças e meias carcaças bovinas por 100 animais abatidos. Os maiores índices globais anuais foram observados em 2024 e 2025, indicando aumento dos registros de condenação. As diferenças não foram explicadas por um diagnóstico isolado, sugerindo caráter multifatorial das condenações.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORES DE CARNE (ABIEC). **Beef Report 2023: perfil da pecuária no Brasil**. ABIEC, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/wp-content/uploads/Final-Beef-Report-2023-Completo-Versao-web.pdf>. Acesso em: 06 março 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORES DE CARNE (ABIEC). **Exportações: dados estatísticos do setor de carne bovina**. ABIEC, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://abiec.com.br/exportacoes/>. Acesso em: 06 março 2026.

CAMBA, E. B. F.; ALVES, K. I. R. **Principais causas de condenação total de carcaça bovina em abatedouro frigorífico em Minas Gerais**. Revista V&Z Em Minas, n. 145, p. 44 – 48, 2020.

QUEVEDO, R. DE S. et al. **Carcasses' condemnation and financial loss due to lesions suggestive of bovine tuberculosis in abattoirs under state inspection in Rio Grande do Sul from 2015 to 2023**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 56, n. 3, e20240399, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20240399>.

STORCK, A. J. C. F.; ANDRADA, C. D. G.; ROSSI, G. A. M. **Principais lesões associadas às condenações de fígado bovino em um abatedouro-frigorífico**. ARS VETERINARIA, v. 39, n.3, p. 053-058, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.15361/2175-0106.2023v39n3p53-58>

CUSTO COMO FATOR NA ESCOLHA DA ALIMENTAÇÃO DE CÃES ADULTOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Marcos Borges Santa Rosa¹; Marco Túlio Santos Siqueira²; Rodolfo Henrique Silva Pereira³; Camila Raineri⁴.

¹Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Minas Gerais.

<https://lattes.cnpq.br/6920158650548124>

²Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Jaboticabal, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/2171869569188113>

³Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, São Paulo.

<http://lattes.cnpq.br/8694705056685438>

⁴Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/0752824652408153>

PALAVRAS-CHAVE: Nutrição canina. Custo da alimentação. Alimentação natural.

ÁREA TEMÁTICA: Outras

DOI: 10.47094/IIICOBRAP.2026/RE/10

INTRODUÇÃO

O mercado pet food tem grande importância econômica em nível mundial, dada a crescente procura por produtos variados e diferenciados destinados a cães e gatos, que buscam aliar nutrição adequada, bem-estar animal e satisfação do tutor (PROVENZANO, 2017). A alimentação é uma das práticas de manejo mais importantes na rotina do tutor de cães, e a preocupação nutricional vem sendo reconhecida como parte do cuidado preventivo com a saúde (BRAGANÇA; QUEIROZ, 2020). Nesse contexto, o Brasil se destaca como grande produtor de rações secas comerciais, com centenas de marcas e dezenas de fabricantes registrados junto ao órgão regulador federal, em diferentes segmentos, funções e processamentos (BRASIL, 2026). Paralelamente, observa-se crescimento na busca por alternativas ditas “naturais”, impulsionado, entre outros fatores, pela repercussão de episódios de contaminação de alimentos industrializados registrados nos Estados Unidos (ANDRADE; MENEGUELLI, 2025). Diante dessa diversidade de opções — rações comerciais industrializadas, alimentação natural comercializada e alimentação natural caseira —, o custo torna-se uma consideração importante no momento da recomendação e da escolha da dieta (CASNA et al., 2017). Ainda assim, apesar de se tratar de tema relevante e debatido, são poucos os estudos que verificam e comparam os custos entre essas modalidades de alimentação para cães (VENDRAMINI et al., 2020). Diante do

exposto, este trabalho tem como objetivo revisar, à luz da literatura científica, as principais características das diferentes formas de alimentação disponíveis para cães adultos e os fatores que influenciam o custo e a escolha alimentar pelos tutores.

OBJETIVO

Apresentar, por meio de revisão de literatura, as principais características nutricionais e mercadológicas das rações comerciais industrializadas, da alimentação natural comercializada e da alimentação natural caseira para cães adultos, discutindo os fatores que influenciam o custo dessas dietas e a escolha alimentar realizada pelos tutores.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter exploratório, desenvolvida a partir do levantamento de artigos científicos, dissertações, monografias, normativas de órgãos reguladores (como MAPA, AAFCO, FEDIAF e NRC) e demais publicações técnicas relacionadas à nutrição e ao mercado de alimentos para cães. A busca priorizou trabalhos nacionais e internacionais disponíveis em bases eletrônicas e repositórios institucionais, sendo os dados organizados e discutidos de forma descritiva, conforme os seguintes eixos temáticos: exigências nutricionais dos cães, classificação dos alimentos comerciais, características da alimentação natural e caseira e fatores que influenciam o custo e a escolha da dieta pelos tutores.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Brasil é o país com a segunda maior população de cães do mundo, com cerca de 54,2 milhões de animais (ABINPET, 2020). Essa proximidade entre humanos e cães, associada à docilidade da espécie e à crescente humanização da relação com o tutor, tem impulsionado o interesse por produtos e serviços voltados à nutrição e ao bem-estar animal (MAZON; MOURA, 2017).

Para cães adultos em manutenção, a dieta deve ser completa e balanceada, sem exceder os níveis ideais de energia, uma vez que o fornecimento de alimentos inadequados em qualidade e quantidade está entre os principais fatores de risco associados à obesidade canina (MENDES et al., 2023), sendo a quantidade de alimento fornecida definida a partir da necessidade energética do animal e da energia metabolizável de cada dieta. As necessidades energéticas diárias variam conforme o peso metabólico do animal, a fase fisiológica e o nível de atividade, podendo ser estimadas conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Estimativa das necessidades energéticas de cães adultos em manutenção.

Categoria	Necessidade energética (kcal EM/dia)
Cães adultos jovens e ativos	$140 \times (\text{PC em kg})^{0,75}$
Cães Dogue Alemão adultos e ativos	$200 \times (\text{PC em kg})^{0,75}$
Cães terriers adultos e ativos	$180 \times (\text{PC em kg})^{0,75}$
Cães inativos	$95 \times (\text{PC em kg})^{0,75}$
Cães idosos ativos	$105 \times (\text{PC em kg})^{0,75}$

Fonte: NRC (2006).

Quanto ao tipo de processamento e ao valor agregado, o mercado costuma segmentar as rações secas comerciais em econômica/standard, premium e super premium (ARNAUD et al., 2023). Os alimentos econômicos competem principalmente por preço, formulados com ingredientes de menor custo, enquanto os segmentos premium e super premium buscam se diferenciar por matérias-primas de maior valor nutricional, tendendo a apresentar maior proporção de proteína de origem animal e melhor digestibilidade proteica (ALMEIDA et al., 2024). A Tabela 2 sintetiza as principais características associadas a cada segmento. Essa classificação, embora amplamente utilizada por técnicos e consumidores, corresponde a uma convenção de mercado, e não a uma categoria oficialmente regulamentada.

Tabela 2 – Características gerais dos segmentos de rações secas comerciais para cães.

Segmento	Estratégia de formulação	Matéria-prima predominante	Proteína de origem animal
Econômica/ Standard	Competitividade por preço	Ingredientes vegetais e subprodutos, menor custo	baixa a moderada
Premium	Diferenciação por valor nutricional	Matérias-primas de melhor qualidade	moderada a alta
Super premium	Constância e seleção da matéria-prima	Ingredientes selecionados, menor variação sazonal	alta

Fonte: adaptado de Arnaud et al. (2023); Almeida et al. (2024).

Nos últimos anos, cresceu entre os tutores o interesse por dietas ditas “naturais” e caseiras, movimento parcialmente impulsionado pela busca por alimentos mais seguros após episódios de contaminação de alimentos industrializados (ANDRADE; MENEGUELLI, 2025). Não há, contudo, legislação brasileira específica que defina o termo “natural”, existindo apenas definições de órgãos internacionais como a AAFCO e a FEDIAF (SOUZA; ALMEIDA JUNIOR, 2024). A alimentação natural pode ser adquirida já preparada e balanceada junto a empresas especializadas, ou elaborada em casa pelo próprio tutor, configurando a chamada dieta caseira (GOUVÊA, 2019). Nesse último caso, é indispensável a orientação de um profissional habilitado (zootecnista ou médico-veterinário), uma vez que estudos apontam que a maioria das receitas caseiras disponíveis na internet apresenta deficiência

em pelo menos um nutriente essencial quando comparada às recomendações dos órgãos reguladores (PEDRINELLI; GOMES; CARCIOFI, 2017).

O custo da alimentação é uma consideração relevante no momento da recomendação de dietas para animais de companhia (CASNA et al., 2017). Comparações realizadas na literatura indicam que as dietas caseiras tendem a apresentar custo superior ao das rações comerciais, mesmo quando formuladas com ingredientes acessíveis (GOUVÊA, 2019). Além do preço, fatores culturais, sociais, pessoais e psicológicos influenciam a decisão de compra, assim como a crescente humanização da relação entre tutores e animais de companhia, que leva parte dos consumidores a aceitar pagar mais por alimentos considerados mais naturais e seguros (GOUVÊA, 2019).

A título de ilustração, um estudo de caso conduzido em Uberlândia-MG comparou o custo diário de dietas caseiras (carne bovina e frango), alimentação natural comercializada e rações secas super premium para um cão adulto de porte pequeno (6 kg) em manutenção (ROSA, 2022), conforme a Tabela 3. As dietas caseiras apresentaram o maior custo diário, sobretudo quando incluído o custo de oportunidade do tempo do tutor no preparo das refeições; sem esse valor, o custo se aproxima do da alimentação natural comercializada. As rações comerciais industrializadas apresentaram, em média, o menor custo diário e por 1000 kcal de energia metabolizável, ainda que com diferença de até R\$ 13,78 entre rações do mesmo segmento, evidenciando que o preço nem sempre acompanha o nível de garantia nutricional do produto (ROSA, 2022).

Tabela 3 – Custo diário e por 1000 kcal de energia metabolizável de diferentes modalidades de alimentação.

Modalidade de alimentação	Custo (R\$/dia)	Custo (R\$/1000 kcal EM)
Dieta caseira – carne bovina	10,95 (7,84 sem custo do tempo do tutor)	30,09
Dieta caseira – frango	10,59 (7,25 sem custo do tempo do tutor)	29,06
Alimentação natural comercializada	8,49	23,32
Ração seca comercial industrializada (média)	6,48	17,70

Fonte: adaptado de Rosa (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o custo seja um fator determinante na escolha da dieta, a literatura mostra que essa decisão também é atravessada por aspectos culturais, emocionais, de saúde e pela crescente humanização da relação entre tutores e seus animais de companhia. Destaca-se ainda que, independentemente da modalidade escolhida, a orientação de um profissional habilitado é fundamental para garantir que a dieta atenda às exigências nutricionais do animal, sobretudo no caso das dietas caseiras, historicamente associadas a deficiências nutricionais quando formuladas sem acompanhamento técnico, além de dados

de custo que orientem decisões mais informadas por parte de tutores e profissionais.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CASNA, B. R.; SHEPERD, M. L.; DELANEY, S. J. Cost comparison of homemade versus commercial adult maintenance canine diets. In: **17th Annual AAVN Clinical Nutritional and Research Abstract Symposium Proceedings**, 2017.

ROSA, M. B. S. **Análise de custos de alimento seco comercial industrializado, alimentação natural caseira e alimentação natural comercializada para cães adultos em manutenção na cidade de Uberlândia-MG**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 42 p. 2022.

ANOTAÇÃO DE COMPOSTOS PRODUZIDOS POR FUNGOS ENDOFÍTICOS DE *Cochlospermum regium* VIA REDES MOLECULARES

Nágila Siqueira de Alencar¹; Douglas Martins de Oliveira Bessa²; Thainara Rodrigues dos Reis³; Vanessa Mara Chapla⁴.

¹Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi, Tocantins.

²Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi, Tocantins.

³Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi, Tocantins.

⁴Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi, Tocantins.

PALAVRAS-CHAVE: Algodãozinho-do-campo. Desreplicação. Microrganismos.

ÁREA TEMÁTICA: Outros

INTRODUÇÃO

Fungos denominados endofíticos vivem em simbiose no interior da planta por pelo menos um período de sua vida, sem causar danos. A planta hospedeira lhe fornece abrigo e nutrientes e em troca os endófitos produzem metabólitos que ajudam a planta em sua nutrição, defesa e adaptabilidade a estresses abióticos (ALAM et al., 2021).

A diversidade de fungos endofíticos varia conforme a espécie e a idade da planta, o clima, a localização geográfica, entre outros fatores. Essa biodiversidade faz dos endófitos excelente fonte de moléculas bioativas com potenciais usos comerciais (MANGANYI e ATEBA, 2020; RASHMI, KUSHVEER e SARMA, 2019).

No Brasil a rica variedade de plantas e fungos, inclusive com uma grande quantidade de espécies endêmicas, faz com que o país tenha um amplo potencial para o desenvolvimento de novos produtos de fontes naturais. Por isso faz-se necessária a interação cada vez maior entre pesquisadores de diferentes especialidades além de técnicas modernas que auxiliem a ampliar nosso conhecimento sobre essa riqueza biológica (BERLINCK et al., 2017).

Dentre as diversas espécies de plantas nativas brasileiras, *Cochlospermum regium*, encontrada no cerrado, é conhecida como algodãozinho-do-campo ou algodãozinho-do-cerrado e destaca-se por suas propriedades antibacteriana, antifúngica, antioxidante e gastroprotetora (CAMILLO et al., 2016). Muitas pesquisas foram feitas com o objetivo de conhecer melhor os compostos químicos produzidos pela planta, mas sua diversidade endofítica ainda é pouco explorada.

OBJETIVO

Tendo em vista que fungos endofíticos são fontes promissoras de moléculas bioativas, este trabalho buscou a geração de redes moleculares objetivando a desreplicação de metabólitos secundários provenientes de três cepas de fungos endofíticos codificados como Cr-1, Cr-11 e Cr-23 isolados das folhas de *C. regium*.

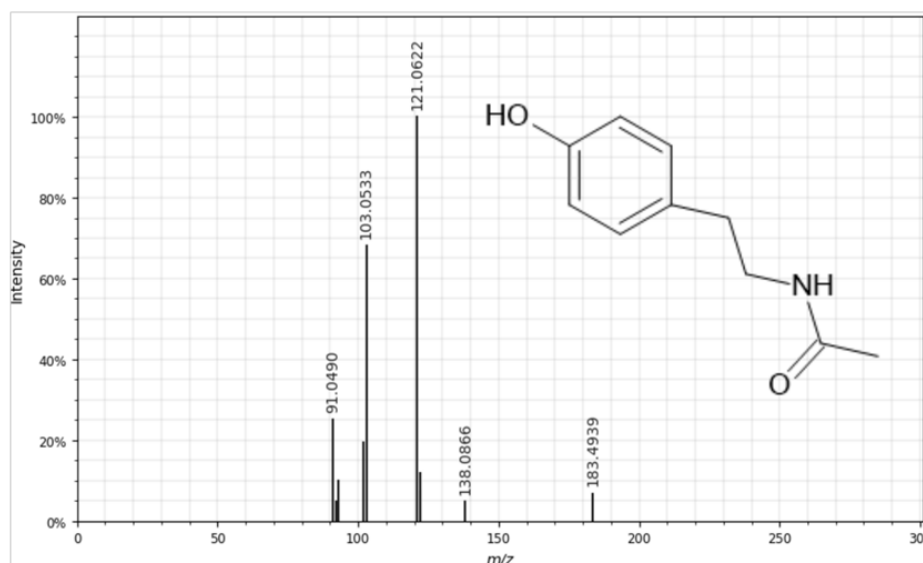
METODOLOGIA

Os fungos foram crescidos em meio líquido BDA por 21 dias a 25 °C, após o período de incubação os micélios foram filtrados e passaram por extração líquido-líquido com acetato de etila. Os extratos brutos dos endófitos foram submetidos a análise por LC-ESI-MS/MS para a obtenção dos espectros. Após o pré-processamento de dados utilizando a ferramenta MZwizard do software MZmine os espectros foram carregados para a plataforma GNPS2 (*Global Natural Products Social Molecular Networking*), onde utilizou-se o fluxo de trabalho *Feature based molecular networking* para a geração das redes moleculares.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram detectados 1531 nodos oriundos dos fungos Cr-1, Cr-11 e Cr-23. Foi possível observar que as 3 amostras de fungos produzem muitos compostos em comum podendo indicar que eles pertençam ao mesmo gênero. A biblioteca espectral do GNPS gerou uma correspondência para o composto *N*-acetiltiramina em 2 espectros das amostras, apesar da grande similaridade entre os espectros, eles não são idênticos e apresentaram tempos de retenção diferentes durante a análise, sugerindo que um dos espectros seja correspondente ao isômero *O*-acetiltiramina.

Figura 1: Espectro anotado como *N*-acetiltiramina pela biblioteca espectral do GNPS.



Fonte: Autor

Houve ainda uma correspondência entre os espectros para o diterpenóide 7b,9-Diidroxi-3-(hidroximetil)-1,1,6,8-tetrametil-5-oxo-1,1a,1b,4,4a,5,7a,7b,8,9-decahidro-9aH-ciclopropa[3,4]benzo[1,2-e]azulen-9a-il. Todos os compostos anotados estavam presentes nas 3 amostras de fungos e recebem nível 2 de anotação pela correspondência com a biblioteca espectral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande quantidade de nodos detectados demonstra o potencial dos fungos endofíticos de *C. regium* em fornecer moléculas bioativas, porém a falta de espectros presentes em bancos de dados públicos ainda representa um desafio para a anotação de compostos. Novas estratégias de desreplicação como ferramentas *in silico* e aprendizado de máquina devem ser exploradas para a elucidação dos demais metabólitos.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- ALAM, B.; LǏ, J.; GĚ, Q.; KHAN, M.A.; GŌNG, J.; MEHMOOD, S.; YUÁN, Y.; GŌNG, W. Endophytic fungi: from symbiosis to secondary metabolite communications or vice versa? *Front. Plant Sci.*, v. 12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.791033>
- BERLINCK, R. G. S.; BORGES, W. S.; SCOTTI, M. T.; VIEIRA, P. C. A química de produtos naturais do Brasil do século XXI. *Quim. Nova*, v. 40, n. 6, 706-710, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170070>
- CAMILLO, J.; MARTINS, R. C.; NETO, G. G.; GULIAS, A. P. S. M.; FILGUEIRAS, A. D.; COSTA, L. C.; SILVA, D. B. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o Futuro: Região Centro-Oeste. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. Brasília, DF: MMA, P. 717-727, 2016.
- MANGANYI, M. C.; ATEBA, C. N. Untapped potentials of endophytic fungi: a review of novel bioactive compounds with biological applications. *Microorganisms*, v. 8, n. 12, p. 1934, 6 dez. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/microorganisms8121934>
- RASHMI, M.; KUSHVEER, J.S.; SARMA, V.V. A worldwide list of endophytic fungi with notes on ecology and diversity. *Mycosphere*, 10(1), 798-1079, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.5943/mycosphere/10/1/19>



contato@editoraomnisscientia.com.br 

https://editoraomnisscientia.com.br/ 

@editora_omnis_scientia 

https://www.facebook.com/omnis.scientia.9 

+55 87 99920-5762 



contato@editoraomnisscientia.com.br 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 87 99920-5762 