

Anais do

II Congresso Brasileiro de

Agropecuária (*On-line*)

Resumos Expandidos

2025



II Congresso Brasileiro de
Agropecuária
(*On-line*)

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

2025



**II Congresso Brasileiro de
Agropecuária**
(*On-line*)

Editora Omnis Scientia

**ANAIS DO II CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA (ON-LINE) –
RESUMOS EXPANDIDOS**

Volume 1

1ª Edição

RECIFE - PE

2025

PARTICIPANTES

COORDENADOR DO EVENTO

Daniel Luís Viana Cruz

COORDENADORA CIENTÍFICA

Elaine Alves dos Santos

COMISSÃO ORGANIZADORA

Integrantes da Editora Omnis Scientia

COMISSÃO CIENTÍFICA

Abraao Targino de Sousa Neto

Camylla Soares Koswoski

Daniel Luís Viana Cruz

Elaine Alves dos Santos

PALESTRANTES

Abraão Targino de Sousa Neto

Alessandra Russi

Camylla Soares Koswoski

Elaine Alves dos Santos

Emanuel Neto Alves de Oliveira

Francisco Matheus Barros das Chagas

Renata Brito

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 e Freepik

Edição de Arte

Vileide Vitória Larangeira Amorim

Revisão

Os autores



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 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 (2. : 2025 : Online).

Anais do II Congresso Brasileiro de Agropecuária :
resumos expandidos [recurso eletrônico] / coordenadora
Elaine Alves dos Santos. — 1. ed. — Recife : Omnis
Scientia, 2025.
Dados eletrônicos (pdf).

Inclui bibliografia.
ISBN 978-65-284-0153-6
DOI: 10.47094/IICOBRAP.2025.RE

1. Agropecuária - Brasil. 2. Inovações agrícolas -
Brasil. 3. Agricultura - Desenvolvimento sustentável.
4. Agronegócio. 5. Engenharia agrícola. I. Santos, Elaine
Alves dos.

CDD23: 630.72081

I-1509254

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

É com grande satisfação que apresentamos os anais do **II Congresso Brasileiro de Agropecuária (On-line)**, evento que se consolida como espaço plural de debate, troca de experiências e difusão de conhecimentos no cenário agropecuário nacional. A segunda edição reafirma o compromisso de reunir pesquisadores, profissionais, estudantes e produtores rurais em torno de discussões que integram ciência, inovação e sustentabilidade, pilares indispensáveis para o fortalecimento da agropecuária brasileira.

Neste volume, o leitor encontrará uma diversidade de trabalhos científicos e relatos de experiências que refletem a amplitude e a relevância das temáticas abordadas. As contribuições aqui reunidas exploram desde práticas produtivas inovadoras até reflexões sobre políticas públicas, tecnologias emergentes e perspectivas de desenvolvimento sustentável no campo. São registros que traduzem o esforço coletivo de uma comunidade acadêmica e profissional dedicada a pensar e transformar a realidade do setor.

Ao tornar-se on-line, o congresso amplia seu alcance, permitindo que vozes de diferentes regiões do Brasil dialoguem em um espaço acessível e democrático. Esperamos que os conteúdos aqui publicados inspirem novas pesquisas, fortaleçam redes de colaboração e contribuam para a formação de profissionais comprometidos com a excelência e com o futuro da agropecuária.

Os títulos dos resumos expandidos listados a seguir correspondem aos trabalhos que receberam menção honrosa:

- **AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA DE SOLOS EM ÁREAS DE SISTEMA INTEGRADO (ILF), DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) E DE PLANTIO COMERCIAL;**
- **CRÉDITOS DE CARBONO EM FLORESTAS PLANTADAS: DESAFIOS REGULATÓRIOS E POTENCIAL NO MUNICÍPIO DE TELÊMACO BORBA;**
- **TESTE DE COZIMENTO DE LINHAGENS DE SOJA ESPECIAIS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA.**

SUMÁRIO – RESUMOS EXPANDIDOS

ÁREA TEMÁTICA: AGRICULTURA SUSTENTAVEL

CRÉDITOS DE CARBONO EM FLORESTAS PLANTADAS: DESAFIOS REGULATÓRIOS E POTENCIAL NO MUNICÍPIO DE TELÊMACO BORBA.....	14
EDUCAÇÃO EM SAÚDE QUÍMICA: PRÁTICAS EDUCATIVAS PARA A PREVENÇÃO DE EXPOSIÇÕES TÓXICAS EM COMUNIDADES RURAIS.....	18
DIAGNÓSTICO ESPACIAL DA DISPONIBILIDADE DE COBRE EM BACIA HIDROGRÁFICA: RELAÇÃO COM A TEXTURA DO SOLO E O FATOR K.....	23
DINÂMICA DO BORO EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS: INTERAÇÕES COM A GRANULOMETRIA E A SUSCETIBILIDADE À EROSÃO.....	28
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ZINCO EM FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS E DO FATOR K EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	33
AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA DE SOLOS EM ÁREAS DE SISTEMA INTEGRADO (ILF), DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) E DE PLANTIO COMERCIAL.....	38
EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO E DOSES DE FÓSFORO NO ESTABELECIMENTO DO BRS TAMANI.....	43
EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE BACTÉRIAS AZOSPIRILLUM E DOSES DE FÓSFORO NO ESTABELECIMENTO DE RAÍZES DO BRS TAMANI.....	47
TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS EM INFRAESTRUTURAS AGROINDUSTRIAIS: CONFORTO, SEGURANÇA E DESENVOLVIMENTO LOCAL.....	51

PLANTIO DE MUDAS COMO PRÁTICA DA DISCIPLINA “BIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO”: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA.....	55
--	----

ÁREA TEMÁTICA: AGROECOLOGIA

QUALIDADE FISIOLÓGICA E VIGOR DE SEMENTES DE MILHO CRIoulos PRODUZIDOS NO SUDOESTE DE MINAS GERAIS.....	60
---	----

ÁREA TEMÁTICA: AGROINDÚSTRIA

ENGENHARIA MECÂNICA E AGROINDÚSTRIA: UMA REVISÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTOS PARA PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS.....	66
---	----

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL EM LINHAGENS DE SOJA PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA.....	71
---	----

FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NA AGROINDÚSTRIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA E SUA INTEGRAÇÃO AOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	76
--	----

ÁREA TEMÁTICA: AGRONOMIA

ANÁLISE DA EXPANSÃO AGROPECUÁRIA NO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE SÃO FELIX DO XINGU.....	82
---	----

TESTE DE COZIMENTO DE LINHAGENS DE SOJA ESPECIAIS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA.....	87
--	----

ATIVIDADE DA ENZIMA LIPOXIGENASE EM LINHAGENS DE SOJA ESPECIAIS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA.....	92
--	----

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE LINHAGENS DE SOJA ESPECIAIS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA.....	97
---	----

ESTOQUES DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO SOB DIFERENTES USOS DA TERRA EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO.....	102
---	-----

ÁREA TEMÁTICA: ENGENHARIA AGRÍCOLA

TRANSFORMAÇÕES NA AGRICULTURA IRRIGADA EM UNAÍ (MG) ENTRE 2000 E 2023.....	108
--	-----

MODELAGEM ESPACIAL DA DISPONIBILIDADE DE FERRO EM BACIA HIDROGRÁFICA: CORRELAÇÃO COM AS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS E COM O FATOR K.....	113
--	-----

ÁREA TEMÁTICA: PECUÁRIA

COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE SILAGENS ADITIVADAS COM RESÍDUO DE CERVEJARIA COM CASCA DE MARACUJÁ.....	118
--	-----

APLICAÇÕES DA ENGENHARIA ELÉTRICA NO MONITORAMENTO ELETRÔNICO DA PECUÁRIA: UMA REVISÃO SOBRE RASTREAMENTO E BEM-ESTAR ANIMAL.....	122
---	-----

ÁREA TEMÁTICA: SEGURANÇA ALIMENTAR

NEUROQUÍMICA, ALIMENTAÇÃO E EMOÇÕES: O PAPEL DO ENSINO DA QUÍMICA PARA A PROMOÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E DO BEM-ESTAR ESTUDANTIL.....	128
---	-----

O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO SOBRE SAÚDE ALIMENTAR: UMA REVISÃO SOBRE APLICAÇÕES INTERDISCIPLINARES NO ENSINO FUNDAMENTAL.....	133
---	-----

CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E SAÚDE ALIMENTAR: UMA REVISÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE DADOS BIOLÓGICOS E ESTATÍSTICOS EM AULAS INTERDISCIPLINARES.....	138
--	-----

MODELAGEM ESPACIAL DA DISPONIBILIDADE DE MANGANÊS EM FUNÇÃO DA TEXTURA DO SOLO EM BACIA HIDROGRÁFICA.....	143
---	-----

ÁREA TEMÁTICA: TECNOLOGIA E PRODUÇÃO

AUTOMAÇÃO ELÉTRICA E MONITORAMENTO DE RISCOS: TECNOLOGIAS APLICADAS À SEGURANÇA NA PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL.....	148
---	-----

TECNOLOGIA E PRODUÇÃO PARA O BEM-ESTAR ESCOLAR: APLICAÇÕES DE DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS NO MONITORAMENTO DA SAÚDE INFANTOJUVENIL.....	153
--	-----

ÁREA TEMÁTICA: OUTRAS

EDUCAÇÃO EM SAÚDE QUÍMICA: PRÁTICAS EDUCATIVAS PARA A PREVENÇÃO DE EXPOSIÇÕES TÓXICAS EM COMUNIDADES RURAIS.....	159
--	-----

EPIDEMIOLOGIA MOLECULAR E EDUCAÇÃO QUÍMICA: INTERFACES PARA O ENSINO SOBRE DOENÇAS RELACIONADAS A CONTAMINANTES AMBIENTAIS.....	164
---	-----

EDUCAÇÃO SANITÁRIA SOBRE QUÍMICA DOS DESINFETANTES: UMA REVISÃO SOBRE O IMPACTO DO ENSINO DE SANEAMENTO AMBIENTAL NA SAÚDE PÚBLICA NO CAMPO.....	168
--	-----

INTEGRAÇÃO ENTRE QUÍMICA ORGÂNICA E ATIVIDADE FÍSICA: PRODUÇÃO DE ESTRATÉGIAS EDUCATIVAS PARA O ENSINO INTERDISCIPLINAR NO CAMPO.....	172
---	-----

EDUCAÇÃO PARA O SANEAMENTO AMBIENTAL: UMA REVISÃO SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NA PROMOÇÃO DA SAÚDE COMUNITÁRIA.....	177
A ENGENHARIA MECÂNICA NA MODERNIZAÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS: UMA REVISÃO DOS IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE E SUSTENTABILIDADE.....	182
TENDÊNCIAS METODOLÓGICAS E VARIÁVEIS INDICADORAS NA AVALIAÇÃO DA PROVISÃO DE ÁGUA NO CERRADO.....	187
TRANSFORMAÇÕES NA AGROPECUÁRIA E NO USO DA TERRA EM FORMOSO (MG) ENTRE 1990 E 2023.....	191
PERSPECTIVA DO REÚSO DE UM EFLUENTE ORIUNDO DA ETE DE UMA USINA NUCLEAR NA IRRIGAÇÃO DE PLANTAS BIOINDICADORAS DE RADIAÇÃO.....	196

ANAIS - RESUMOS EXPANDIDOS

ÁREA TEMÁTICA: AGRICULTURA SUSTENTAVÉL

CRÉDITOS DE CARBONO EM FLORESTAS PLANTADAS: DESAFIOS REGULATÓRIOS E POTENCIAL NO MUNICÍPIO DE TELÊMACO BORBA

Fabiana Diana Urbano Nogueira Bastos Valbão¹.

¹Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto/MG, <http://lattes.cnpq.br/0586054061079609>

RESUMO: O estudo analisa os desafios e o potencial regulatório para a geração de créditos de carbono a partir de florestas plantadas em Telêmaco Borba (PR), município que concentra um dos maiores polos florestais do Brasil, predominantemente de eucalipto. Com abordagem qualitativa, descritiva e exploratória, fundamentada em análise bibliográfica e documental, a pesquisa examinou marcos legais, estudos técnicos e dados científicos sobre sequestro de carbono, destacando lacunas normativas, ausência de protocolos padronizados e fragilidade na articulação institucional. Os resultados indicam que, apesar do alto potencial de mitigação, a falta de integração entre ciência, gestão pública e regulamentação ambiental compromete a inserção do município no mercado de créditos de carbono. Conclui-se que políticas públicas locais, alinhadas a padrões técnicos e jurídicos, são essenciais para transformar o ativo florestal em retorno ambiental e econômico, posicionando Telêmaco Borba como referência na economia de baixa emissão de carbono.

PALAVRAS-CHAVE: Créditos de carbono. Florestas plantadas. Telêmaco Borba.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável.

1. INTRODUÇÃO

O debate crescente sobre mudanças climáticas tem ampliado a relevância das florestas plantadas como estratégia de mitigação, especialmente no mercado de créditos de carbono. Essas áreas, capazes de sequestrar dióxido de carbono e estabilizar ciclos ecológicos, ocupam posição estratégica nas políticas de desenvolvimento sustentável. No Brasil, país com ampla área destinada ao cultivo florestal de eucalipto, destaca-se a necessidade de compreender os desafios regulatórios, operacionais e ambientais que envolvem a geração e comercialização desses créditos, sobretudo em polos produtivos como Telêmaco Borba, no Paraná.

Reconhecido como um dos maiores polos florestais do país, Telêmaco Borba é referência na produção de celulose e papel. Contudo, seu protagonismo ambiental ainda não se traduz em inserção robusta no mercado de créditos de carbono, cujas regras técnicas e jurídicas permanecem em consolidação. Apesar de avanços, como o Decreto nº 11.075/2022, persistem lacunas na regulamentação e na operacionalização dos instrumentos de registro, certificação e controle de créditos oriundos de florestas plantadas.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima reconhece formalmente o papel dessas áreas na mitigação de gases de efeito estufa, mas a implementação de normas que garantam transparência, rastreabilidade e integridade ambiental segue como desafio. Em Telêmaco Borba, essa dificuldade se agrava diante de uma cadeia produtiva consolidada, mas carente de estrutura regulatória que dialogue com marcos climáticos e de conservação de solo e carbono.

A predominância de eucaliptais com ciclos curtos de corte e replantio levanta questões sobre a permanência do sequestro de carbono no solo e na biomassa aérea. Pesquisas indicam que o manejo influencia diretamente os estoques de carbono, reforçando a necessidade de metodologias confiáveis de quantificação e monitoramento. A ausência de protocolos nacionais consolidados amplia a insegurança de investidores e dificulta a credibilidade dos créditos nos mercados voluntário e regulado.

Diante disso, este estudo analisa os desafios e o potencial regulatório da inserção de florestas plantadas no mercado de créditos de carbono, tomando Telêmaco Borba como estudo de caso. Busca-se identificar limites impostos pela legislação, entraves metodológicos e oportunidades de inserção do município em uma economia de baixa emissão. A escolha do recorte se justifica pelo protagonismo local e pela presença de iniciativas incipientes de manejo sustentável e recuperação de áreas degradadas.

Alinhado ao Plano ABC, que reconhece a silvicultura como prática estratégica para mitigação e adaptação às mudanças climáticas, este trabalho pretende contribuir para o debate público e subsidiar políticas que ampliem a participação de territórios florestais no mercado climático, revelando as tensões entre produtividade, conservação e regulação ambiental.

2. METODOLOGIA

O estudo adota abordagem qualitativa, de caráter descritivo e exploratório, baseada em análise bibliográfica e documental, a fim de compreender de forma contextualizada os desafios regulatórios, ambientais e técnicos dos créditos de carbono oriundos de florestas plantadas. Conforme Lakatos e Marconi (2017), a pesquisa bibliográfica envolve levantamento sistemático de materiais publicados, incluindo livros, artigos, teses, dissertações, documentos oficiais e legislação, com ênfase na Política Nacional sobre Mudança do Clima, no Plano ABC e no Decreto nº 11.075/2022.

A análise documental abrange normas ambientais brasileiras e relatórios técnicos de órgãos como o Ministério do Meio Ambiente e o Ministério da Agricultura, além de estudos sobre sequestro de carbono em florestas plantadas, especialmente em solos similares aos de Telêmaco Borba (Demolinari et al., 2007; Inácio, 2009; Sandi, 2009). O conteúdo será sistematizado por análise de conteúdo, com categorização temática, visando identificar fatores que limitam ou potencializam o uso de florestas plantadas como mecanismo de

mitigação climática no contexto regulatório brasileiro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Decreto nº 11.075/2022, ao criar o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (Sinare), representou avanço na consolidação de um mercado regulado. Porém, ainda carece de definições operacionais sobre mensuração, monitoramento, verificação e certificação de emissões e remoções adicionais em florestas plantadas, gerando insegurança jurídica que desestimula iniciativas locais.

Embora a Política Nacional sobre Mudança do Clima e o Plano ABC reconheçam a silvicultura como estratégica na mitigação climática, a ausência de critérios uniformes e protocolos padronizados dificulta transformar esse potencial em ativos climáticos concretos. Estudos indicam que, quando bem manejadas, as florestas plantadas removem carbono de forma significativa, mas em Telêmaco Borba a predominância de monocultivos de rotação curta impõe desafios à permanência do carbono sequestrado e demanda metodologias rigorosas para seu monitoramento.

O estoque de carbono no solo, tema abordado por Inácio (2009), Sandi (2009) e Rangel et al. (2008), é determinante para a credibilidade ambiental dos créditos. No contexto local, onde o uso intensivo do solo é comum, a manutenção da qualidade edáfica e da matéria orgânica é essencial. A falta de protocolos nacionais específicos para solos sob eucalipto compromete a aceitação dos créditos em mercados internacionais, especialmente quando não se considera o carbono acumulado em camadas mais profundas.

A ausência de um plano municipal de mudanças climáticas agrava o problema, pois impede a criação de mecanismos locais que incentivem o registro de projetos e captação de recursos. Além disso, a baixa articulação entre cooperativas, setor privado e órgãos públicos restringe o desenvolvimento de projetos certificados por padrões reconhecidos, como Verra ou Gold Standard.

4. CONCLUSÃO

O estudo evidencia que Telêmaco Borba reúne condições técnicas e extensão florestal favoráveis para gerar créditos de carbono, mas ainda não explora plenamente esse potencial devido à falta de regulamentações específicas, protocolos consolidados e articulação institucional eficaz. O descompasso entre conhecimento científico e estrutura normativa limita o retorno ambiental e econômico desse ativo.

Superar essas lacunas exige políticas públicas locais que aliem produção florestal, pesquisa científica e instrumentos legais, garantindo transparência e credibilidade aos projetos. Com tais avanços, o município pode assumir papel de referência na economia florestal de baixa emissão, alinhando sua vocação produtiva aos compromissos climáticos

nacionais e internacionais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 11.075, de 19 de maio de 2022. Estabelece os procedimentos para elaboração dos Planos Setoriais de Mitigação das Mudanças Climáticas e institui o Sistema Nacional de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (Sinare). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 maio 2022.

DEMOLINARI, D. S. M.; SILVA, I. R.; VERGUTZ, L. T. N., N.; NOVAIS, R. F. Estoques de carbono e nitrogênio do solo sob povoamentos de eucalipto sob diferentes manejos na região do cerrado no centro-oeste de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., 2007, Gramado. Proceedings [...]. Viçosa, MG: SBCS, 2007

DIAS, S. M.; SILVA, J. F. D. Eventos climáticos. *Revista Opiniões*, v. 16, p. 40-41, 2019.

INÁCIO, E. S. B. Distribuição vertical de carbono orgânico em latossolo sob diferentes usos. 2009. 102 f. Tese (Doutorado em Ciência do solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 8. ed. Atlas, 2017.

MARIN, F. R.; ASSAD, E. D.; PILAU, F. G. *Clima e ambiente, introdução a climatologia para ciências ambientais*. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2008. 126 p

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARAES, P. T. G.; MELO, L. C. A.; OLIVEIRA, A. C. de. Soil organic Carbon and total Nitrogen as related with coffee spacing. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 5, p. 2051-2059, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000500026>.

SANDI, J. T. T. Estoque de carbono no solo sob diferentes coberturas vegetais, Chapecó-SC. 2009. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Chapecó.

SANTOS, Darcy Maria da Conceição Laura dos Potencial dos principais polos florestais paranaenses para produção e mitigação climática. Curitiba, 2023.

SOTOMAYOR J. F. M. Métodos de amostragem de solos para a determinação de carbono em três ambientes. 2009 101 f. Dissertação (Mestrado Nutrição Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, SP.

EDUCAÇÃO EM SAÚDE QUÍMICA: PRÁTICAS EDUCATIVAS PARA A PREVENÇÃO DE EXPOSIÇÕES TÓXICAS EM COMUNIDADES RURAIS

Márliton Pereira dos Santos¹; Josilene Martins Inez²; Larissa Damaris Teixeira da Silva³.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, MG.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

²Universidade de Uberaba (UNIUBE), Janaúba, MG.

<http://lattes.cnpq.br/3167821176813462>

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, MG.

<http://lattes.cnpq.br/1576764076598308>

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação automatizada. Eficiência energética. Sustentabilidade.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável.

INTRODUÇÃO

A agricultura moderna está enfrentando desafios cada vez mais complexos, especialmente quando se trata da escassez de recursos naturais como água e energia. Isso exige que se busque soluções tecnológicas que consigam equilibrar produtividade e sustentabilidade. Nesse contexto, os sistemas de irrigação inteligentes se destacam como opções promissoras, pois têm o potencial de otimizar o uso da água e diminuir o consumo de energia através da automação e do controle preciso das variáveis ambientais (Vallejo-Gómez; Osorio; Hincapie, 2023). Contudo, muitos agricultores ainda encontram dificuldades para adotar essas tecnologias, devido a custos iniciais elevados, falta de capacitação técnica e a ausência de políticas públicas que incentivem essa transição (Strong *et al.*, 2022). Por isso, surgiu a hipótese de que a integração de sensores de umidade, controladores lógicos programáveis (CLPs) e fontes de energia renovável, como a solar, pode não só tornar a irrigação mais eficiente, mas também aumentar a sustentabilidade da produção agrícola.

A importância deste estudo se justifica pela necessidade de avaliar, de maneira sistemática, como essas tecnologias impactam a redução do desperdício de água e o aumento da eficiência energética em diferentes contextos produtivos. Além disso, aplicar princípios da engenharia elétrica na agricultura representa uma oportunidade real de transformação do setor, especialmente em regiões com recursos limitados. Portanto, é fundamental reunir evidências científicas que comprovem os benefícios dessas práticas,

para que se possa orientar agricultores, pesquisadores e gestores públicos na adoção de soluções tecnológicas sustentáveis no campo.

OBJETIVO

Este estudo teve como objetivos específicos identificar as principais tecnologias elétricas utilizadas na irrigação automatizada, como sensores de umidade, CLPs e fontes de energia renovável; analisar os ganhos de eficiência energética que podem ser alcançados com a automação de sistemas de irrigação em diferentes contextos agrícolas; e avaliar como essas inovações impactam a sustentabilidade da produção, levando em conta aspectos econômicos, ambientais e operacionais.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com um foco qualitativo e objetivos exploratórios. O estudo seguiu as diretrizes do protocolo Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA), que estabelece critérios para identificar, filtrar e analisar criticamente as evidências disponíveis. As buscas foram realizadas nas bases de dados científicas CAPES e SciELO, abrangendo publicações entre os anos de 2015 e 2025.

Para a estratégia de busca, utilizou-se operadores booleanos com os seguintes descritores: (Irrigação automatizada) E (Eficiência energética) E (Agricultura sustentável) OU (Sistemas elétricos) OU (Tecnologia rural) NÃO (Sistemas obsoletos). Os critérios de inclusão abrangeram artigos em português ou inglês, revisados por pares, com uma abordagem interdisciplinar nas áreas de engenharia elétrica e agricultura, que apresentassem dados informações relevantes sobre eficiência energética e uso racional da água.

Foram excluídos da análise os trabalhos repetidos nas bases, publicações que não estavam disponíveis na íntegra, estudos com um enfoque exclusivamente técnico sem relação com a sustentabilidade agrícola, ou aqueles que não se encaixavam no recorte temporal definido. As etapas da revisão seguiram o fluxograma PRISMA: identificação dos estudos, triagem dos títulos e resumos, verificação da elegibilidade pelo conteúdo completo e inclusão dos materiais finais que atenderam aos critérios estabelecidos. Esse processo garantiu maior confiabilidade e transparência na seleção dos dados analisados.

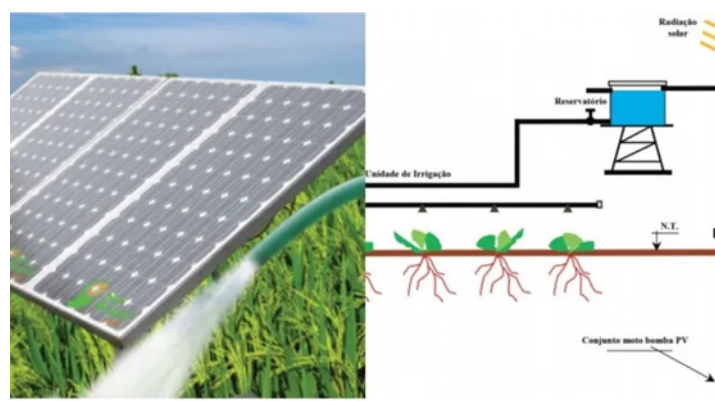
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos artigos selecionados mostrou que a união entre engenharia elétrica e irrigação agrícola está se tornando um pilar fundamental para a sustentabilidade no campo. Pesquisas indicam que sistemas automatizados, como aqueles que utilizam sensores de umidade do solo, controladores lógicos programáveis (CLPs) e painéis solares fotovoltaicos,

ajudam a otimizar o uso da água e da energia elétrica (IQBAL, 2024). Com a adoção dessas tecnologias, os agricultores conseguem monitorar em tempo real as necessidades hídricas das plantações, o que reduz o desperdício de água e aumenta a produtividade por hectare. Além disso, a utilização de algoritmos de controle que se baseiam em dados climáticos históricos e previsões meteorológicas tem se mostrado eficaz para tomar decisões mais acertadas sobre o uso da irrigação.

Para exemplificar a aplicação prática desses sistemas, a Figura 1 apresenta um modelo de sistema inteligente de irrigação com CLP e painéis solares em um ambiente rural. A imagem ilustra a conexão entre sensores, atuadores e a fonte de energia, funcionando de maneira integrada.

Figura 1- Modelo de irrigação com CLP.



Fonte: Desenvolvimento rural (2024).

Essa visualização ressalta a simplicidade operacional e a robustez dos sistemas, destacando como eles podem ser aplicados em comunidades rurais que enfrentam desafios de infraestrutura. Os resultados indicam que, mesmo em regiões com acesso limitado à rede elétrica, a tecnologia pode ser viabilizada por meio de painéis solares e controle programado.

A Tabela 1 resume os principais benefícios e limitações encontrados na literatura científica sobre o uso de sistemas inteligentes de irrigação que dependem de energia elétrica. Antes de colocar tudo em prática, é fundamental considerar fatores como o custo inicial, a qualificação técnica e a adaptação ao clima local.

Tabela 1 – Análise comparativa dos impactos de sistemas inteligentes de irrigação elétrica.

ASPECTO AVALIADO	BENEFÍCIOS IDENTIFICADOS	LIMITAÇÕES APONTADAS
Eficiência no uso de água	Redução de até 40% no consumo hídrico	Necessidade de calibração local
Eficiência energética	Uso de energia solar reduz custos de operação	Alto custo inicial de aquisição
Automatização via sensores e CLP	Monitoramento contínuo e preciso do solo	Exige capacitação técnica para manutenção
Sustentabilidade agrícola	Integra práticas ecológicas ao manejo hídrico	Pouca adesão em comunidades de baixa renda

Fonte: Elaborado pelo autor a partir da revisão sistemática (2025).

Com base nas informações da Tabela 1, fica claro que o potencial dessas tecnologias é bastante promissor, especialmente em regiões que lidam com a escassez de recursos naturais e estão em busca de alternativas sustentáveis. No entanto, ainda precisa-se enfrentar os desafios relacionados a custos e capacitação, que podem ser superados com políticas públicas, extensão rural e programas de educação técnica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, ficou claro que os sistemas de irrigação automatizados, apoiados pela engenharia elétrica, são uma solução promissora para a agricultura sustentável. Eles ajudam a usar a água e a energia de forma mais eficiente. A pesquisa confirmou os objetivos específicos, mostrando como sensores de umidade, CLPs e energia solar contribuem para um controle mais racional da irrigação. Além disso, demonstrou que essas tecnologias podem tornar a produção agrícola mais econômica e equilibrada do ponto de vista ambiental. No entanto, uma limitação deste estudo foi a falta de dados empíricos brasileiros que avaliem a eficácia desses sistemas em diferentes biomas, o que torna difícil generalizar os resultados. Para futuras pesquisas, seria interessante desenvolver estudos de campo focados na adaptação dessas tecnologias em pequenas propriedades, além de criar programas educativos que ajudem os agricultores a operar e manter esses sistemas, ampliando assim o acesso à inovação tecnológica no meio rural.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

DESENVOLVIMENTO RURAL. *Energia solar para irrigação: conheça a tecnologia que está mudando o campo.* 2024. Disponível em: <https://desenvolvimentorural.com/energia-solar-para-irrigacao/>. Acesso em: 11 jul. 2025.

IQBAL, Faazla; *Successful PLC Based Solar Powered Automated Irrigation System*

Prototyping for Water-Strained Agricultural Nations Like Pakistan. International Journal of Automation, Artificial Intelligence and Machine Learning, v. 4, n. 2, art. 317, nov. 2024. DOI: 10.61797/ijaauml.v4i2.317. Acesso em: 18 jul. 2025.

STRONG, Robert; WYNN II, John Thomas; LINDNER, James R.; et al. Evaluating Brazilian agriculturalists' IoT smart agriculture adoption barriers: understanding stakeholder salience prior to launching an innovation. *Sensors*, v. 22, n. 18, art. 6833, set. 2022. DOI: 10.3390/s22186833. Acesso em: 17 jul. 2025.

VALLEJO-GÓMEZ, D.; OSORIO, M.; HINCAPIE, C. A. Smart Irrigation Systems in Agriculture: A Systematic Review. *Agronomy*, v. 13, n. 2, art. 342, jan. 2023. DOI: 10.3390/agronomy13020342. Acesso em: 17 jul. 2025.

DIAGNÓSTICO ESPACIAL DA DISPONIBILIDADE DE COBRE EM BACIA HIDROGRÁFICA: RELAÇÃO COM A TEXTURA DO SOLO E O FATOR K

Arthur Pereira dos Santos¹; Alessandro Xavier da Silva Junior ²; Leticia Tondato Arantes³; Darllan Collins da Cunha e Silva⁴.

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/4312522940689041>

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/6761981647525186>

³ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1169961640150212>

⁴ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1323110670876692>

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento. Concentração de micronutrientes no solo. Propriedades físicas do solo.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável.

INTRODUÇÃO

A eficiência da produção agrícola e a conservação dos solos estão diretamente ligadas às suas propriedades físicas e químicas. Entre os elementos essenciais à nutrição vegetal, o cobre (Cu) se destaca por sua participação em reações enzimáticas e processos fisiológicos (MIR et al., 2021). Contudo, a sua disponibilidade está condicionada a fatores como a textura do solo e a suscetibilidade à erosão, aspectos cruciais para o manejo sustentável.

Com o avanço das tecnologias geoespaciais, tornou-se possível caracterizar, com precisão, a variabilidade dos atributos do solo. O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e técnicas de interpolação permite a identificação de zonas críticas e a adoção de práticas agrícolas mais adequadas à realidade local (SANTOS et al., 2025). Tais práticas são fundamentais para garantir produtividade, reduzir perdas por erosão e atender a metas globais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2, 12 e 15 (ONU, 2015).

Apesar disso, a escassez de dados locais especializados ainda limita intervenções mais eficazes. Nesse sentido, pesquisas que promovam o mapeamento detalhado de micronutrientes como o Cu são indispensáveis para o planejamento agrícola e a mitigação da degradação do solo.

OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo modelar espacialmente a distribuição do Cu no solo da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocabaçu (BHRS), localizada no município de Ibiúna (SP), e avaliar sua relação com as frações granulométricas, fornecendo subsídios para estratégias de manejo conservacionista e incremento da produtividade agrícola.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na BHRS, com área de 202,67 km², inserida no bioma Mata Atlântica. O relevo varia de 854 a 1.199 metros, com clima subtropical e predomínio de atividades hortícolas de base familiar (SANTOS et al., 2025).

A amostragem foi realizada em 27 pontos, estrategicamente distribuídos com base na declividade e nas classes de uso e ocupação do solo, observadas em imagens CBERS-4A (2 m) e inspeção de campo. As áreas contemplaram seis categorias principais: agrícola, floresta, pastagem, urbano, campo e solo exposto (IBGE, 2006).

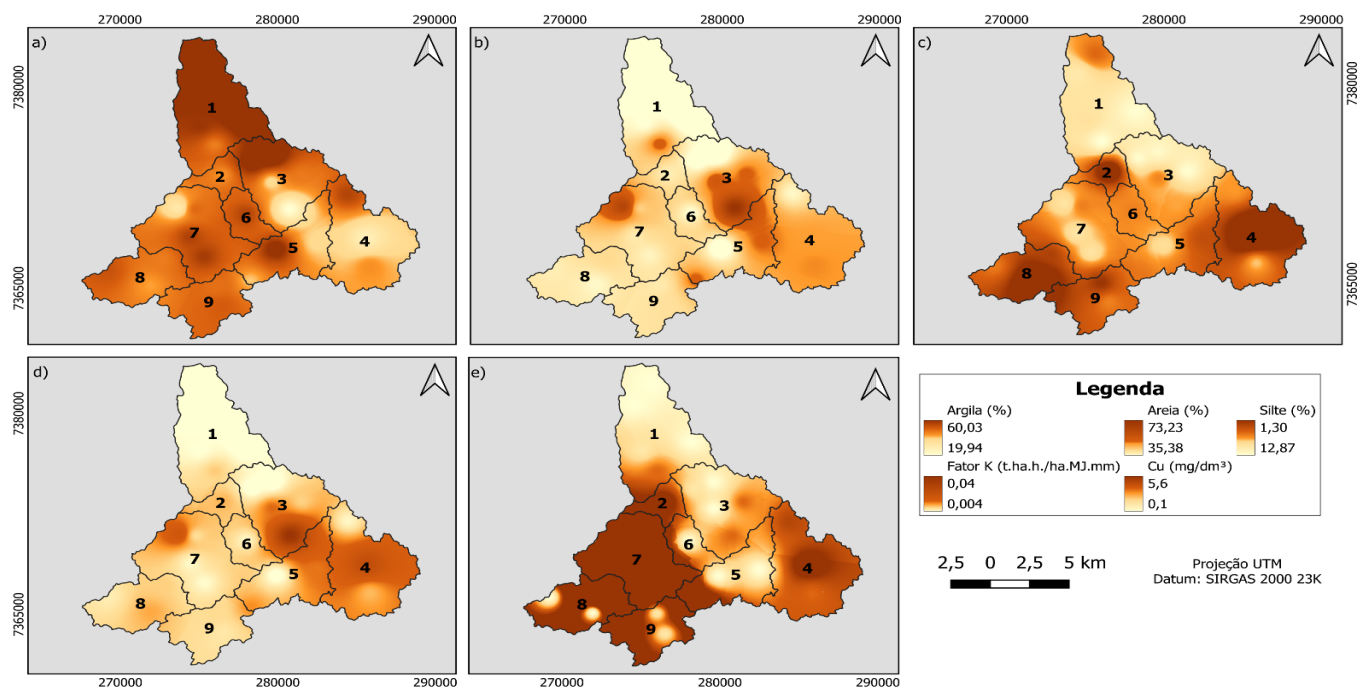
O material coletado foi submetido à análise granulométrica pelo método da pipeta (IAC, 2009). A quantificação de Cu foi feita em laboratório da UNESP/Botucatu, com resultados expressos em mg/dm³.

A modelagem espacial foi conduzida por interpolação IDW no ArcGIS 10.5 (expoente = 2), enquanto a análise estatística e de correlação entre os parâmetros físicos e o cobre foi realizada com base no coeficiente de Pearson. Os mapas foram finalizados no QGIS 3.36.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 exibe a distribuição espacial das frações granulométricas e do cobre nas sub-bacias da BHRS. Adiante, a Tabela 2 apresenta a correlação entre os componentes analisados.

Figura 1: Distribuição espacial de Cu e textura do solo na BHRS



Fonte: Os autores (2025).

Tabela 1: Correlação entre os atributos físicos e o cobre presente no solo.

Componentes	Correlação (r^2)	Equação do Modelo
Cu x Areia	-0,06	$y = -0,006x + 0,8884$
Cu x Argila	-0,24	$y = -0,0196x + 1,603$
Cu x Silte	0,54	$y = 0,0809x - 0,069$
Cu x Fator K	-0,09	$y = -13,255x + 0,7951$

Fonte: Os autores (2025).

As concentrações médias de Cu variaram entre 0,22 mg/dm³ (SB1) e 1,49 mg/dm³ (SB8), revelando grande amplitude e destacando a influência de fatores locais como manejo agrícola, textura do solo e erodibilidade. A SB8, com os maiores teores de silte e fator K elevado, apresentou as maiores concentrações de Cu.

A correlação entre Cu e a fração de silte foi positiva e significativa ($r^2 = 0,54$), sugerindo que solos mais siltosos tendem a reter maiores quantidades desse micronutriente, possivelmente por possuírem textura intermediária, boa aeração e retenção hídrica. Por outro lado, a argila apresentou correlação negativa ($r^2 = -0,24$), indicando que solos mais argilosos dificultam a mobilidade do Cu, talvez em razão da maior adsorção superficial.

A associação entre o Cu e o fator K ($r^2 = -0,09$) foi fraca, mas aponta para a importância do manejo conservacionista, especialmente em áreas mais erodíveis, onde a perda superficial pode comprometer o conteúdo de Cu disponível.

A elevada variabilidade observada (com desvio padrão de até $\pm 1,32 \text{ mg/dm}^3$) reforça a necessidade de estratégias específicas por sub-bacia, considerando as particularidades físico-químicas locais. Os resultados corroboram o papel fundamental da textura na retenção e mobilidade do Cu, conforme descrito por Mir et al. (2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A distribuição espacial do cobre na BHRS apresenta alta dependência das frações granulométricas do solo. O acúmulo do Cu foi favorecido em áreas com maior teor de silte e prejudicado em solos mais argilosos. A baixa correlação com o fator de erodibilidade indica que a textura exerce influência mais direta que a erosão na dinâmica desse elemento.

Esses resultados evidenciam a importância de práticas agrícolas diferenciadas para cada condição de solo, especialmente em regiões de textura siltosa, que demonstraram maior capacidade de retenção do Cu. O uso de técnicas conservacionistas deve ser priorizado em áreas com maior vulnerabilidade à perda de nutrientes.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

IAC – Instituto Agronômico de Campinas. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Org.: CAMARGO, O. A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. Campinas, São Paulo (SP). 2009. Disponível em: https://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/docs/Boletim_Tecnico_106_rev_atual_2009.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. Org.: Diretoria de Geociências. Ministro do Planejamento, Orçamento e Gestão. 2ª ed. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ). 2006. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv32440.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2025.

MIR, A. R.; PICHTEL, J.; HAYAT, S. Copper: uptake, toxicity and tolerance in plants and management of Cu-contaminated soil. **Biometals**, v. 34, n. 4, p. 737-759, 2021.

ONU - Organização das Nações Unidas. General Assembly Resolution A/RES/70/1. **Transforming Our World, the 2030 Agenda for Sustainable Development**. 2015. Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

RIBEIRO, W. R. et al. Water demand of central pivot-irrigated areas in Bahia, Brazil: management of water resources applied to sustainable production. **Environment, Development and Sustainability**, v. 24, n. 10, p. 12340-12366, 2022.

SANTOS, A. P.; SILVA JUNIOR, A. X.; NERY, L. M.; GOMES, G.; TONIOLO, B. P.; SILVA, D. C. C.; LOURENÇO, R. W. **Random forest algorithm applied to model soil textural**

classification in a river basin. Environmental Monitoring and Assessment, 197(3), 330, 2025.

DINÂMICA DO BORO EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS: INTERAÇÕES COM A GRANULOMETRIA E A SUSCETIBILIDADE À EROSÃO

Alessandro Xavier da Silva Junior¹; Arthur Pereira dos Santos²; Leticia Tondato Arantes³; Darllan Collins da Cunha e Silva⁴.

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/6761981647525186>

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/4312522940689041>

³Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1169961640150212>

⁴Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1323110670876692>

PALAVRAS-CHAVE: BHRS. Micronutrientes do solo. Modelagem espacial.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da produção agrícola depende diretamente da relação ente as propriedades físico-químicas do solo, que permeiam sua fertilidade. Entretanto, o Brasil com sua relevância no cenário da agricultura se destaca como um setor estratégico para o desenvolvimento agrícola, porém muitas vezes carece de dados precisos comprometendo o embasamento técnico necessário favorecendo práticas ineficientes e prejudiciais ao meio ambiente.

Isto posto, as medições diretas desses parâmetros demandam tempo e recursos financeiros significativos, o que frequentemente resulta na escassez de dados, desta forma a incorporação de tecnologias espaciais, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), revela-se estratégica, pois possibilita a estimativa de valores em áreas não amostradas por meio de métodos de interpolação, permitindo a caracterização de padrões espaciais e a delimitação de zonas críticas com elevada acurácia (SANTOS et al., 2025).

Embora os macronutrientes sejam amplamente demandados pelas plantas em maiores quantidades, micronutrientes como o Boro (B) possuem papel igualmente essencial, uma vez que interagem de forma complexa com diferentes atributos do solo. Essa dinâmica torna-se ainda mais relevante quando considerada em associação ao fator de erodibilidade (fator K), contribuindo para a compreensão de processos biogeoquímicos (ARANTES et al., 2024).

OBJETIVO

O presente estudo tem como objetivo modelar a distribuição espacial do B em função dos componentes granulométricos do solo em sub-bacias hidrográficas, visando fornecer subsídios técnicos para a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis, capazes de conciliar o aumento da produtividade com a conservação do solo.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocabuçu (BHRS), pertencente à Unidade de Conservação (UC) denominada de Área de Proteção Ambiental (APA) da Represa de Itupararanga, situada na região do Alto Sorocaba.

A coleta de solo em foi realizada em porção individual na camada de 0-20 cm de profundidade (amostras simples) contemplando 27 pontos, definidos de forma a representar diferentes classes de declividade e tipos de uso do solo.

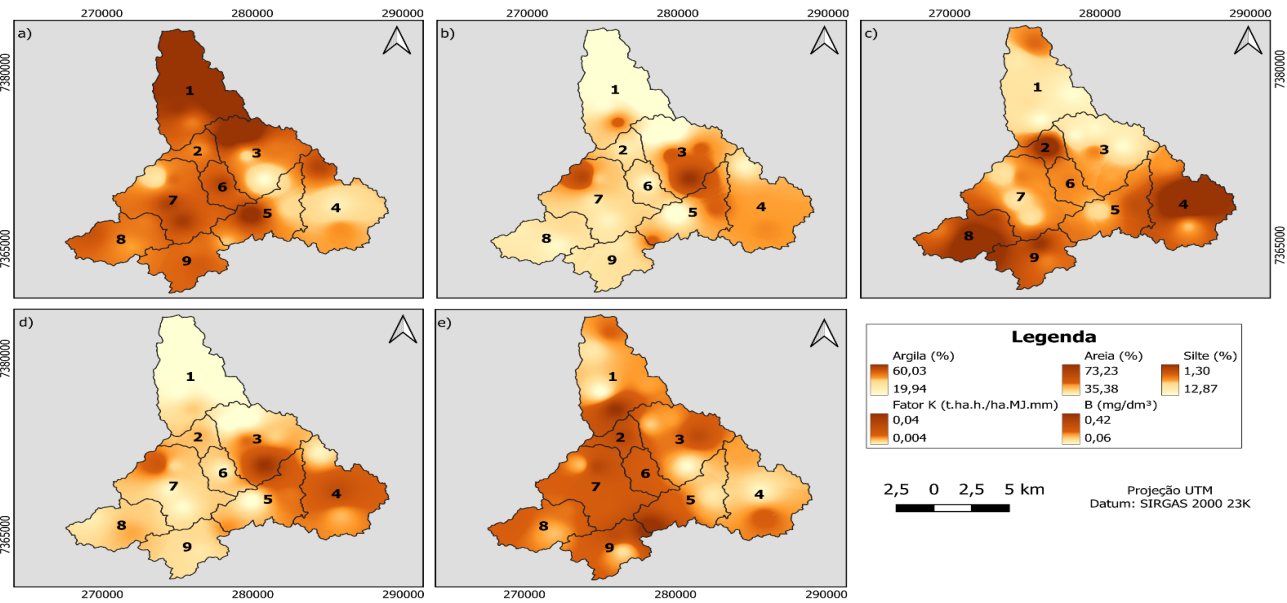
A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta, conforme protocolo do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 2009). Já a quantificação dos teores de B disponível (mg/dm^3) foi conduzida no Laboratório de Análises de Solos da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Botucatu (SP).

Na etapa de análise espacial, aplicou-se a interpolação *Inverse Distance Weighting* (IDW), utilizando expoente 2, no software ArcGIS 10.5 (SANTOS et al., 2025). A correlação entre os teores de B e as variáveis físicas do solo foi examinada por meio do coeficiente de Pearson, enquanto a construção dos mapas temáticos foi realizada no software QGIS 3.36.0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a espacialização das frações texturais juntamente com o B nas sub-bacias da BHRS. Ademais, a Tabela 1, por sua vez, ilustra a correlação de Pearson entre os componentes do solo analisado.

Figura 1: Distribuição espacial da argila (a), areia (b), silte (c), fator K (d) e do boro (e) nas sub-bacias da BHRS.



Fonte: Os autores (2025).

Tabela 1: Correlação entre os atributos físicos e o manganês presente no solo.

Componentes	Correlação (r ²)	Equação do Modelo
B x Areia	-0,21	y = -0,0013x + 0,2467
B x Argila	0,13	y = 0,0006x + 0,1588
B x Silte	0,06	y = 0,0005x + 0,1855
B x Fator K	-0,35	y = -3,3487x + 0,2302

Fonte: Os autores (2025).

Primeiramente, a espacialização das frações físicas do solo e do fator K nas sub-bacias da BHRS evidencia uma variação expressiva, com diferenças marcantes entre os valores mínimos e máximos encontrados. Os resultados apontam para uma menor representatividade do silte e predominância da argila nos solos da bacia, em contraste com as concentrações de areia, o que está em consonância com a classificação textural descrita por Rossi (2017) e Santos et al. (2025).

Na Figura 1, observa-se baixa variabilidade nos teores de B ao longo das sub-bacias, variando entre 0,15 mg/dm³ na SB4 e 0,24 mg/dm³ na SB2. Essa baixa variabilidade sugere uma distribuição relativamente uniforme do elemento, especialmente em áreas com maior teor de argila, cuja elevada capacidade de retenção de água e nutrientes favorece a disponibilidade de B para as plantas (VERA-MALDONADO et al., 2024).

A Tabela 1 demonstra que as correlações entre B e os teores de argila e silte foram positivas, porém fracas ($r^2 = 0,13$ e $r^2 = 0,06$, respectivamente), indicando impacto limitado dessas frações texturais sobre a disponibilidade do micronutriente. Por outro lado, as correlações negativas observadas com areia e fator K ($r^2 = -0,21$ e $r^2 = -0,35$, respectivamente) sugerem que ambos influenciam diretamente a disponibilidade de B. Assim, em áreas com maior suscetibilidade à erosão, a concentração de B tende a ser menor, reforçando a necessidade de atenção no manejo da fertilidade e da erosão do solo.

Os resultados supracitados indicam que, em solos mais erodíveis, o B pode apresentar maior mobilidade, diminuindo suas concentrações superficiais em função do transporte de partículas (EMBRAPA, 2023). Tal dinâmica destaca a importância de considerar simultaneamente as características texturais e os índices de erodibilidade no planejamento agrícola, visto que processos erosivos podem alterar significativamente a distribuição e a disponibilidade do micronutriente.

Portanto, a adoção de práticas de manejo integrado voltadas à sustentabilidade agrícola mostra-se fundamental. Em áreas com alta erodibilidade, práticas conservacionistas, como o terraceamento, que reduz a velocidade de escoamento superficial, e a inserção de cobertura vegetal, que minimiza o impacto direto das chuvas sobre o solo, podem contribuir para a redução da perda de nutrientes e para a manutenção da fertilidade no longo prazo na BHRS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que a disponibilidade de boro na BHRS apresenta baixa variabilidade espacial, influenciada principalmente pela predominância de solos argilosos na região, que favorecem a retenção do nutriente. Em contrapartida, a relação negativa com areia e fator K mostrou que a erodibilidade reduz a disponibilidade de B ao meio, exigindo práticas de manejo conservacionista, garantindo a sustentabilidade agrícola e a conservação do solo no longo prazo.

Além disso, a integração das análises laboratoriais com ferramentas de SIG demonstrou ser um instrumento estratégico para o planejamento agrícola, permitindo não apenas a avaliação da disponibilidade de boro, mas também a possibilidade de aplicação em estudos envolvendo outros nutrientes do solo.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ARANTES, L. T.; SANTOS, A. P.; SILVA, D. C. C.; LOURENÇO, R. W. **Indicador de vulnerabilidade ao carreamento de sedimentos integrado ao sig e sr**. Geo UERJ, n. 45, 2024.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo de Feijão – Boro**.

2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacaotecnologica/cultivos/feijao/producao/micronutrientes/boro>. Acesso em: 17 ago. 2025.

IAC – Instituto Agronômico de Campinas. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. Org.: CAMARGO, O. A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. Campinas, São Paulo (SP). 2009. Disponível em: https://www.iac.sp.gov.br/produtoseseservicos/analisedosolo/docs/Boletim_Tecnico_106_rev_atual_2009.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Ibiúna**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/ibiuna.html>. Acesso em: 17 ago. 2025.

ROSSI, Marcio. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. Instituto Florestal. 2017.

SANTOS, A. P.; SILVA JUNIOR, A. X.; NERY, L. M.; GOMES, G.; TONIOLO, B. P.; SILVA, D. C. C.; LOURENÇO, R. W. **Random forest algorithm applied to model soil textural classification in a river basin**. Environmental Monitoring and Assessment, 197(3), 330, 2025.

VERA-MALDONADO, P.; AQUEA, F.; REYES-DIAZ, M.; CARCAMO-FINCHEIRA, P.; SOTO-CERDA, B.; NUNES-NESI, A.; INOSTROZA-BLANCHETEAU, C. **Role of boron and its interaction with other elements in plants**. Frontiers in Plant Science, v. 15, p. 1332459, 2024.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ZINCO EM FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS E DO FATOR K EM SUB-BACIAS HIDOGRÁFICAS

Alessandro Xavier da Silva Junior¹; Arthur Pereira dos Santos²; Leticia Tondato Arantes³; Darllan Collins da Cunha e Silva⁴.

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/6761981647525186>

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/4312522940689041>

³Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1169961640150212>

⁴Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1323110670876692>

PALAVRAS-CHAVE: BHRS. Zinco. Textura do solo.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável.

INTRODUÇÃO

O solo constitui um recurso natural essencial à manutenção da vida, atuando como base para a sustentação direta ou indireta de todos os organismos vivos. Sua relevância estende-se tanto ao âmbito ecológico quanto ao econômico; entretanto, práticas inadequadas de manejo têm promovido sua exploração excessiva, intensificando processos de degradação e comprometendo sua capacidade de regeneração (GALLARDO, 1988).

A compreensão da variabilidade espacial dos atributos físico-químicos do solo é determinante para a gestão dos processos que regulam sua fertilidade (FAO, 2020). Todavia, as medições diretas desses parâmetros demandam tempo e recursos financeiros significativos, o que frequentemente resulta na escassez de dados e, por consequência, na adoção de estratégias de manejo pouco eficazes.

Nesse cenário, a incorporação de tecnologias espaciais, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), revela-se estratégica, pois possibilita a estimativa de valores em áreas não amostradas por meio de métodos de interpolação, permitindo a caracterização de padrões espaciais e a delimitação de zonas críticas com elevada acurácia (ARANTES et al., 2024).

No contexto do desenvolvimento agrícola, os macronutrientes assumem papel central em razão de sua absorção em maiores proporções pelas plantas. Contudo, micronutrientes como o Zinco (Zn) exercem influência igualmente relevante, apresentando interações complexas com outros atributos do solo. Essa interação é particularmente significativa quando associada ao fator de erodibilidade (fator K), contribuindo para o entendimento de

processos biogeoquímicos, como a lixiviação (SANTOS et al., 2025).

OBJETIVO

Diante desse contexto, este estudo objetiva verificar a influência da granulometria e do fator K na distribuição espacial do Zn no solo da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocabaçu (BHRS).

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na BHRS, inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 10, na região do Alto Sorocaba. A área de estudo possui aproximadamente 202 km² e está totalmente localizada no município de Ibiúna, São Paulo, o qual conta com cerca de 75 mil habitantes e tem na agricultura sua principal atividade econômica (IBGE, 2022).

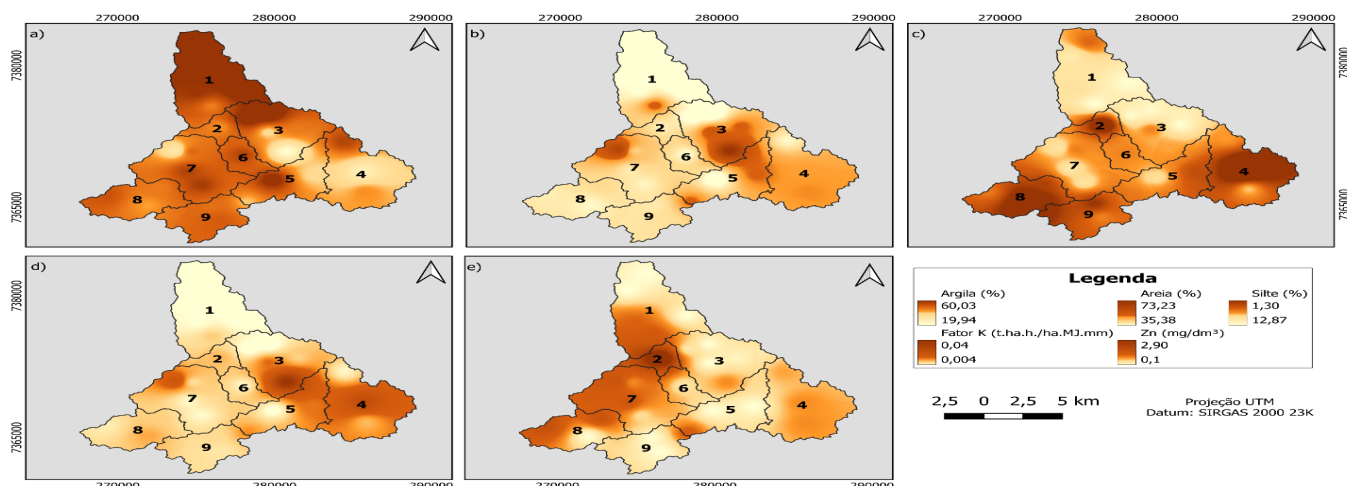
A amostragem de solo foi realizada em 27 pontos, distribuídos de forma a contemplar diferentes classes de declividade e tipos de uso do solo. A análise granulométrica seguiu o método da pipeta, conforme descrito pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC, 2009). A determinação dos teores de Zn disponível (mg/dm³) foi efetuada no Laboratório de Análises de Solos da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Botucatu, SP.

Para a análise espacial, utilizou-se a técnica de interpolação *Inverse Distance Weighting* (IDW), com expoente igual a 2, no software ArcGIS versão 10.5. A relação entre os teores de Zn e as variáveis físicas do solo foi avaliada por meio do coeficiente de correlação de Pearson e, os mapas temáticos foi realizado no software QGIS versão 3.36.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espacialização das frações texturais do solo e do Zn nas sub-bacias da BHRS, está disposto na Figura 1. A Tabela 1, por sua vez, ilustra a correlação entre os componentes do solo analisados.

Figura 1: Distribuição espacial da argila (a), areia (b), silte (c), fator K (d) e do zinco (e) nas sub-bacias da BHRS.



Fonte: Os autores (2025).

Tabela 1: Correlação entre os atributos físicos e o zinco presente no solo.

Componentes	Correlação (r^2)	Equação do Modelo
Zn x Areia	-0,17	$y = -0,0167x + 1,3714$
Zn x Argila	-0,04	$y = -0,0032x + 0,8292$
Zn x Silte	0,32	$y = 0,0457x + 0,2716$
Zn x Fator K	-0,12	$y = -17,782x + 0,8828$

Fonte: Os autores (2025).

A avaliação integrada das frações texturais e do fator K nas sub-bacias da BHRS evidenciou elevada variabilidade textural, o que influencia não apenas a disponibilidade de Zn, mas também a dinâmica de outros nutrientes presentes no solo. Nas áreas mais suscetíveis à erosão, especialmente aquelas com maior proporção de areia, observou-se maior propensão à perda de nutrientes em decorrência dos processos erosivos (SANTOS et al., 2025).

Os dados apresentados na Figura 1 mostram que os teores médios de Zn variaram de forma moderada ao longo da bacia, oscilando entre 0,39 mg/dm³ (SB9) e 1,67 mg/dm³ (SB2). Essa diferença, ainda que não seja expressiva, pode estar associada à maior presença de silte nessas áreas, como observado nas sub-bacias 2 e 9, onde o predomínio dessa fração textural foi predominante.

De acordo com a Tabela 1, a correlação entre Zn e as variáveis físicas do solo foi relativamente baixa. A fração siltosa apresentou a associação mais relevante ($r^2 = 0,32$), sugerindo tendência de maior concentração do micronutriente em solos mais siltosos, a exemplo da SB2. Em contraste, a fração argilosa exibiu correlação negativa fraca ($r^2 =$

-0,04), indicando influência limitada sobre as variações do Zn na área de estudo.

As relações do Zn tanto com a areia quanto com o fator K também foram negativas e de baixa magnitude ($r^2 = -0,17$ e $r^2 = -0,12$, respectivamente). Esses resultados apontam que, em solos de maior erodibilidade, o elemento tende a apresentar maior mobilidade, sugerindo que o aumento da suscetibilidade erosiva pode estar vinculado a uma discreta redução nas concentrações de Zn (CHEN et al., 2025).

Portanto, diante da complexidade das interações entre textura, fator K e disponibilidade de Zn na BHRS, torna-se essencial implementar estratégias de manejo integrado voltadas à sustentabilidade agrícola da bacia. A adoção de práticas adaptativas, ajustadas às condições edáficas específicas de cada sub-bacia, é imprescindível para assegurar a manutenção da produtividade e a conservação dos recursos naturais, sobretudo considerando que a agricultura é a principal atividade econômica regional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada das frações texturais e do fator K nas sub-bacias da BHRS demonstrou que a variabilidade física do solo exerce influência direta na disponibilidade de Zn, ainda que as correlações observadas tenham sido de baixa magnitude. A maior relação encontrada foi com a fração siltosa, sugerindo que solos com maior teor de silte podem favorecer a retenção e concentração desse micronutriente.

Por outro lado, as associações negativas com a fração arenosa, com a argila e com o fator K reforçam a hipótese de que solos mais erodíveis apresentam maior mobilidade e menor disponibilidade de Zn, evidenciando a complexidade das interações entre os parâmetros edáficos analisados.

Diante da predominância da agricultura como atividade econômica na região, torna-se imprescindível a adoção de estratégias de manejo adaptativo, ajustadas às particularidades de cada sub-bacia. A integração de práticas conservacionistas, aliadas a técnicas de monitoramento espacial, pode contribuir para a manutenção da fertilidade, redução de perdas de nutrientes e sustentabilidade da produção agrícola.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ARANTES, L. T.; SANTOS, A. P.; SILVA, D. C. C.; LOURENÇO, R. W. **Indicador de vulnerabilidade ao carreamento de sedimentos integrado ao sig e sr**. Geo UERJ, n. 45, 2024.

CHEN, J.; FAN, P.; ZHANG, F.; TAI, L.; FANG, N.; NIU, Y.; WU, Z.; FU, Z.; WANG, K. **Heavy metal(loid)s migration mechanisms during soil erosion: A systematic quantitative review**. International Soil and Water Conservation Research, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2025.02.002>

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **State of knowledge of soil biodiversity - Status, challenges and potentialities**. Rome: FAO, 2020.

GALLARDO, D. J. Usos y Conservación de Suelos. Geología Ambiental. Série Ingeniería Geoambiental. Instituto Tecnológico Geomineiro de España, Madrid. 1988.

IAC – Instituto Agronômico de Campinas. Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas. Org.: CAMARGO, O. A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. Campinas, São Paulo (SP). 2009. Disponível em: https://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/docs/Boletim_Tecnico_106_rev_atual_2009.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Ibiúna**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/ibiuna.html>. Acesso em: 17 ago. 2025.

ROSSI, Marcio. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. Instituto Florestal. 2017.

SANTOS, A. P.; SILVA JUNIOR, A. X.; NERY, L. M.; GOMES, G.; TONIOLO, B. P.; SILVA, D. C. C.; LOURENÇO, R. W. **Random forest algorithm applied to model soil textural classification in a river basin**. Environmental Monitoring and Assessment, 197(3), 330, 2025.

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA DE SOLOS EM ÁREAS DE SISTEMA INTEGRADO (ILF), DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) E DE PLANTIO COMERCIAL

Guilherme Augusto Reges Pereira¹, Luiza Catarina Lobo de Godoi², Amanda Fernandes de Oliveira³, Roberta Rodrigues do Amaral Rezende⁴.

¹Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás. <http://lattes.cnpq.br/7453336113050692>

²Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás. <http://lattes.cnpq.br/5289613629637825>

³Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás. <https://lattes.cnpq.br/2100246842637377>

⁴Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás. <https://lattes.cnpq.br/3894428490765667>

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade do solo. Agroecossistemas. Sistemas integrados de produção.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável.

INTRODUÇÃO

Com o avanço da agropecuária, o Brasil deixou de ser importador e se tornou um dos maiores exportadores de alimentos, impulsionado por práticas de manejo do solo — envolvendo calagem, fertilização, incremento da matéria orgânica e melhoria da qualidade física e biológica — e pela adoção de sistemas como o plantio direto e os sistemas integrados de produção (Mendes et al., 2022). Segundo Balbino *et al.* (2019), os sistemas integrados geram sinergia entre os componentes, trazendo benefícios econômicos, ambientais e sociais, com maior diversidade e produção, além de atender às demandas ambientais e oferecer serviços ecossistêmicos.

A integração com árvores melhora o solo, beneficiando suas propriedades físicas, químicas e biológicas, aumentando a diversidade da biota e dos microrganismos, tanto na superfície quanto no subsolo (Beule *et al.*, 2020, Beule *et al.*, 2022) e consequentemente, esses microrganismos são essenciais para funções como a ciclagem de nutrientes, a decomposição da matéria orgânica, biorremediação de solos contaminados, entre outras, sendo influenciados pelas condições de conservação do solo e práticas agrícolas (Mendes; Sousa; Junior, 2015; Omotayo; Babalola, 2021). A rizosfera, onde ocorre a interação entre raízes e microrganismos, é fundamental para o crescimento das plantas e a produtividade agrícola. (Omotayo; Babalola, 2021).

Dessa forma, compreender a dinâmica dos bioindicadores em cultivos e vegetação nativa, é fundamental para promover a conservação e qualidade do solo, além de ser essencial à sustentabilidade agrícola e à segurança alimentar (Mendes *et al.*, 2018).

OBJETIVO

O objetivo principal deste estudo é avaliar a relação entre as propriedades físico-químicas e biológicas do solo analisando a atividade enzimática e os impactos do uso do solo em áreas de agricultura convencional, Sistema ILF (Integração Lavoura-Floresta) e mata ciliar em Área de Preservação Permanente (APP).

METODOLOGIA

O estudo descritivo foi conduzido na Escola de Agronomia da UFG, em Goiânia-GO, no bioma Cerrado, em clima tropical sazonal (Aw) (Climate-date, 2023).

Áreas de estudo

Os ecossistemas estudados estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Características dos sistemas de manejo das áreas em estudo.

Sistema	Características
ILF (A e B)	Integração Lavoura Floresta - ILF inclui cinco espécies arbóreas nativas do Cerrado: angico-branco, amburana, vinhático, baru e jatobá, com 4,5 anos de idade, consorciadas com cultura agrícola nos entre renques.
APP (C)	A Área de Preservação Permanente (APP) corresponde à mata ciliar conservada às margens do Rio Meia Ponte, contígua à área agrícola.
Agrícola (D)	A área agrícola é manejada em sistema de plantio direto, com sucessão soja/milho.

Fonte: Autores (2025).

Em outubro, ao final da estação seca, foram coletadas amostras de solo (0–10 cm) em todas as áreas. No sistema ILF, elas ocorreram na linha das espécies florestais (A) e nos entre renques (B). As análises de atividade enzimática (β -glicosidase e arilsulfatase) foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Solos da Embrapa Cerrados, enquanto as análises físicas e químicas ocorreram no LASSOLO/UFG, seguindo metodologias padrão (CFSG, 1988, FAO, 2019, Mendes *et al.*, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indicadores de qualidade do solo (Tabela 2) e a legenda da Figura 3 auxiliam na interpretação das condições dos solos amostrados.

Tabela 2. Interpretação da qualidade dos solos na camada de 0 cm a 10 cm.

Amostra	Aril	Beta	IQS FERTBIO	IQS Biológico	Ciclagem de Nutrientes
A	73,00	102,00	0,87	0,88	0,88
B	36,00	78,00	0,78	0,68	0,68
C	386,00	55,00	0,90	0,82	0,82
D	45,00	57,00	0,83	0,67	0,67

Fonte: Autores (2025).

Legenda: A (Linha); B (entre renques); C (APP - Mata ciliar) D (Agrícola). IQS FERTBIO ((Atividade de Arilsulfatase e de beta-glicosidase ($\mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1} \text{ h}^{-1}$))); Ciclagem de nutrientes - Qualidade da função de ciclagem de nutrientes do solo.

Figura 1. Adaptação da escala de Mendes *et al.* (2020), para interpretação dos dados métricos de IQS Fertbio, IQS Biológico e Ciclagem de Nutrientes.

LEGENDA	
muito alto	0,81 a 1
alto	0,61 a 0,80
médio	0,41 a 0,60
baixo	0,21 a 0,40
muito baixo	0 a 0,20

Fonte: Autores (2025).

A atividade da arilsulfatase (ARIL) variou significativamente entre as áreas, sendo menor no entre-renques (B) ($36 \mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1} \text{ h}^{-1}$) e maior na mata ciliar ($386 \mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1} \text{ h}^{-1}$). A arilsulfatase, de origem microbiana ou vegetal, é uma enzima indicadora da saúde e qualidade do solo (Speir, 1984; Ganeshamurthy; Nielsen, 1990). Mesmo com baixa atividade, a sua presença na área agrícola (D), pode estar relacionada à ação das raízes das árvores, que reduzem a lixiviação de nutrientes ao formar uma zona de segurança, de enraizamento, nos sistemas integrados (Beule *et al.*, 2022).

Para teores de BETA (beta-glicosidase), não houve variações significativas entre as áreas B, C e D, mas na linha de árvores com $102 \mu\text{g p-nitrofenol g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ representou 40% superior ao registrado na área agrícola e na mata ciliar. A beta-glicosidase é uma enzima

envolvida na etapa final da decomposição da celulose, atuando na hidrólise da celobiose (Tabatabai, 1994). Seus altos níveis podem estar ligados à presença de material vegetal rico em celulose nas áreas estudadas.

Os resultados de Beta-glicosidase e Arilsulfatase deste estudo estão de acordo com os de Pandey *et al.* (2014) e Silveira *et al.* (2024), que também observaram maior atividade enzimática em áreas de vegetação nativa em comparação às agrícolas. No entanto, os valores obtidos ainda são inferiores quando comparados aos da área de preservação permanente identificados neste estudo. Dessa forma, os solos analisados são saudáveis. O IQS biológico aumentou na seguinte ordem: ILF - entre renques (B) e Agrícola (D) < ILF na linha (A) = APP (C).

A ciclagem de nutrientes foi maior (muito alta) nas áreas com permanência de árvores (A e C), devido à decomposição contínua da serapilheira, enquanto nas áreas que ocorre a colheita (B e D), a remoção do material vegetal pode reduzir esse processo, porém foi classificada como alta (Mendes et al., 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidencia-se a relevância dos sistemas integrados, especialmente o ILF, que apresentou desempenho igual ou superior às demais condições avaliadas e semelhança para qualidade do solo nas linhas de árvore com a mata ciliar, para os modelos Fertbio e biológico. Isso reforça que a presença de árvores pode favorecer a atividade enzimática e a comunidade microbiana do solo.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

MENDES, I. de C., *et al.* Bioanálise de Solo: a mais nova aliada para a sustentabilidade agrícola.. **Informações Agronômicas**, [s. l.], n. 8, 29 dez. 2020. Embrapa Cerrados, p. 1-11.

CFSG, C. D. F. D. S. Recomendação de corretivos e fertilizantes para Goiás. [S. l.: s. n.]. Goiânia: UFG/EMGOPA, 1988. 101p. (Convênio. Informativo Técnico, 1). Disponível em: https://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/RECOMENDACOES_DE_CORRETIVOS_E_FERTILIZANTES_PARA_GOIAS.pdf

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Measuring and modelling soil carbon stocks and stock changes in livestock production systems**: Guidelines for assessment (Version 1). Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. Rome, FAO. 170 pp, 2019.

PANDEY, Bhanu; AGRAWAL, Madhoolika; SINGH, Siddharth. **Coal mining activities change plant community structure due to air pollution and soil degradation**. *Ecotoxicology*, Dordrecht, v. 23, n. 8, p. 1474-1483, 2014.

SILVEIRA, R. C; SANTOS, I. M. B; THEISEN, G; MATTOS, M. L.T. **Atividade da enzima arilsulfatase em planossolo háplico no agroecossistema de terras baixas**. In: XXXIII CIC - CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10ª SIIPE - SEMANA INTEGRADA, 2024, UFPEL. Anais [...]. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2024/CA_03771.pdf. Acesso em: 17 jun. 2024.

EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO E DOSES DE FÓSFORO NO ESTABELECIMENTO DO BRS TAMANI

Erick Senfft¹; Danielle Jdanova de Lelis Ferreira Vargas da Silva²; Róberson Machado Pimentel³.

¹Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ. <http://lattes.cnpq.br/4733779871724450>

²Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ. <http://lattes.cnpq.br/8699481726314789>

³Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ. <http://lattes.cnpq.br/4533371544863880>

PALAVRAS-CHAVE: Bactéria Diazotrófica. Bioinsumos. Pastagem Degradada.

ÁREA TEMÁTICA: Outros

INTRODUÇÃO

A expansão territorial foi a principal estratégia, no passado, para suprir a demanda por alimentos decorrente do crescimento populacional. Essa prática foi limitada pela escassez de novas áreas agricultáveis e pelo avanço de tecnologias que elevam a produtividade. Ademais, preocupações ambientais aumentaram, estimulando práticas sustentáveis, recuperação de áreas degradadas e mitigação dos gases de efeito estufa. Nesse contexto, os inoculantes microbianos têm ganhado destaque na busca por uma agropecuária sustentável (Santos et al., 2019; Hungria et al., 2016).

Os bioinsumos podem ser alternativa na recuperação de pastagens. Essa ferramenta sustentável é relevante para o Brasil, onde pelo menos metade das áreas de pastagens apresenta algum grau de degradação, causada pelo excesso de animais e pela reposição inadequada de nutrientes (Dias-Filho, 2014). A inoculação com bactérias diazotróficas, promotoras de crescimento e fixadoras de nitrogênio surge como alternativa para reduzir custos com fertilização e mitigar impactos ambientais do uso de adubos químicos (Hungria et al., 2016).

OBJETIVO

Avaliar o efeito da inoculação de bactérias diazotróficas promotoras de crescimento, *Azospirillum* (Ab-V5 e Ab-V6), no estabelecimento do BRS Tamani (*Megathirsus maximus*).

METODOLOGIA

O experimento ocorreu de novembro de 2024 à janeiro de 2025 na Fazenda Escola da Universidade Federal Fluminense em Cachoeiras de Macacu-RJ (22°27'45" S; 42°39'11" W; 57m de altitude – IBGE, 2019). O clima da região, pela classificação de Köppen, é do tipo Af, tropical com verão chuvosos e invernos secos, sem uma estação marcadamente seca, com precipitação anual de 2.050mm e temperatura média de 21,9° C. A área estudada é representativa de pastagem degradada, com plantas daninhas e solo de baixa fertilidade (Tabela 1).

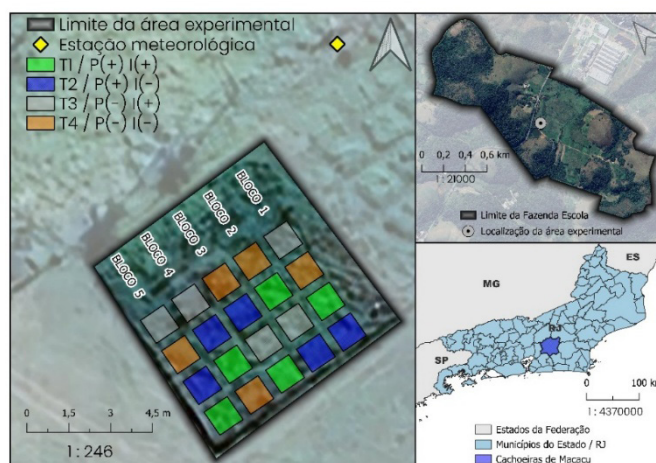
Tabela 1: Composição química e física do solo (camada 0-20 cm) referente à área experimental, Cachoeiras de Macacu-RJ, 2024. P - K (Extrator Mehlich-1); Ca - Mg - Al (Extrator: KCl - 1 mol/L); H + Al (Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0); Matéria orgânica = carbono orgânico x 1,724 (Walkley-Black)

pH (H ₂ O)	6,3	Acidez potencial (H+Al) (cmol _c /kg)	1,9
Matéria orgânica (dag/kg)	2,3	Soma de bases (Ca+Mg+K) (cmol _c /kg)	2,8
P disponível (mg/dm ³)	3,7	CTC efetiva (cmol _c /kg)	2,8
K disponível (mg/dm ³)	22,0	CTC potencial (cmol _c /kg)	4,8
Ca trocável (cmol _c /kg)	2,3	Areia (%)	83,0
Mg trocável (cmol _c /kg)	0,5	Silte (%)	9,0
Al trocável (cmol _c /kg)	0,0	Argila (%)	8,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi utilizado o inoculante BIOCOMPOST® (2g/kg de semente) com *Azospirillum brasiliense*, aplicados diretamente nas sementes do capim BRS Tamani. Os tratamentos implantados foram: T1: fósforo e inoculante P(+) I(+); T2: fósforo sem inoculante P(+) I(-); T3: sem fósforo e com inoculante P(-) I(+); e T4: sem fósforo e sem inoculante P(-) I(-). O delineamento utilizado foi bloco, com 5 repetições 4 tratamentos, com o total de 20 parcelas de aproximadamente 9 m² cada (Figura 1).

Figura 1: Localização geográfica e desenho experimental



Fonte: Elaborado pelo autor.

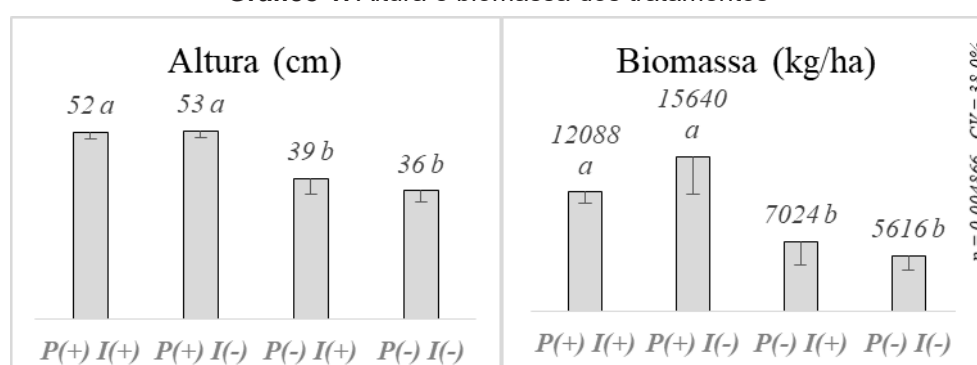
Os seguintes parâmetros do dossel forrageiro foram avaliados aos 40 dias após a semeadura: altura, número de perfilhos e biomassa de forragem. A altura foi mensurada em 10 pontos por parcela com auxílio de uma régua graduada em centímetros, medida do nível do solo à curvatura do horizonte de folhas. O número de perfilhos foi contabilizado pela observação da população de plantas contidas no interior da moldura de ferro de 50 x 50cm. A biomassa foi determinada pelo corte rente ao solo, seguido de secagem em estufa com ventilação forçada (65 °C/72 h).

Os dados foram testados quanto à normalidade (Teste *Shapiro-Wilk*) e homoscedasticidade. Realizou-se análise de variância (ANOVA) e, quando o teste F indicou efeito significativo ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de *Scott-Knott* (5% de significância). As análises foram feitas no *RStudio* 4.2.1 (R Development Core Team, 2013) com o pacote *ExpDes.pt*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação não apresentou efeito significativo ($p > 0,05$) sobre as variáveis da parte aérea do capim BRS Tamani, nem interação com a adubação fosfatada ($p > 0,05$). Já a adubação fosfatada influenciou significativamente ($p < 0,05$) a altura e a biomassa do dossel forrageiro (Gráfico 1). A deficiência de fósforo limita o crescimento e o desenvolvimento vegetal, pois compõe moléculas essenciais, além de participar da fotossíntese, divisão celular e funcionamento dos meristemas (Sawan et al., 2001). A reposição adequada, especialmente de fósforo, é fundamental para o estabelecimento e produtividade de pastagens, sobretudo em solos de baixa fertilidade de áreas degradadas.

Gráfico 1: Altura e biomassa dos tratamentos



Fonte: Elaborado pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inoculação de *Azospirillum* sp. na semeadura do BRS Tamani não substitui a adubação com fósforo, mas futuras investigações devem ser realizadas para verificar a associação da bactéria com o fósforo em médio e longo prazo após a formação da pastagem.

REFERÊNCIAS

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino et al. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. 2014.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. **Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growthpromoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics**. Agriculture, ecosystems & environment, v. 221, p. 125–131, 2016.

SANTOS, Mariana Sanches; NOGUEIRA, Marco Antonio; HUNGRIA, Mariangela. **Microbial inoculants: reviewing the past, discussing the present and previewing an outstanding future for the use of beneficial bacteria in agriculture**. Amb Express, v. 9, n. 1, p. 205, 2019.

SAWAN, Z. M.; HAFEZ, S. A.; BASYONY, A. E. **Effect of phosphorus fertilization and foliar application of chelated zinc and calcium on seed, protein and oil yields and oil properties of cotton**. The Journal of Agricultural Science, v. 136, n. 2, p. 191-198, 2001.

EFEITO DA ASSOCIAÇÃO DE BACTÉRIAS AZOSPIRILLUM E DOSES DE FÓSFORO NO ESTABELECIMENTO DE RAÍZES DO BRS TAMANI

Erick Senfft¹; Danielle Jdanova de Lelis Ferreira Vargas da Silva²; Giullia de Oliveira Leo da Silva³; Róberson Machado Pimentel⁴.

¹Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ. <http://lattes.cnpq.br/4733779871724450>

²Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ. <http://lattes.cnpq.br/8699481726314789>

³Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ. <http://lattes.cnpq.br/6925268525626033>

⁴Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ. <http://lattes.cnpq.br/4533371544863880>

PALAVRAS-CHAVE: Pastagem Degradada. Bactéria Diazotrófica. Meio Ambiente.

ÁREA TEMÁTICA: Outros

INTRODUÇÃO

No Brasil existe, em grande parte, dificuldade em manter a pastagem produtiva, tornando-a degradada e diminuindo a capacidade produtiva e de suporte do pasto, sendo mais da metade da área nessa situação (Dias-Filho, 2014).

Para reduzir custos de fertilização, impactos ambientais da adubação nitrogenada e melhorar a produção, a adoção de bioinsumos como as bactérias diazotróficas, que atuam na fixação biológica de nitrogênio, produzem múltiplos fitormônios e reguladores vegetais, mostram-se uma alternativa. (Cassán et al. (2020).

OBJETIVO

Avaliar se a capacidade de síntese de fitormônios e reguladores da *Azospirillum brasiliense* promove um melhor desenvolvimento de raiz em um solo pobre nutricionalmente com o BRS Tamani.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida em uma área representativa de pastagem degradada (Tabela 1), O experimento ocorreu de novembro a janeiro na Fazenda Escola da Universidade Federal Fluminense em Cachoeiras de Macacu-RJ (22°27'45" S; 42°39'11" W; 57m de altitude – IBGE, 2019). O clima da região, pela classificação de Köppen, é do tipo Af, tropical com verão chuvosos e invernos secos, sem uma estação marcadamente

seca, com precipitação anual de 2.050mm e temperatura média de 21,9° C.

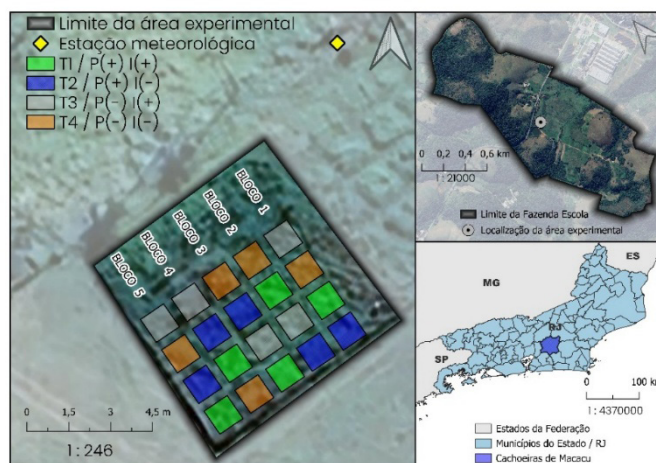
Tabela 1: Composição química e física do solo (camada 0-20 cm) referente à área experimental, Cachoeiras de Macacu-RJ, 2024. P - K (Extrator Mehlich-1); Ca - Mg - Al (Extrator: KCl - 1 mol/L); H + Al (Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0); Matéria orgânica = carbono orgânico x 1,724 (Walkley-Black)

pH (H ₂ O)	6,3	Acidez potencial (H+Al) (cmol _c /kg)	1,9
Matéria orgânica (dag/kg)	2,3	Soma de bases (Ca+Mg+K) (cmol _c /kg)	2,8
P disponível (mg/dm ³)	3,7	CTC efetiva (cmol _c /kg)	2,8
K disponível (mg/dm ³)	22,0	CTC potencial (cmol _c /kg)	4,8
Ca trocável (cmol _c /kg)	2,3	Areia (%)	83,0
Mg trocável (cmol _c /kg)	0,5	Silte (%)	9,0
Al trocável (cmol _c /kg)	0,0	Argila (%)	8,0

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi utilizado o inoculante BIOCUMPOST® (2g/kg de semente) com *Azospirillum brasiliense*, aplicados diretamente nas sementes do capim BRS Tamani. Os tratamentos implantados foram: T1: fósforo e inoculante P(+) I(+); T2: fósforo sem inoculante P(+) I(-); T3: sem fósforo e com inoculante P(-) I(+); e T4: sem fósforo e sem inoculante P(-) I(-). O delineamento utilizado foi bloco, com 5 repetições 4 tratamentos, com o total de 20 parcelas de aproximadamente 9 m² cada (Figura 1).

Figura 1: Localização geográfica e desenho experimental



Fonte: Elaborado pelo autor

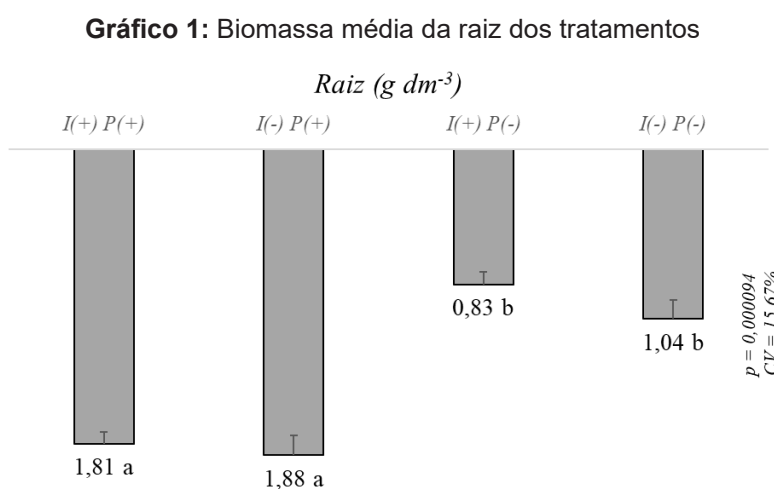
O parâmetro avaliado foi a coleta de 2 dm³ de volume de terra ao redor da linha de plantio onde foi a média de altura na parcela. As amostras foram identificadas, lavadas, peneiradas e levadas a uma estufa com ventilação forçada (65°C/ 72 horas), manualmente

separadas as raízes e pesadas para separar a raiz de outros resíduos.

Os dados foram inicialmente testados quanto à normalidade (Teste Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade. Foi realizado a análise de variância (ANOVA), caso o teste F utilizado encontra-se efeitos significativos ($p < 0,05$) para os fatores e suas interações, as médias dos tratamentos eram comparadas pelo teste de Scott-Knott, adotando-se nível de significância de 5%. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o Software Rstudio versão 4.2.1 (R Development Core Team 2013), com a auxílio do pacote “ExpDes.pt”

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como esperado, as parcelas adubadas com fósforo no plantio obtiveram as maiores biomassas de raiz, cerca do dobro de peso pela área. Ao comparar o efeito da inoculação, era esperado que estimulasse a proliferação das raízes laterais e o alongamento dos pelos radiculares, melhorando a capacidade da planta de absorver nutrientes (Cassán et al. (2020), contudo o estudo mostrou que as parcelas inoculadas obtiveram médias estatisticamente menores de biomassa de raiz (Gráfico 1), demonstrando que nas condições presentes e com o BRS Tamani, a inoculação não conseguiu estimular e nem beneficiar a gramínea, pelo contrário, atrapalhou o desenvolvimento de biomassa de raiz.



Fonte: Elaborado pelo autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inoculação de *Azospirillum* sp. na semeadura do BRS Tamani não substitui a adubação com fósforo nem auxiliou no desenvolvimento de raízes, mas futuras investigações devem ser realizadas para verificar a associação da bactéria com o fósforo em médio e longo prazo após a formação da pastagem.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

DIAS-FILHO, Moacyr Bernardino et al. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. 2014.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growthpromoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 221, p. 125–131, 2016.

TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS EM INFRAESTRUTURAS AGROINDUSTRIAIS: CONFORTO, SEGURANÇA E DESENVOLVIMENTO LOCAL

Taciane Fonseca de Miranda¹.

¹UNISUAM, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. <http://lattes.cnpq.br/8084376087275548>

PALAVRAS-CHAVE: Agroindústria. Sustentabilidade. Segurança do Trabalho.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável

INTRODUÇÃO

Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2023), a agroindústria representa aproximadamente 25% do PIB nacional e emprega milhões de trabalhadores diretos e indiretos. Entretanto, a expansão produtiva tem se apoiado, em grande parte, em infraestruturas rurais convencionais, como galpões, silos, estufas e alojamentos, que muitas vezes desconsideram critérios de sustentabilidade ambiental, conforto térmico e segurança ocupacional (SOUZA; LIMA, 2022). Essa realidade resulta em impactos ambientais significativos e em condições de trabalho frequentemente precárias, sobretudo em pequenas comunidades rurais (FERREIRA; OLIVEIRA, 2020).

Nos últimos anos, pesquisas vêm destacando o papel das tecnologias sustentáveis aplicadas à arquitetura e à engenharia agrícola como alternativas viáveis para conciliar eficiência produtiva, bem-estar humano e preservação ambiental (SANTOS; LIMA, 2021). Inovações como o uso de materiais derivados de resíduos agroindustriais, sistemas bioclimáticos de ventilação natural, telhados verdes, energia solar fotovoltaica e soluções ergonômicas adaptadas ao trabalho no campo têm sido apontadas como instrumentos capazes de transformar as condições de produção no meio rural (CARVALHO; PEREIRA, 2020).

Diante desse contexto, o presente estudo busca refletir sobre as tecnologias sustentáveis aplicadas às infraestruturas agroindustriais, aprofundando-se em duas dimensões centrais:

- I) O detalhamento das inovações tecnológicas sustentáveis, com exemplos concretos de sua aplicação em galpões, silos, alojamentos e unidades agroindustriais;
- II) A conexão dessas inovações com o desenvolvimento local e a segurança do trabalho, discutindo seus impactos na saúde, na ergonomia e na sustentabilidade territorial.

OBJETIVO

Analisar as principais inovações sustentáveis aplicadas às infraestruturas agroindustriais, discutindo suas contribuições para a eficiência produtiva, a segurança ocupacional e o desenvolvimento local no meio rural brasileiro.

METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e exploratória. Foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e documental em bases como SciELO, CAPES Periódicos e Google Scholar. O levantamento foi realizado em agosto de 2025, considerando publicações no período de 2015 a 2025, selecionadas por sua pertinência ao tema de tecnologias sustentáveis, infraestrutura agroindustrial, conforto térmico, biossegurança e desenvolvimento local.

A análise foi conduzida por meio de triangulação temática, que permitiu organizar os resultados em três eixos de investigação:

- I) Sustentabilidade ambiental e eficiência energética;
- II) Conforto térmico, biossegurança e ergonomia;
- III) Impactos socioterritoriais e desenvolvimento local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento revelou um conjunto de inovações sustentáveis aplicadas em diferentes contextos da agroindústria brasileira, que podem ser classificadas em eixos de eficiência energética, uso de materiais sustentáveis, conforto térmico e segurança ocupacional. Para sistematizar essas práticas, apresenta-se o Quadro 1, que resume tecnologias, aplicações e benefícios associados.

Quadro 1: Tecnologias sustentáveis aplicadas às infraestruturas agroindustriais

Tecnologia	Aplicação	Benefícios
Energia solar fotovoltaica	Galpões e silos	Autonomia energética; redução de custos e emissões de CO ₂
Reuso de água pluvial	Estufas e currais	Economia hídrica; sustentabilidade na produção
Telhados verdes e coberturas refletivas	Alojamentos e unidades agroindustriais	Redução da temperatura interna; bem-estar humano e animal
Tijolos ecológicos com resíduos agrícolas (casca de arroz, bagaço de cana, fibras)	Construções rurais	Economia circular; menor impacto ambiental
Ventilação cruzada e aberturas zenitais	Galpões de armazenamento e confinamento	Conforto térmico; melhoria da qualidade do ar
Layouts ergonômicos e barreiras sanitárias	Unidades de processamento de alimentos	Redução de riscos ocupacionais; conformidade com NR 31

Fonte: Adaptado de Santos e Lima (2021); Ferreira e Oliveira (2020); Souza e Lima (2022).

A análise dos estudos mostra que tais tecnologias têm potencial para transformar a realidade agroindustrial, pois integram sustentabilidade ambiental, inovação arquitetônica e saúde ocupacional. Entre os principais avanços destacam-se: a redução do consumo energético e hídrico em unidades produtivas, a incorporação de resíduos agrícolas em sistemas construtivos, a mitigação do estresse térmico em trabalhadores e animais e a adequação de ambientes agroindustriais às normas de biossegurança e ergonomia.

Para sintetizar a lógica dessa integração, apresenta-se o Fluxograma 1, que evidencia a relação entre inovações tecnológicas, melhoria das infraestruturas e impactos positivos no desenvolvimento local.

Fluxograma 1: Relação entre tecnologias sustentáveis e desenvolvimento local



Fonte: Elaboração própria (2025)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que as tecnologias sustentáveis aplicadas às infraestruturas agroindustriais representam um instrumento estratégico para a sustentabilidade e competitividade da agroindústria brasileira. Entre as inovações analisadas, destacam-se soluções de eficiência energética (energia solar, ventilação natural), uso de materiais sustentáveis (resíduos agrícolas, madeira de reflorestamento), técnicas bioclimáticas (telhados verdes, aberturas zenitais) e medidas de biossegurança e ergonomia, que demonstram potencial para transformar a infraestrutura rural em direção a um modelo mais eficiente e resiliente.

Além disso, observou-se que tais inovações impactam diretamente no desenvolvimento local e na segurança do trabalho: contribuem para a redução de riscos ocupacionais, promovem maior conforto térmico e bem-estar dos trabalhadores, estimulam práticas de economia circular nas comunidades rurais e fortalecem a sustentabilidade territorial.

Para consolidar essas inovações, recomenda-se o estímulo por meio de políticas públicas, programas de extensão rural e parcerias entre universidades, agricultores e agroindústrias, ampliando o acesso a soluções sustentáveis e promovendo maior capilaridade territorial.

Assim, as tecnologias sustentáveis aplicadas às infraestruturas agroindustriais não apenas otimizam a produção, mas também consolidam caminhos inovadores para o desenvolvimento local, seguro e sustentável do campo brasileiro. Dessa forma, o estudo atende às duas dimensões anunciadas na introdução — o detalhamento das inovações tecnológicas e seus impactos no desenvolvimento local e na segurança do trabalho —, oferecendo subsídios práticos para decisões de projeto e políticas públicas.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CARVALHO, R.; PEREIRA, F. **Energia solar aplicada a unidades agroindustriais**. Brasília: Embrapa, 2020.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio: resultados de 2023**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2023.

FERREIRA, R.; OLIVEIRA, M. **Sustentabilidade em infraestruturas rurais: aplicação de resíduos agrícolas na construção**. São Paulo: Editora Atlas, 2020.

SANTOS, J.; LIMA, F. **Tecnologias sustentáveis na agroindústria: desafios e perspectivas**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2021.

SOUZA, T.; LIMA, V. **Coberturas verdes e conforto térmico em edificações rurais**. Fortaleza: UFC Editora, 2022.

PLANTIO DE MUDAS COMO PRÁTICA DA DISCIPLINA “BIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO”: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

Ellen Carvalho Peixoto¹.

¹Universidade Federal de Sergipe (UFS), Itabaiana, Sergipe. <http://lattes.cnpq.br/1502722828578041>

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura Sustentável. Reflorestamento. Sustentabilidade.

ÁREA TEMÁTICA: Agricultura Sustentável.

INTRODUÇÃO

A deterioração ambiental, resultante de práticas inadequadas de uso e ocupação do solo, descarte irregular de resíduos e exploração não sustentável dos recursos naturais, representa um desafio significativo à conservação da biodiversidade e à manutenção dos serviços ecossistêmicos (Júnior e Pereira, 2017). Nesse cenário, a agricultura sustentável, bem como o reflorestamento de áreas degradadas, surge como estratégias fundamentais com vistas a mitigar impactos ambientais e favorecer a recuperação ecológica e fortalecer a consciência ambiental da sociedade (Junior, 2025). Entre as práticas voltadas à sustentabilidade, a implantação de mudas de espécies nativas destaca-se como uma ação capaz de recompor a cobertura vegetal, aumentar a diversidade biológica local e colaborar para a educação ambiental (Revista Educação Ambiental, 2018).

No âmbito acadêmico, atividades práticas voltadas à sustentabilidade desempenham papel importante no processo formativo de futuros profissionais de Ciências Biológicas, permitindo a articulação entre teoria e prática e estimulando o fomento de valores socioambientais (Revista Educação Ambiental, 2018). A vivência direta em ações de restauração ambiental favorece a percepção sobre os efeitos negativos dos efeitos da degradação e da relevância de estratégias de manejo e conservação ambiental (Junior, 2025).

Diante desse cenário, o presente trabalho apresenta um relato de experiência realizado durante a disciplina de Educação Ambiental do curso de Ciências Biológicas, no qual os alunos foram orientados a coletar sementes de espécies nativas e efetuar o plantio de mudas em área degradada do Parque Nacional Serra de Itabaiana, que anteriormente funcionava como lixão. A experiência envolveu a preparação do solo, a produção das mudas e a etapa de plantio em campo, promovendo aprendizado prático, engajamento comunitário e reflexão sobre práticas sustentáveis. Ao longo do relato, serão detalhados os procedimentos realizados, os desafios enfrentados e os benefícios observados, evidenciando a importância do plantio de mudas como instrumento de educação ambiental,

recuperação ecológica e promoção da sustentabilidade.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é relatar e analisar a experiência de plantio de mudas de espécies nativas, desenvolvida como atividade prática de uma disciplina do curso de Ciências Biológicas, em uma área degradada do Parque Nacional Serra de Itabaiana, visando promover a recuperação ambiental do local.

METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza aplicada, com objetivo descritivo e abordagem participante. Com relação aos procedimentos, trata-se de um relato de experiência oriundo de uma atividade prática realizada na disciplina de Educação Ambiental, do curso de Ciências Biológicas. A atividade foi realizada na Unidade de Conservação “Parque Nacional Serra de Itabaiana”, em Sergipe, em uma área antes utilizada como lixão, e que está em processo de recuperação.

A população envolvida foi composta por graduandos em Ciências Biológicas, sob orientação do professor responsável pela disciplina. A atividade, desenvolvida durante quatro meses, consistia na coleta de sementes de pelo menos três espécies nativas por cada estudante, seguida do cultivo das plântulas durante três meses para que pudessem atingir um tamanho ideal, e do plantio das mudas na área degradada.

A técnica utilizada foi a observação participante, acompanhada do registro das etapas de preparação da área, seleção das sementes, produção das mudas e execução do plantio. Como não houve coleta de dados quantitativos, a análise foi realizada de forma qualitativa, considerando os aspectos pedagógicos, ambientais e sociais relacionados à experiência.

Por se tratar de atividade prática em disciplina curricular, sem envolvimento de seres humanos em caráter experimental ou coleta de informações pessoais, não houve necessidade de submissão ao comitê de ética em pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A experiência de implantação de mudas realizada pelos alunos permitiu observar de forma prática diversos aspectos relacionados para a recuperação de áreas degradadas e à importância da agricultura sustentável (Soares e Martins, 2022). Cada estudante participou de forma ativa de todo o processo, desde a coleta de sementes, a produção de mudas, até a preparação do solo e o plantio em campo, envolvendo atividades como remoção do mato e abertura dos berços de plantio (Deus, 2014). Foram confeccionadas e plantadas aproximadamente 30 mudas por aluno, contemplando pelo menos três diferentes espécies nativas, com o objetivo de assegurar diversidade na recuperação da área.

Uma observação realizada alguns meses após o plantio apontou que a maior parte das mudas estava em crescimento, o que mostra a viabilidade da técnica aplicada, sem o uso de nenhum produto químico, bem como o potencial de recuperação da área degradada, ainda que em estágio inicial. Entre os desafios enfrentados pelos alunos, destacou-se a necessidade de cuidados constantes para manter as mudas vivas, assim como o esforço exigido no preparo do solo no dia do plantio (Lima e Machado, 2023).

A experiência proporcionou importantes aprendizados para os alunos, e com ela foi possível valorizar o processo de formação de mudas, reconhecendo-o como uma atividade trabalhosa que exige planejamento, paciência e dedicação (Soares e Martins, 2022). Também ficou evidente a complexidade de recuperar uma área degradada, mesmo em uma pequena extensão, reforçando a importância de práticas preventivas e de manejo ambiental adequado (Revista Educação Ambiental, 2018). A vivência contribuiu ainda para a conscientização sobre a preservação do meio ambiente, evidenciando que ações sustentáveis, mesmo que individuais ou em pequena escala, têm impacto significativo.

Dessa maneira, os resultados alcançados não se limitaram ao desenvolvimento das mudas, mas se estenderam à formação de valores socioambientais, mostrando que atividades práticas de educação ambiental são eficazes para integrar conhecimentos teóricos, habilidades práticas e conscientização ecológica (Soares e Comassetto, 2022). A experiência reforça a importância do plantio de mudas como ferramenta educativa e como estratégia de conservação, evidenciando o papel da participação ativa dos estudantes na promoção da sustentabilidade e na restauração de áreas degradadas (Lima e Machado, 2023).

Figura 1: Confecção de mudas de espécies nativas.



Fonte: Autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados observados durante a experiência de plantio de mudas, conclui-se que a atividade foi eficaz tanto na recuperação inicial da área degradada quanto na promoção da conscientização ambiental entre os alunos. O envolvimento dos estudantes

em todas as etapas permitiu uma compreensão prática acerca da restauração de áreas degradadas e do esforço necessário para manter espécies nativas em crescimento. Observou-se também que a vivência prática fortaleceu o aprendizado teórico da disciplina de Biologia da Conservação, promovendo a articulação entre o conhecimento científico e aplicação prática, assim como a internalização de valores socioambientais importantes, como responsabilidade ecológica, sustentabilidade e preservação do meio ambiente.

Dessa forma, o relato de experiência alcançou o objetivo proposto, ao demonstrar a relevância do plantio de mudas enquanto instrumento de educação ambiental e como estratégia de agricultura sustentável direcionada à recuperação de áreas degradadas. Além disso, a atividade favoreceu o engajamento e a formação de consciência crítica dos participantes, consolidando a importância de práticas educativas que aproximem estudantes da preservação ambiental. A publicação deste relato de experiência tem por finalidade a divulgação científica e profissional, permitindo que outros educadores e pesquisadores possam conhecer, reproduzir ou adaptar a prática em contextos semelhantes, contribuindo para difundir ações de sustentabilidade e educação ambiental.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

DEUS, Tarcísio *et al.* **Educação ambiental nas escolas:** arborização do colégio estadual Rui Barbosa, Juazeiro- BA. Minas Gerais: IBEAS, 2014.

JÚNIOR, Antônio e PEREIRA, Emmanuelle. **Degradação ambiental e a diversidade biológica/biodiversidade:** uma revisão integrativa. Pará: Enciclopédia Biosfera, 2017. DOI: 10.18677/EnciBio_2017B79.

JUNIOR, José. **A degradação do meio ambiente e a biodiversidade brasileira:** uma revisão bibliográfica sobre a conservação ambiental. Il Scientific, 2025. ISSN/3085-6540.

LIMA, Luciana e MACHADO, Ana. **Implementação de viveiros de plantas para fins pedagógicos:** potencializando a educação ambiental. Curitiba: Caderno Pedagógico, 2023. ISSN: 1983-0882.

SOARES, Anderlândia; MARTINS, Samille e RODRIGUES, Alzeir. **Plantio de mudas como estratégia pedagógica de educação ambiental:** um relato de experiência. CONEDU, 2022. ISSN: 2358-8829.

SOARES, Signe e COMASSETTO, Thaissa. **Viveiro de espécies arbóreas:** prática de educação ambiental em uma escola da Amazônia Oriental. São Paulo: Revista Brasileira de Educação Ambiental, 2022.

ÁREA TEMÁTICA: AGROECOLOGIA

QUALIDADE FISIOLÓGICA E VIGOR DE SEMENTES DE MILHO CRIoulos PRODUZIDOS NO SUDOESTE DE MINAS GERAIS

Renata Brito¹; Fabiana Fróes Cordeiro²; Matheus Vinícius de Oliveira³.

¹Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Passos, MG.

<http://lattes.cnpq.br/3664546487771369>

²Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ.

<http://lattes.cnpq.br/0246042264250517>

³Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Passos, MG.

<http://lattes.cnpq.br/0904856308927429>

PALAVRAS-CHAVE: Germinação. Conservação de recursos genéticos. Agricultura familiar.

ÁREA TEMÁTICA: Agroecologia

INTRODUÇÃO

O milho crioulo representa um patrimônio genético de grande relevância para a agricultura familiar, por estar associado à conservação da agrobiodiversidade, à segurança alimentar e à manutenção de práticas tradicionais de cultivo. No Brasil, e em especial em Minas Gerais, agricultores familiares desempenham papel central na preservação dessas variedades, garantindo a continuidade de sistemas locais de sementes adaptados às condições ambientais e socioculturais específicas (OLIVEIRA et al., 2023).

A qualidade fisiológica das sementes é um fator decisivo para o estabelecimento da lavoura, uma vez que influencia diretamente a germinação, o vigor e a formação de plântulas uniformes. Testes como germinação, primeira contagem e índice de velocidade de emergência são amplamente utilizados para avaliar o potencial de desempenho das sementes em campo (SILVA et al., 2022). Pesquisas recentes demonstram que sementes crioulas apresentam grande variabilidade nesses parâmetros, dependendo do sistema de armazenamento, da idade do lote e das condições ambientais durante a safra (MIRANDA et al., 2021; NASCIMENTO; BARROS; COSTA, 2020).

Outro desafio associado à conservação das variedades crioulas está relacionado ao fluxo gênico proveniente de cultivares comerciais e transgênicas. Estudos desenvolvidos em regiões do semiárido e do Sudeste detectaram a presença de proteínas transgênicas em amostras de milho crioulo, evidenciando a contaminação genética e seus possíveis impactos sobre a identidade varietal e a qualidade fisiológica das sementes (SANTOS et

al., 2021; MOURA et al., 2022). Esses resultados reforçam a necessidade de estratégias de manejo espacial e temporal que assegurem a integridade dos materiais tradicionais, sem comprometer sua capacidade produtiva.

No Sudoeste de Minas Gerais, onde predomina a agricultura familiar diversificada, ainda são escassos estudos que integrem a avaliação da qualidade fisiológica de sementes crioulas com práticas locais de armazenamento e conservação. Assim, torna-se fundamental investigar o desempenho germinativo e o vigor dessas sementes, de modo a subsidiar ações voltadas à valorização dos recursos genéticos locais e à sustentabilidade dos sistemas produtivos tradicionais (OLIVEIRA et al., 2023; SILVA et al., 2022).

Adicionalmente, a discussão sobre a qualidade de sementes crioulas deve considerar as pressões externas exercidas pelo mercado de sementes comerciais e transgênicas. A homogeneização genética e a dependência de pacotes tecnológicos associados a híbridos comerciais podem comprometer a diversidade cultivada nas propriedades familiares (GONÇALVES et al., 2019). Nesse contexto, a valorização das sementes crioulas, associada a práticas de manejo agroecológico e à conservação participativa, torna-se essencial não apenas para a sustentabilidade agrícola, mas também para a construção de alternativas produtivas frente aos desafios climáticos e econômicos atuais (FERREIRA; MENEZES, 2022).

OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica e o vigor de dois lotes de sementes de milho crioulas produzidos no Sudoeste de Minas Gerais. Para tanto, foram considerados parâmetros amplamente utilizados em análises de sementes, tais como germinação (%), primeira contagem de germinação (%) e comprimento de plântulas (cm).

METODOLOGIA

O experimento foi realizado com dois lotes distintos de sementes de milho crioulo, doados por uma comunidade de produtores da região de Passos – MG, e foi usado como controle um lote de milhos produzidos sob sistema convencional. A avaliação da qualidade fisiológica foi conduzida por meio dos testes de germinação, primeira contagem do teste de germinação e comprimento de plântulas, seguindo os procedimentos estabelecidos pelas Regras para Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

O teste de germinação foi conduzido em germinador tipo BOD regulado a 25 °C. Cada lote foi composto por quatro repetições de 25 sementes, semeadas em papel germitest disposto no sistema rolo, previamente umedecido com água em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. A avaliação foi feita em duas etapas: a primeira contagem aos quatro dias após a instalação do teste e a contagem final aos sete dias, sendo os resultados expressos em percentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

O comprimento de plântulas, assim como o teste de primeira contagem, é considerado teste de vigor, e foi realizado em conjunto com o teste de germinação. Para tanto, ao final do período de sete dias, dez plântulas normais de cada repetição foram selecionadas aleatoriamente. Em seguida, procedeu-se à medição do comprimento da parte aérea e da raiz primária com paquímetro milimetrado. Os resultados foram expressos em centímetros por plântula, possibilitando a comparação do vigor entre os dois lotes avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de germinação, primeira contagem e comprimento de plântulas indicaram que os dois lotes de sementes de milho crioulo avaliados apresentaram qualidade fisiológica e vigor adequados para o estabelecimento da cultura em campo. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os lotes (Tabela 1), evidenciando que ambos possuem características fisiológicas compatíveis com os padrões exigidos para o cultivo. Estudos anteriores também reportaram germinação superior a 90% em sementes de milho crioulo, como os trabalhos de Catão et al. (2010) e Miranda et al. (2003), corroborando a consistência dos resultados encontrados neste estudo.

A avaliação do comprimento de plântulas, como indicador de vigor, revelou que os lotes apresentaram desenvolvimento radicular e aéreo adequados, sugerindo que as sementes possuem capacidade para estabelecer-se eficientemente no campo. Esse parâmetro é fundamental, pois plântulas vigorosas têm maior potencial para superar estresses ambientais iniciais e estabelecer-se com sucesso. Estudos como o de Silva et al. (2021) reforçam a importância do comprimento de plântulas como indicador de vigor em sementes crioulas.

A ausência de diferenças significativas entre os lotes analisados destaca a homogeneidade na qualidade fisiológica e vigor das sementes crioulas avaliadas, evidenciando que, sob as condições de produção e manejo adotadas pelos agricultores da região de Passos-MG, é possível obter sementes com características adequadas para o cultivo

Portanto, os resultados obtidos neste estudo reforçam a importância das sementes crioulas como componentes fundamentais para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas locais. Além disso, destaca-se a relevância da conservação dessas sementes como estratégia para a preservação da diversidade genética e cultural, assegurando a continuidade da produção agrícola e a segurança alimentar das comunidades envolvidas.

Tabela 1- Primeira contagem do teste de germinação, germinação e comprimento de plântulas de dois lotes de sementes crioulas de milho e de milho convencional.

Tratamento	Primeira contagem do teste de germinação (%)	Germinação (%)	Comprimento de plântulas (cm)
Lote 1	81 A	95 A	6 A
Lote 2	82 A	94 A	5,6 A
Lote convencional	82 A	94 A	5,5 A
Média Geral:	81,67	94,33	5,7 cm
C.V.(%)	1,34	1,16	4,1

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que os dois lotes de sementes de milho crioulo avaliados apresentam qualidade fisiológica e vigor compatíveis com o estabelecimento da cultura em campo. A avaliação de germinação, primeira contagem e comprimento de plântulas evidencia que essas sementes possuem potencial para serem implantadas em condições produtivas e também para armazenamento, garantindo a manutenção de suas características fisiológicas.

Além disso, as sementes crioulas se mostram fundamentais para a preservação da diversidade genética e cultural, representando um repositório vivo de variedades tradicionais adaptadas às condições locais. A utilização desses materiais agrícolas contribui para a autonomia dos agricultores, fortalece a soberania alimentar e constitui uma alternativa sustentável frente à predominância de cultivares transgênicas, assegurando a continuidade da produção e a conservação de recursos genéticos essenciais para futuras gerações.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- CATÃO, H. C. R. M.; COSTA, F. M.; VALADARES, S. V.; DOURADO, R. E.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; SALES, N. L. P. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. *Ciência Rural*, v. 40, n. 10, p. 2060-2066, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/BbHwZ7RPjhPYwBJfn736fMt/> . Acesso em: 24 ago. 2025.
- FERREIRA, T. R.; MENEZES, C. R. Conservação participativa de sementes crioulas: desafios e perspectivas frente às mudanças climáticas. *Agroecologia Hoje*, v. 5, n. 3, p. 33-44, 2022.
- GONÇALVES, E. M. et al. Diversidade genética e pressões do mercado sobre variedades crioulas de milho. *Revista Ciência Rural*, v. 49, n. 7, e20180765, 2019.
- MIRANDA, A. C.; LOPES, R. B.; FONSECA, J. P. Qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo armazenadas em diferentes condições. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 44, n.

3, p. 501-510, 2021.

MIRANDA, G. V.; CANIATO, F. F.; FIDELIS, R. R.; ARAÚJO, E. F.; SOUZA, L. V.; DONÁ, A. A. Qualidade fisiológica de sementes de populações de milho crioulo da zona da mata de Minas Gerais. *Revista Ceres*, v. 50, n. 289, p. 337-345, 2003. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/download/6549/4752/28156> . Acesso em: 24 ago. 2025.

MOURA, L. M. et al. Fluxo gênico em variedades crioulas de milho: implicações para a conservação da agrobiodiversidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 57, e02212, 2022.

NASCIMENTO, T. J.; BARROS, L. S.; COSTA, M. F. Avaliação do vigor de sementes crioulas de milho submetidas a diferentes períodos de armazenamento. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2020.

OLIVEIRA, R. P. et al. Sistemas locais de sementes e conservação on-farm de variedades crioulas em Minas Gerais. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v. 14, n. 1, p. 32-45, 2023.

SANTOS, V. A. et al. Detecção de transgenes em variedades crioulas de milho no Vale do Jequitinhonha, MG. *Cadernos de Agroecologia*, v. 16, n. 2, p. 110-119, 2021.

SILVA, H. R. et al. Testes de vigor aplicados à avaliação de sementes crioulas de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 44, e202244018, 2022.

ÁREA TEMÁTICA: AGROINDUSTRIA

ENGENHARIA MECÂNICA E AGROINDÚSTRIA: UMA REVISÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTOS PARA PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

Márliton Pereira dos Santos¹; Josilene Martins Inez²; Larissa Damaris Teixeira da Silva³.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

²Universidade de Uberaba (UNIUBE), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3167821176813462>

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1576764076598308>

PALAVRAS-CHAVE: Equipamentos industriais. Processamento agrícola. Eficiência térmica.

ÁREA TEMÁTICA: Agroindústria.

INTRODUÇÃO

A modernização da agroindústria se firmou como um elemento crucial para elevar a produtividade, a qualidade e a segurança dos alimentos no Brasil. Nesse contexto, a engenharia mecânica tem um papel vital, promovendo o desenvolvimento de equipamentos industriais eficientes para o processamento e beneficiamento de produtos agropecuários. Tecnologias como trocadores de calor, sistemas de prensagem, esteiras motorizadas e controladores térmicos têm permitido a automação de processos, a diminuição de perdas e a padronização de etapas produtivas que exigem precisão e um controle rigoroso das variáveis operacionais (Zilio *et al.*, 2023).

Além disso, os avanços mecânicos voltados para o setor agroindustrial têm ajudado a melhorar a eficiência energética e a otimizar o uso de recursos naturais, como água e energia térmica, especialmente em processos que envolvem cozimento, secagem, pasteurização ou resfriamento. Segundo Leo *et al.* (2022), a integração entre a engenharia aplicada e as necessidades da indústria tem resultado no desenvolvimento de soluções que aumentam a competitividade da produção agroindustrial nacional, sempre respeitando as normas de segurança alimentar e as exigências do mercado externo.

Dada sua importância econômica, social e ambiental, a agroindústria está cada vez mais exigindo equipamentos robustos, precisos e de fácil manutenção, o que destaca a relevância do trabalho dos engenheiros mecânicos na criação de projetos eficientes

e sustentáveis. Assim, entender as principais inovações tecnológicas nessa área é fundamental para fortalecer as cadeias produtivas, reduzir desperdícios e agregar valor aos produtos agrícolas processados.

OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivos específicos identificar os principais equipamentos desenvolvidos pela engenharia mecânica para o processamento de alimentos na agroindústria. Além disso, buscou-se avaliar como essas tecnologias impactam a eficiência térmica, ajudam a reduzir perdas produtivas e garantem a segurança alimentar.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com uma abordagem qualitativa, natureza básica e objetivos exploratórios. A análise seguiu o protocolo Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA), que orientou todo o processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão de estudos científicos. A coleta de dados e informações foi realizada nas bases de dados CAPES e SciELO, abrangendo publicações do período de 2015 a 2025.

A estratégia de busca foi elaborada com operadores booleanos, utilizando os seguintes descritores combinados: (Engenharia mecânica) E (Processamento de alimentos) E (Agroindústria) OU (Eficiência térmica) OU (Equipamentos industriais) NÃO (Equipamentos obsoletos). Os critérios de inclusão foram: artigos disponíveis na íntegra, publicados em português ou inglês, revisados por pares e que abordavam tecnologias mecânicas aplicadas ao processamento agroindustrial de alimentos.

Por outro lado, os critérios de exclusão incluíram: trabalhos duplicados, estudos sem relação com a temática da engenharia aplicada à agroindústria, publicações que não apresentavam dados técnicos sobre os equipamentos ou que se concentravam apenas em aspectos biológicos da produção. Todos os passos seguiram rigorosamente o fluxograma PRISMA, garantindo transparência, reprodutibilidade e relevância científica no processo de seleção e análise das evidências encontradas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos artigos selecionados mostrou que a engenharia mecânica tem sido fundamental na modernização da agroindústria, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento de equipamentos para o processamento e conservação de alimentos. Tecnologias como trocadores de calor, prensas hidráulicas, esteiras motorizadas, misturadores e secadores térmicos têm sido amplamente utilizadas para aumentar a eficiência energética e a produtividade nas etapas de beneficiamento. Esses equipamentos,

ao otimizar o controle de temperatura, umidade e tempo de processamento, impactam diretamente na qualidade final do produto e na redução de perdas (Padhiary, 2023).

Além disso, notou-se que os sistemas de automação mecânica estão cada vez mais integrados a controladores lógicos programáveis (CLPs), permitindo ajustes precisos no processo produtivo em tempo real. Isso assegura maior uniformidade e previsibilidade nos resultados, algo essencial em linhas de produção em larga escala. De acordo com Zanella *et al* (2023), a utilização de sensores térmicos e atuadores em equipamentos agroindustriais possibilitou uma economia no consumo de energia, sem comprometer a segurança alimentar em uma determinada fábrica. A Figura 1 ilustra um modelo esquemático de uma linha automatizada de processamento térmico de alimentos, incluindo esteiras, trocadores de calor e unidades de controle que são itens desenvolvidos pela Engenharia Mecânica.

Figura 1 – Linha de processamento térmico com controle automatizado.



Fonte: Anko Food Machine Co., LTD (2025).

A imagem mostra como os módulos de processamento estão organizados de forma sequencial e mecânica, enfatizando o uso da engenharia para garantir higiene, agilidade e um controle térmico eficaz. Esses são fatores fundamentais para atender às exigências de qualidade e sanitárias do mercado consumidor. A Tabela 1 apresenta um resumo dos principais benefícios e limitações encontrados nos estudos sobre a implementação de tecnologias mecânicas na agroindústria.

Tabela 1 – Benefícios e limitações da engenharia mecânica na modernização agrícola.

Aspecto Avaliado	Benefícios Identificados	Limitações Apontadas
Eficiência térmica.	Redução no tempo de processamento e no consumo energético.	Requer manutenção especializada.
Controle de qualidade.	Padronização dos alimentos e menor risco de contaminação.	Custo elevado de implementação.
Produtividade operacional.	Aumento da capacidade de produção em menor tempo.	Dependência de infraestrutura robusta.
Sustentabilidade.	Redução de perdas e aproveitamento integral de insumos.	Desconhecimento técnico em pequenas agroindústrias.

Fonte: Dados sistematizados pelo autor (2025).

Com base nas informações apresentados na Tabela 1, pode-se concluir que a engenharia mecânica aplicada à agroindústria traz soluções eficientes e sustentáveis, especialmente quando combinada com automação e controle térmico inteligente. No entanto, o custo de implementação e a necessidade de formação técnica ainda são barreiras para a adoção dessas inovações em pequenos e médios negócios. Nesse cenário, políticas públicas que incentivem a tecnologia e programas de capacitação podem facilitar o acesso a essas tecnologias no setor agroindustrial brasileiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, as inovações na engenharia mecânica têm trazido avanços significativos para o setor agroindustrial, especialmente nas fases de processamento e conservação de alimentos. Equipamentos como trocadores de calor, prensas e esteiras automatizadas têm ajudado a aumentar a eficiência energética, reduzir perdas e melhorar a qualidade final dos produtos. Apesar dos benefícios notáveis que essas tecnologias oferecem, ainda se enfrentam desafios, como o alto custo de aquisição e a necessidade de formação técnica para sua operação e manutenção. Por isso, é importante que futuras pesquisas se concentrem em estratégias de adaptação tecnológica para pequenas agroindústrias, além de desenvolver soluções acessíveis e sustentáveis que possam aumentar a competitividade do setor.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ANKO FOOD MACHINE CO., LTD. *Soluções de Fábrica ANKO FOOD: Equipamentos de Processamento Automatizado para Fabricantes de Alimentos Globais.* Disponível em: <https://www.ankofood.com/pt/category/BT-02.html>. Acesso em: 19 jul. 2025.

LEO, R. M.; CAMBOIM, G. F.; AVILA, A. M. S.; REICHERT, F. M.; ZAWISLAK, P. A.

Innovation capabilities in agribusiness: evidence from Brazil. *RAUSP Management Journal*, v. 57, n. 1, p. 65–83, 2022. DOI: 10.1108/RAUSP-02-2021-0019. Acesso em: 19 jul. 2025.

PADHIARY, M. Bridging the gap: sustainable automation and energy efficiency in food processing. *Agricultural Engineering Today*, v. 47, n. 3, p. 47–50, dez. 2023. DOI: 10.52151/aet2023473.1678. Acesso em: 19 jul. 2025.

ZANELLA, M. et al. Development of a temperature control system using thermal sensors and actuators for energy efficiency in agroindustrial processes. *Journal of Food Engineering*, v. 220, p. 50-58, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.11.020>.

ZILIO, G.; BORGES, D. G.; MORTEAN, M. V. V.; et al. Characterization of compact heat exchangers manufactured by laser powder bed fusion technology. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, v. 45, art. 393, 2023. DOI: 10.1007/s40430-023-04311-w. Acesso em: 19 jul. 2025.

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL EM LINHAGENS DE SOJA PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Mônica Hitomi Okura¹; Ana Cristina Pinto Juhasz².

¹Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba, MG.

<http://lattes.cnpq.br/4554531240354966>

²Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba, MG.

<http://lattes.cnpq.br/4446579934766727>

PALAVRAS-CHAVE: Físico-química. Caracterização. Análises

ÁREA TEMÁTICA: Agroindústria

INTRODUÇÃO

A soja é uma das mais importantes fontes de proteína vegetal presentes na alimentação humana. Este alimento possui alto valor nutritivo pois além da proteína, a soja possui vitaminas, carboidratos, fibras e minerais, como ferro e potássio, sendo uma ótima substituta da proteína animal (MESSINA, 2010).

A soja teve sua inclusão no grupo de alimentos funcionais, por ser uma ótima fonte de isoflavonoides e outros compostos que auxiliam na redução de doenças crônicas degenerativas, além de fornecer boa quantidade de minerais para o organismo (DE CARVALHO, 2014).

No Triângulo Mineiro, diversas cultivares de soja adaptadas às condições edafoclimáticas da região do Brasil Central foram desenvolvidas pela parceria entre Embrapa, Epamig e Fundação Triângulo de Pesquisa e Desenvolvimento, sediada em Uberaba, na Fazenda Experimental Getúlio Vargas Além de cultivares convencionais e transgênicas, a parceria também desenvolveu cultivares especiais para a alimentação humana, lançando em 2008 a cultivar BRSMG 790A, de tegumento amarelo, em 2010, a 'BRSMG 800A' (JUHÁSZ et al., 2014). E em 2016, a 'BRSMG 715A', de tegumento preto. Essas cultivares possuem sabor suave, textura macia, grãos graúdos, facilitando a aceitação pelo consumidor final. A parceria foi findada em 2015, porém a Epamig continuou com os trabalhos de melhoramento de soja para alimentação humana, e possui algumas linhagens em fase final de avaliação, havendo grande possibilidade de serem lançadas como cultivares.

OBJETIVO

Avaliar a composição centesimal de 13 genótipos de soja desenvolvidas pela EPAMIG verificando se as linhagens podem se tornar atrativas para o consumo humano.

METODOLOGIA

Foram utilizadas sementes das linhagens de soja da Epamig da fase final do programa de melhoramento genético para alimentação humana. As 10 linhagens avaliadas foram: MGBR16-0051 (A), MGBR17-810 (B), MGBR17-1617 (C), MGBR18-057 (D), MGBR17-3513 (E), MGBR17-1603 (F), MGBR17-1623 (G), -1017 (K), MGBR17-815 (L) e MGBR17-011 (M). Como testemunhas foram avaliadas três cultivares de soja para alimentação humana: a BRSMG 800A (H), BRSMG 715A (I) e a BRSMG 790A (J), todas fornecidas pela EPAMIG. Para realizar a identificação de todas as variedades, utilizou-se as letras do alfabeto, como representado acima. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico em estufa (Nova Ética®) a 105°C por aproximadamente 4 h (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Os lipídeos foram obtidos pelo método de Soxhlet e cinzas foram obtidas em mufla (Quimis®) a 550°C por 6 h, as proteínas foram determinadas pelo método de Kjeldahl e os glicídios totais foram pelas soluções de Fehing conforme Instituto Adolfo Lutz (2008).

Todas as análises foram realizadas em triplicatas e seus respectivos resultados foram submetidos análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a nível de 95% de confiança, utilizando o software Statistic 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das características analisadas com exceção das cinzas, as demais não apresentaram diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre as cultivares pelo teste de Tukey (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas realizadas em 13 linhagens de soja para alimentação humana.

	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Glicídios (%)
A	1,76 ^a ± 0,04	0,126 ^a ± 0,004	37,94 ^a ± 0,99	14,86 ^a ± 0,26	21,54 ^a ± 0,04
B	1,81 ^a ± 0,05	0,026 ^b ± 0,005	39,02 ^a ± 0,49	16,94 ^a ± 0,11	32,75 ^a ± 1,02
C	1,84 ^a ± 0,09	0,022 ^b ± 0,010	39,70 ^a ± 0,83	13,44 ^a ± 0,07	29,73 ^a ± 1,4 29,73 ^a ± 1,40
D	1,84 ^a ± 0,09	0,023 ^b ± 0,011	36,13 ^a ± 0,06	19,83 ^a ± 0,32	28,06 ^a ± 0,55
E	1,78 ^a ± 0,05	0,029 ^b ± 0,011	39,59 ^a ± 0,92	20,98 ^a ± 0,11	33,01 ^a ± 1,24
F	1,78 ^a ± 0,06	0,022 ^b ± 0,002	45,45 ^a ± 0,90	19,39 ^a ± 1,37	24,74 ^a ± 0,10
G	1,76 ^a ± 0,04	0,029 ^b ± 0,009	41,65 ^a ± 0,23	24,59 ^a ± 0,42	23,65 ^a ± 0,73
H	1,76 ^a ± 0,06	0,017 ^b ± 0,005	37,97 ^a ± 1,05	34,55 ^a ± 1,48	27,68 ^a ± 0,37
I	1,74 ^a ± 0,07	0,023 ^b ± 0,010	37,48 ^a ± 0,69	27,55 ^a ± 0,98	24,90 ^a ± 0,67
J	1,73 ^a ± 0,05	0,017 ^b ± 0,002	39,41 ^a ± 0,30	27,18 ^a ± 1,65	29,19 ^a ± 1,10
K	1,81 ^a ± 0,07	0,012 ^b ± 0,001	38,11 ^a ± 0,03	24,35 ^a ± 0,77	26,87 ^a ± 0,75
L	1,78 ^a ± 0,01	0,017 ^b ± 0,008	37,43 ^a ± 0,30	13,71 ^a ± 0,46	26,97 ^a ± 1,15
M	1,78 ^a ± 0,01	0,018 ^b ± 0,010	36,32 ^a ± 0,10	19,16 ^a ± 0,79	27,81 ^a ± 0,00

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p $\geq 0,05$).

Onde: MGBR16-0051 (A), MGBR17-810 (B), MGBR17-1617 (C), MGBR18-057 (D), MGBR17-3513 (E), MGBR17-1603 (F), MGBR17-1623 (G), BRSMG800A (H), BRSMG715A (I), BRSMG790A (J), MGBR17-1017 (K), MGBR17-815 (L) e MGBR17-011 (M)

Não houve diferença significativa nos valores encontrados para teor de umidade das amostras analisadas. No entanto, quando comparamos com os resultados obtidos por Silva et al. (2006), Alves et al. (2011) e Costa et al (1973/74) os teores de umidade obtidos no nosso estudo apresentaram valores inferiores, provavelmente os grãos se encontravam armazenados a um tempo maior e isso pode ter interferido no nosso resultado.

O teor de cinza da linhagem MGBR16-0051 (A) foi o único que diferiu significativamente (p $\geq 0,05$) das demais cultivares analisadas. Alves et al. (2011) analisou outras cultivares de soja que apresentaram teores superiores. Silva et al. (2006) também analisou grãos de soja e relatou resultados superiores, ambos obtiveram resultados em torno de 5%. O que pode ter ocorrido durante esta análise são erros experimentais, ou seja, variações não intencionais que podem ocorrer por diversos fatores, como por exemplo calibrações de equipamentos, variações no ambiente de análise ou até mesmo erro humano.

No que diz respeito ao teor de lipídio, a cultivar BRSMG 800A (H) apresentou o maior valor, porém não apresentou diferença significativa das demais. Os resultados obtidos no estudo se apresentaram superiores aos resultados obtidos por Embrapa soja (CULTIVARES,

2010) e Alves et al. (2011). De acordo Moraes e Silva (1996) existe uma relação inversa entre os teores de lipídios e proteínas em uma cultivar de soja.

A amostra MGBR17-1603 (F) foi a amostra que apresentou maior teor de proteínas (45,45), porém ainda não diferiu significativamente das demais cultivares. O estudo realizado pela Embrapa soja apresentou resultados inferiores (41,70%) ao maior resultado obtido neste estudo. Santos et al (2010) também analisou grãos de soja e o resultado obtido foi menor (42,84%), logo a amostra MGBR17-1603 apresentou quantidade de proteína acima da composição centesimal padrão de Costa et al. (1973/74). Dos glicídios totais, a amostra que apresentou maior teor, foi a amostra MGBR17-810 (B). Quando comparado com os estudos realizados por Alves et al. (2011) e Silva et al. (2006), o valor encontrado neste projeto foi superior.

Quando comparamos os resultados apresentados por Costa et al. (1973/74), a composição média do grão de soja observamos que os valores médios obtidos neste estudo se apresentaram inferiores, com exceção do teor de proteína e lipídios, onde os valores médios obtidos foram superiores.

A composição do grão de soja pode variar de acordo com fatores como o método de cultivo, variedade da planta e processamento das sementes. As condições ambientais no momento do cultivo também interferir em todas as características analisadas, e uma mesma cultivar pode ter valores diferenciados em relação as características analisadas, de uma safra para a outra.

Todas as amostras analisadas não apresentaram presença de lipoxigenase, assim evidenciando que foi eficiente a eliminação genética das enzimas lipoxigenase nas amostras de soja para consumo humano, elaboradas pela Epamig.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Epamig desenvolveu, por meio do seu programa de melhoramento genético algumas cultivares de soja cujas características especiais as tornam adequadas para diferentes utilizações. Essas características incluem melhorar sabor e aumentar o teor de proteína.

Após a realização das análises físico-químicas das três cultivares e 10 linhagens de soja, foi possível avaliar a composição centesimal dos grãos de soja, que variam de acordo com cada material genético. Mesmo com as variações, esta leguminosa apresentou grande teor de proteína, podendo ser consumida por vegetarianos como substituição de proteínas de fonte animal.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ALVES, F. et al. **Composição centesimal de grãos de soja de oito diferentes cultivares.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/49834/1/composicao.pdf>>.

COSTA, S.I.; MIYA, E.E.; FUJITA, J.T. **Composição química e qualidades organolépticas e nutricionais das principais variedades de soja cultivadas no Estado de São Paulo.** Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.5, p.305- 319, 1973/74.

JUHÁSZ, A.C.P., CIABOTTI, S., PÁDUA, G.P., FAVORETO, L., JESUS, A.M.S., FRONZA, V. Melhoria de soja para alimentação humana. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, V.35, p. 1-7, 2014. Edição especial.

SILVA, M. S. et al. Composição química e valor protéico do resíduo de soja em relação ao grão de soja. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 571–576, 1 set. 2006.

FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NA AGROINDÚSTRIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA E SUA INTEGRAÇÃO AOS PROCESSOS PRODUTIVOS

Márliton Pereira dos Santos¹; Josilene Martins Inez²; Larissa Damaris Teixeira da Silva³.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

²Universidade de Uberaba (UNIUBE), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3167821176813462>

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1576764076598308>

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar fotovoltaica. Eficiência energética. Sustentabilidade.

ÁREA TEMÁTICA: Agroindústria.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por energia elétrica na agroindústria, impulsionada pela intensificação dos processos produtivos, levanta preocupações sobre o aumento dos custos operacionais e os impactos ambientais das fontes de energia convencionais. Nesse contexto, as fontes renováveis, especialmente a energia solar fotovoltaica, se destacam como uma alternativa estratégica para promover eficiência energética e sustentabilidade nos sistemas agroindustriais. O avanço da Engenharia Elétrica tem permitido o desenvolvimento de tecnologias que integram geração fotovoltaica, automação e monitoramento, possibilitando um melhor aproveitamento energético e uma redução na dependência de combustíveis fósseis (Bechara; Schroder; Braga, 2025).

Apesar do crescente interesse, ainda há uma escassez de estudos que analisam de forma sistemática a aplicação da energia fotovoltaica em diferentes segmentos da agroindústria. Muitas pesquisas tratam do tema de maneira isolada, seja no campo da engenharia elétrica ou na gestão agroindustrial, sem enfatizar a integração entre tecnologia, sustentabilidade e viabilidade econômica. Diante disso, surge a seguinte questão: como a geração fotovoltaica tem sido aplicada na agroindústria e quais impactos têm sido reportados em termos de eficiência energética, sustentabilidade e competitividade?

As tecnologias fotovoltaicas, quando bem adaptadas às necessidades da agroindústria, podem trazer benefícios que vão muito além da simples redução de custos com energia. Elas ajudam a diminuir a emissão de gases de efeito estufa, aumentam a autonomia energética e fortalecem a resiliência das cadeias produtivas diante das oscilações do mercado energético (Jordão; Silva; Chagas, 2020). Portanto, esta pesquisa é importante por reunir evidências científicas que mostrem como a energia solar fotovoltaica está sendo integrada aos processos produtivos da agroindústria, ressaltando o papel da Engenharia Elétrica na promoção de soluções sustentáveis e financeiramente viáveis para esse setor.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo geral revisar sistematicamente a aplicação da geração de energia fotovoltaica na agroindústria, com foco em identificar os impactos dessa tecnologia na eficiência energética e na sustentabilidade dos processos produtivos. Especificamente, buscou-se mapear as principais soluções fotovoltaicas desenvolvidas pela Engenharia Elétrica aplicadas ao setor agroindustrial e avaliar as evidências científicas sobre seus efeitos na redução de custos, na autonomia energética e na competitividade do setor.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, seguindo o protocolo PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises). A pesquisa foi feita nas bases de dados CAPES e SciELO, abrangendo o período de 2015 a 2025. Utilizou-se descritores combinados com operadores booleanos: (“energia solar fotovoltaica”) E (“agroindústria”) E (“eficiência energética”) OU (“sustentabilidade”) OU (“engenharia elétrica aplicada”).

Os critérios de inclusão foram artigos revisados por pares, publicados em português ou inglês, que mostraram evidências da aplicação da energia solar fotovoltaica no setor agroindustrial. Excluiu-se estudos que não estavam disponíveis na íntegra, publicações focadas apenas em aplicações urbanas ou residenciais, e trabalhos que não abordavam a integração entre engenharia elétrica e agroindústria.

O processo de seleção dos artigos foi dividido em quatro etapas: primeiro, identificou-se os registros; depois, efetuou-se a triagem dos títulos e resumos; em seguida, verificou-se a elegibilidade; e, por último, foram incluídos os textos completos. As informações que foram extraídas dos estudos foram organizadas em categorias, como o tipo de tecnologia fotovoltaica utilizada, os impactos econômicos, os ganhos de eficiência energética e as contribuições para a sustentabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos artigos selecionados revelou que a energia solar fotovoltaica está sendo cada vez mais utilizada na agroindústria, especialmente em áreas como o processamento de grãos, laticínios, frigoríficos e o beneficiamento de frutas. Notou-se que a adoção dessa tecnologia está intimamente ligada à busca por maior eficiência energética e à redução dos custos com eletricidade, tornando-se uma alternativa viável diante do aumento constante das tarifas de energia elétrica no Brasil (Vieira, 2024).

Quanto ao primeiro objetivo específico, foi observado que os principais sistemas fotovoltaicos em uso são compostos por usinas solares de médio porte conectadas à rede, instaladas próximas às unidades industriais. Esses sistemas permitiram a automação de processos como a secagem de grãos, refrigeração e climatização de ambientes, reduzindo significativamente a dependência de fontes de energia convencionais. Além disso, estudos indicaram que a integração com sistemas de monitoramento e controle, desenvolvidos pela Engenharia Elétrica, aumentou a eficiência no uso da energia gerada, otimizando o fluxo de produção agroindustrial (Mitsidi, 2024).

Quando se fala sobre o segundo objetivo específico, a literatura aponta que a geração de energia fotovoltaica na agroindústria tem um papel importante na sustentabilidade ambiental, especialmente ao reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Vários estudos mostraram que a adoção da energia solar em vez da matriz elétrica convencional trouxe benefícios ambientais significativos, além de melhorar a imagem das empresas agroindustriais no mercado, que está cada vez mais atento às práticas sustentáveis. No entanto, alguns estudos também destacaram desafios, como os altos custos iniciais de implementação, a necessidade de políticas públicas que incentivem essa transição e a falta de mão de obra qualificada para a manutenção dos sistemas (Vargas; Martinazzo; Zanin, 2019). A Tabela 1 trouxe um resumo dos principais tipos de aplicação da energia solar fotovoltaica que foram identificados nos estudos analisados, ressaltando os setores agroindustriais, as funções que desempenham e os benefícios observados.

Tabela 1 – Aplicações da energia solar fotovoltaica na agroindústria.

Setor agroindustrial	Função principal da energia fotovoltaica	Benefícios observados
Processamento de grãos	Alimentação de sistemas de secagem e ventilação	Redução de custos energéticos e maior controle da umidade
Laticínios	Suprimento de energia para refrigeração e pasteurização	Diminuição das emissões de CO ₂ e redução de perdas de leite
Frigoríficos	Geração para sistemas de refrigeração e climatização	Menor dependência da rede elétrica e aumento da autonomia energética
Beneficiamento de frutas	Operação de máquinas de seleção e embalagem	Sustentabilidade nos processos e maior competitividade no mercado

Fonte: Elaboração própria com base nos artigos revisados (2024).

Os resultados indicam que a adoção de sistemas fotovoltaicos na agroindústria pode ser vista como uma inovação estratégica, com impactos que vão além da simples eficiência energética, trazendo também benefícios ambientais e socioeconômicos. A Engenharia Elétrica tem um papel fundamental nesse processo, seja no desenvolvimento de sistemas de controle inteligentes ou na integração da geração fotovoltaica com os processos produtivos. No entanto, a literatura revisada destaca que para consolidar essa prática, são necessários incentivos governamentais, políticas de financiamento acessíveis e programas de capacitação técnica, a fim de ampliar o alcance e a sustentabilidade dessas iniciativas no setor agroindustrial brasileiro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos estudos mostrou que a geração de energia fotovoltaica na agroindústria é uma estratégia promissora no campo da engenharia elétrica e da produção agroindustrial. Além de ajudar a reduzir os custos de energia, essa tecnologia traz avanços significativos em sustentabilidade, diminuindo as emissões de gases de efeito estufa e aumentando a autonomia energética das empresas do setor. Os resultados revisados destacaram que integrar a energia solar aos processos agroindustriais não só melhora a eficiência produtiva, mas também aumenta a competitividade no mercado, já que consumidores e instituições estão cada vez mais valorizando práticas sustentáveis. No entanto, ainda existem desafios, como os altos custos de implementação, a necessidade de incentivos governamentais e a formação de profissionais qualificados para operar e manter os sistemas. Nesse contexto, a Engenharia Elétrica tem um papel fundamental ao oferecer soluções de automação e controle que maximizam os benefícios da geração fotovoltaica, permitindo que ela se integre plenamente ao dia a dia da agroindústria. Pesquisas futuras devem investigar modelos de baixo custo, políticas de incentivo e tecnologias adaptadas a diferentes cadeias produtivas, com o objetivo de aumentar a acessibilidade e consolidar a energia solar como uma base estratégica para a modernização sustentável da agroindústria brasileira.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BECHARA, G. P.; SCHRODER, L. G.; BRAGA, (2025). *Automação de painéis solares*. Revista Científica Doctum Multidisciplinar. Disponível em: <https://revista.doctum.edu.br/index.php/multi/article/view/637/580>. Acesso em: 21 de agosto 2025.

JORDÃO, Luciana Ramos; SILVA, Thiago Henrique Costa; CHAGAS, Gutherrison Gonçalves das. Energia solar como fator de desenvolvimento rural e a produção de leite em Goiás. *Desenvolvimento Regional em Debate*, v. 10, p. 869–890, 2020. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5708/570864390041/html/>. Acesso em: 21 ago. 2025.

MITSIDI, Gustavo. *Eficiência energética na agroindústria: integração de sistemas de monitoramento e controle*. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,

2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstreams/2fbba415-d184-47de-b4b1-95add19dd80c/download>. Acesso em: 21 ago. 2025.

VARGAS, Lucas Antônio; MARTINAZZO, Maria Regina Martinazzo; ZANIN, Antonio. Gestão de energia sustentável: o panorama de uma propriedade rural. *Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Custos*, Curitiba, PR, Brasil, 11 a 13 nov. 2019. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/4627/4645/4756>. Acesso em: 21 ago. 2025.

VIEIRA, D. de A. O impacto da energia fotovoltaica na agroindústria de panificação: um estudo de caso na microrregião de Monteiro – PB. *ResearchGate*, 24 dez. 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/387408084_O_IMPACTO_DA_ENERGIA_FOTOVOLTAICA_NA_AGROINDUSTRIA_DE_PANIFICACAO_UM_ESTUDO_DE_CASO_NA_MICRORREGIAO_DE_MONTEIRO_-_PB. Acesso em: 21 ago. 2025.

ÁREA TEMÁTICA: AGRONOMIA

ANÁLISE DA EXPANSÃO AGROPECUÁRIA NO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE SÃO FELIX DO XINGU

Rafael da Silva Paiva¹.

¹Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará. <http://lattes.cnpq.br/6573610493304474>

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto. Desmatamento. Mudanças ambientais.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira passou por mudanças importantes na sua forma de produzir a partir da década de 1960, com o aprofundamento da integração socioeconômica e produtiva sob o comando dos setores urbano-industriais, através da agroindústria (Heck, 2021).

Neste contexto, a fronteira agrícola vem se expandido ao longo do tempo e alguns estudos apontam para o crescimento da agropecuária (Gaques et al., 2012; Fornazier; Filho, 2013). Embora este crescimento seja significativo é fundamental compreender os padrões regionais, no intuito de assessorar o planejamento de políticas públicas de desenvolvimento regional, inclusive em regiões tradicionalmente desfavorecidas (Filho, 2016).

No estado do Pará o agronegócio se organiza em três eixos principais: a soja, o dendê e a pecuária. Dessas três atividades é a pecuária no qual dinamiza de forma importante a economia estadual. Nesse contexto, seu desenvolvimento se dá com maior expressividade na mesorregião do Sudeste do Pará, em particular no município de São Félix do Xingu, o qual comporta o maior rebanho bovino do país, com cerca de 2,2 milhões de cabeças de gado atualmente (Crispim; Frabetti, 2020).

No entanto, as transformações na utilização das terras e a substituição das vegetações naturais por pastagem vem ocasionando transformações na paisagem e gerando conflitos socioambientais (Nahum; Malcher, 2012).

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo central identificar e caracterizar a dinâmica espaço-temporal das mudanças no uso e cobertura do solo no município de São Félix do Xingu no estado do Pará. Para alcançar tal objetivo, propomos analisar o mapeamento multitemporal dos anos de 1993, 2003, 2013, e 2023 analisando as classes de uso da terra na região.

METODOLOGIA

A área de estudo foi o município de São Félix do Xingu no estado do Pará. Foram utilizados dados do Mapiomas sendo adquiridas informações do uso e cobertura do solo adotados pelo Mapbiomas. Para a análise do avanço das atividades agropecuárias e suas pressões aos remanescentes florestais, a discussão terá foco nas classes de floresta e agropecuária, dessa maneira as alterações relacionadas à pastagem, agricultura e formação florestal serão evidenciadas com mais clareza. Sendo adquiridos dados do uso e cobertura do solo dos anos de 1993 a 2023.

Tabela 1: Classes, descrição e reclassificação do Mapbiomas.

Classes do Mapbiomas	Breve descrição	Classes utilizadas no estudo
Floresta	Floresta ombrófila aluvial aberta estabelecida ao longo dos cursos d'água. Ocupando as planícies e terraços inundados periódica ou permanentemente, que na Amazônia constituem fisionomias de florestas de várzea ou florestas de igapó. Áreas que sofreram ação do fogo ou exploração madeireira, Floresta resultante de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial de vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais.	Formação Florestal
Agropecuária	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas	Pastagem

Fonte: Adaptado do MAPBIOMAS (2025).

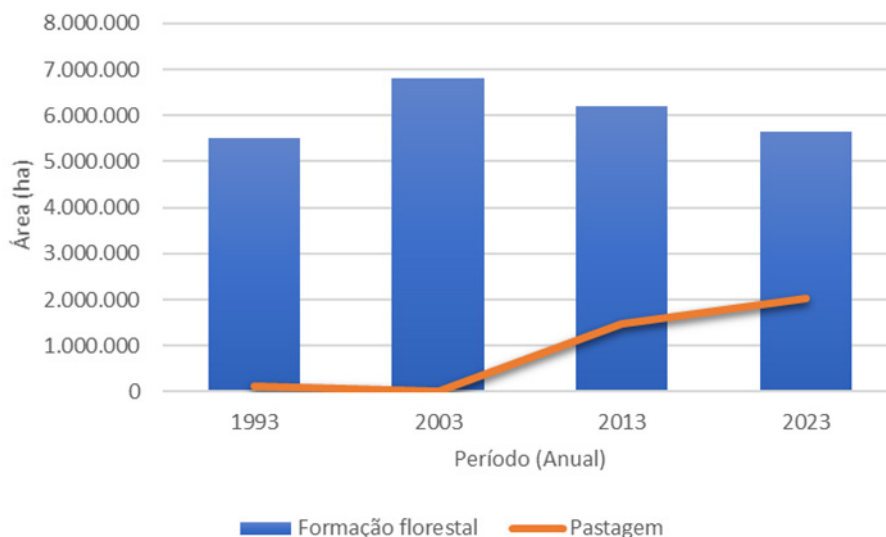
Deste modo, com a obtenção das referidas imagens pelo manuseio da coleção 8.0 do MapBiomas, elas foram tratadas no software QGIS, para melhor visualização das características da cobertura do solo, a partir da elaboração de mapas. Foram também utilizadas as bases cartográficas contendo: limites municipais e hidrografia, além de outras bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes a evolução do uso e cobertura do solo no município de São Félix do Xingu são apresentados na figura 1. Sendo possível observar que ao longo do tempo houve variação na formação florestal. Em 1993 a formação florestal era de 5.515.169 de área. No ano de 2013 houve um aumento de 1.281.102 hectares totalizando 6.796.271.

Em contraponto, a pastagem a partir de 2003 apresentou aumentos significativos. A evolução do uso da terra no município de São Félix do Xingu mostrou um contraste entre as duas classes. Ao passo que a primeira apresentou um aumento em seguida de queda e a segunda um aumento o que mostra a vulnerabilidade ambiental da região.

Figura 1: Série histórica da evolução da formação florestal e pastagem na região de estudo.



Fonte: Autor (2025).

Apesar dos importantes serviços ecossistemas prestados, as florestas tropicais vêm sendo alteradas pela ação humana. Dentre as principais ameaças a este bioma estão o desmatamento, a conversão e áreas de florestas em terras agrícolas, os incêndios florestais e a exploração seletiva de madeira (Laurance, et al., 2018).

Diante da análise das alterações no uso e cobertura do solo, fica evidente a importância de políticas de conservação e manejo sustentável dos recursos naturais, especialmente das florestas para o município de São Félix do Xingu. A redução da formação florestal, aliada às ameaças constantes como desmatamento e exploração seletiva, demonstra a urgência de ações que promovam a preservação desses ecossistemas vitais (Barreiros, 2019).

É fundamental pontuar que o início da intensificação dos processos de ocupação mostrou-se evidente com o incremento de desflorestamento registrado em 2000. Segundo Moran et al., (1996), o crescimento econômico associado ao controle da inflação proporcionou novo aumento nas taxas de desflorestamento.

A expansão da área ocupada por pastagens e o desmatamento estão fortemente relacionados, uma vez que o cultivo de forragem costuma ser o primeiro uso em áreas de conversão de vegetação nativa. Da mesma forma, o processo de perda de produtividade em níveis que levam o pecuarista a abandonar suas terras e procurar locais para instalar

novas pastagens precisa ser compreendido para que práticas de manejo mais eficientes possam ser introduzidas (Zalles et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No município de São Félix do Xingu identificou-se uma redução da classe de formação florestal e aumento na classe de pastagem principalmente a partir dos anos 2000. Dentre as possibilidades para estudos futuros destaca-se realizar a ampliação dessas análises com outras classes de uso e cobertura do solo como a agricultura que é fortemente influenciada por mudanças da redução florestal e aumento da pastagem. É fundamental destacar que a região possui grande potencial ecológico e atualmente enfrenta desafios em relação a supressão vegetal pela pastagem.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BARREIROS, Jarleson Lopes. **Efeito do manejo florestal sustentável sobre a deposição de serapilheira em uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira**. 2019.

CRISPIM, Sebastião Novais Sousa; FRABETTI, Giancarlo Livman. **Exploração da terra e do trabalho na fronteira agropecuária da Amazônia Oriental: O caso de São Félix do Xingu (PA)**. Cadernos CEPEC, v. 9, n. 2, 2020.

FORNAZIER, Armando; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Heterogeneidade estrutural na produção agropecuária: uma comparação da produtividade total dos fatores no Brasil e nos Estados Unidos**. Texto para Discussão, 2013.

GASQUES, José Garcia et al. **Total factor productivity in Brazilian agriculture. In: Productivity growth in agriculture: an international perspective**. Wallingford UK: CABI, 2012. p. 145-161.

HECK, Cláudia Regina. **A expansão produtiva agropecuária no estado de Mato Grosso e seus impactos fundiários e ambientais a partir dos anos 2000**. Informe Gepec, v. 25, n. 2, p. 62-84, 2021.

LAURANCE, William F. et al. **An Amazonian rainforest and its fragments as a laboratory of global change**. *Biological reviews*, v. 93, n. 1, p. 223-247, 2018.

MAPBIOMAS. Disponível em < <http://mapbiomas.org>>. Acesso em: Julho, 2025.

MORAN, Emilio F. et al. **Restoration of vegetation cover in the eastern Amazon**. *Ecological Economics*, v. 18, n. 1, p. 41-54, 1996.

NAHUM, João Santos; MALCHER, Antonio Tiago Corrêa. **Dinâmicas territoriais do espaço agrário na Amazônia: a dendeicultura na microrregião de Tomé-Açu (PA)**. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, n. 16, 2012.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Expansão da fronteira agrícola no Brasil:**

desafios e perspectivas. Texto para Discussão, 2016.

ZALLES, Viviana et al. **Near doubling of Brazil's intensive row crop area since 2000.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 116, n. 2, p. 428-435, 2019.

TESTE DE COZIMENTO DE LINHAGENS DE SOJA ESPECIAIS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Breno Afonso¹; Ana Cristina Pinto Juhász².

¹Empresa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba, MG. <http://lattes.cnpq.br/6770774605273490>

² Empresa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba, MG. <http://lattes.cnpq.br/4446579934766727>

PALAVRAS-CHAVE: Tegumento colorido. Soja especial. Cozedor Mattson

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

A soja é um grão rico em proteínas, em torno de 40% (WILCOX, 1985) sendo bastante utilizado pela indústria alimentícia como um dos ingredientes de inúmeros alimentos processados, porém, o consumo de grãos é pouco explorado na alimentação humana, devido ao seu sabor exótico, difícil cozimento e falta de tradição na culinária brasileira. Desta forma a seleção de linhagens de soja com tempo de cozimento parecido ou inferior ao tempo de cozimento do feijão são desejáveis.

Nos processos tecnológicos de industrialização da soja, muitas vezes se hidrata a soja para posterior cozimento, o que torna imprescindível a avaliação das linhagens em relação a essas características. Já para a dona de casa, grãos que demoram muito a cozinhar não são atrativos, por gastar maior tempo de preparo e gás para o cozimento dos grãos.

A EPAMIG vem desenvolvendo linhagens convencionais de soja especiais para alimentação humana, com várias cores de tegumento, de sabor mais agradável e fácil cozimento, facilitando a adesão ao uso da soja na culinária brasileira, que pode ser junto ao feijão, pela praticidade de preparo do prato, aumentando o teor de proteínas na mesa do brasileiro.

OBJETIVO

Este trabalho teve por objetivo avaliar 21 linhagens de soja convencional em fase final de avaliação, e 4 cultivares padrão, em relação a porcentagem de embebição e tempo de cozimento, características importantes para seleção das melhores linhagens a permanecerem no programa de melhoramento genético da EPAMIG.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a campo, na área da Fazenda Experimental Getúlio Vargas, da EPAMIG Oeste, na safra 2024/25. O plantio do experimento foi realizado em 19 de novembro de 2024, no delineamento experimental de Blocos ao Acaso, com 25 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela foi constituída por 4 linhas de 5m de comprimento, sendo as duas linhas centrais a área útil, e as duas externas como bordaduras. Foram realizados os tratos culturais para soja convencional, de acordo com a necessidade, como aplicação de fungicidas e inseticidas, além de capina nas parcelas com maior volume de ervas daninhas. Foram realizadas avaliações durante o desenvolvimento das plantas. A colheita foi realizada quando as plantas chegaram na fase R8 de maturação. Foram colhidas manualmente, os feixes amarrados e levados para área coberta, até o processamento dos mesmos. Cada parcela foi trilhada, os grãos passados pela pré-limpeza e pesados.

Para a determinação das características laboratoriais, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. A parcela experimental foi representada por amostras de 25 grãos para a característica de tempo de cozimento. A massa de cem grãos (MCG) foi obtida através da pesagem em balança de uma amostra de cem grãos para cada repetição. A percentagem de absorção de água pelos grãos foi determinada através da adaptação da metodologia proposta por Jackson e Varriana-Marston (1981) e descrita para a cultura do feijão. Primeiramente, determinou-se a MCG antes da embebição e posteriormente os grãos foram embebidos em água deionizada por 16 horas. Após as 16 horas de embebição a água foi escoada e os grãos foram imediatamente pesados. A percentagem de embebição (PE) foi determinada pela seguinte fórmula: $PE = [(MDE - MAE) / MAE] \times 100$, onde PE = percentagem de embebição; MAE = massa antes da embebição; MDE = massa depois da embebição. (MENEGUCE et al., 2005).

O tempo de cozimento (TC) foi determinado pelo Cozedor tipo Mattson, em banho maria elétrico com temperatura ajustada a 100°C. O cozedor é composto por 25 hastes verticais, cuja ponta fica apoiada sobre o grão de soja durante o teste. Cada haste possui 90 gramas, que causa uma pressão sobre os grãos. Quando o grão está suficientemente cozido, ele é penetrado pela haste. A máquina, sem os grãos, foi aquecida previamente em banho maria e após o aquecimento foi abastecida dos grãos a serem avaliados. Este procedimento foi realizado para que a temperatura da água fosse a mesma para todas as avaliações. Quando 13 das 25 hastes atravessaram os grãos, considerou-se que a amostra estava cozida. O TC foi o tempo desde o início da fervura da água até queda das 13 hastes. Devido a perda de água do banho maria pela evaporação, foi feita a reposição com água fervendo, quando necessário (MENEGUCE et al., 2005).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2001), e utilizou-se o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa para todas as características avaliadas, indicando grande variabilidade entre os materiais testados. A linhagem 5 se destacou na massa de 100 grãos (MCG), tanto antes quanto após a hidratação. As linhagens 14, 16 e 17 se destacaram para porcentagem de embebição (PE), o que leva a grãos maiores após o cozimento, porém não possuem cor de hilo igual a do tegumento (amarelo), o que torna as linhagens menos atrativas ao consumidor final, porém podem ser indicadas para a indústria alimentícia. As linhagens 8 e 9, de tegumento preto, se destacaram pelo menor tempo de cozimento significativamente inferior aos demais genótipos avaliados (Tabela 1). Os dados obtidos foram bastante semelhantes aos observados por MENEGUCE et al. (2005), com média de 16,14, para MCG, 139,7 para PE e 46,62 minutos para tempo de cozimento.

Tabela 1: Caracterização de linhagens de soja para alimentação humana em fase final de desenvolvimento pelo programa de melhoramento genético da Epamig, safra 2024/25. Os genótipos de 1 a 4 são cultivares especiais para alimentação humana, usadas como padrão. Já os genótipos de 5 a 15 são as linhagens da EPAMIG.

Genótipo	Cor tegumento	Cor hilo	Massa de 100 grãos (g)		Massa de 100 grãos hidratados (g)		Embebição (%)		Tempo de cozimento (min)	
1	amarelo	amarelo	15.575	g	35	d	125.15	d	73.25	b
2	marrom	marrom	20.575	c	48.325	c	135.275	d	80	a
3	Preto	preto	18.325	e	37.2	d	103.3	d	42.25	f
4	amarelo	amarelo	17.225	f	38	d	120.725	d	39.75	f
5	Preto	preto	25.575	a	55.55	a	117.2	d	47.25	e
6	Verde	verde	19.425	d	45.575	c	134.6	d	53.75	c
7	amarelo	marrom	13.875	i	32.775	e	135.65	d	45.25	e
8	Preto	preto	23.9	b	51.675	b	116.225	d	33.75	g
9	Preto	preto	21.675	c	48.325	c	123.175	d	30.75	h
10	Preto	preto	21.125	c	51.1	b	142.125	c	43.25	f
11	amarelo esverdeado	cinza	21.1	c	47.775	c	126.2	d	43	f
12	amarelo	amarelo	20.575	c	47.2	c	129.925	d	53	c
13	amarelo	marrom	17.775	e	47.775	c	168.775	b	42.25	f
14	amarelo	marrom	14.425	h	44.425	c	209.725	a	34.75	g

15	amarelo	cinza	13.3	i	33.9	d	154.175	c	42.75	f
16	amarelo	cinza	15	h	46.7	c	211.1	a	45.25	e
17	amarelo	marrom	11.7	j	35.575	d	204.775	a	47	e
18	amarelo	cinza	12.225	j	31.1	e	155.375	c	55	c
19	amarelo	cinza	11.7	j	24.425	f	109.525	d	51.25	d
20	amarelo	cinza	14.425	h	32.8	e	125.9	d	51.25	d
21	amarelo	cinza	15.575	g	38.9	d	150.725	c	50	d
22	amarelo	cinza	14.425	h	31.7	e	119.9	d	48.25	e
23	amarelo	marrom	13.875	i	36.1	d	160.2	c	41	f
24	amarelo	marrom	16.125	g	35.825	d	126.375	d	48	e
25	amarelo	marrom	13.875	i	32.225	e	132.875	d	47	e
Média Geral			17		40		142		48	

Fonte: Resultados do experimento de Avaliação Final, conduzido na Epamig Oeste, safra 2024/25. As médias foram avaliadas pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As linhagens 8 e 9, de tegumento preto, se destacam pelo menor tempo de cozimento (34 e 31 minutos, respectivamente), enquanto as linhagens 14, 16 e 17 se destacaram em relação a PE (210, 211 e 205%, respectivamente), porém são de tegumento amarelo e hilo escuro, sendo mais recomendadas para a indústria alimentícia. A linhagem 5 se destacou pela MCG hidratada, sendo favorável tanto ao consumo in natura quanto pela indústria. Estas linhagens devem permanecerem no programa de melhoramento genético da Epamig, a fim de mais duas avaliações de VCU (Valor de Cultivo e Uso), para posterior registro no MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento), como novas cultivares com características especiais para alimentação humana.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CRUZ, C.D. **Programa GENES: versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa:UFV, 2001.

JACKSON, G.M.; VARRIANA-MARSTON, E. **Hard-to-cook phenomenon in beans: effects of accelerated storage on water absorption and cooking time**. Journal of Food Science, Chicago, v.46, p.799-803, 1981.

MENEGUCE, B; FARIA, R.T.; DESTRO, D.; JÚNIOR, N.S.F.; FARIA, A.P. **Interação genótipo**

x ano para tempo de cozimento e sua correlação com a massa e porcentagem de embebição em soja tipo alimento. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.26, n.4, p.463-476, out/dez. 2005

WILCOX, J.R. **Breeding soybeans for improved oil quantity and quality.** In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1985. Proccedings... Boulder: Westview press, 1985. p.380-386

ATIVIDADE DA ENZIMA LIPOXIGENASE EM LINHAGENS DE SOJA ESPECIAIS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Rafaela Inês de Souza Ladeira Ázar¹; Ana Cristina Pinto Juhasz²; Mônica Hitomi Okura³.

¹Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG.

<http://lattes.cnpq.br/4902734516756195> e <http://lattes.cnpq.br/6479351331440279>

²Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba, MG.

<http://lattes.cnpq.br/4446579934766727>

³Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba, MG.

<http://lattes.cnpq.br/4554531240354966>

PALAVRAS-CHAVE: Lox 1, 2 e 3. *Glicine max*

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

A soja é uma leguminosa rica em proteínas, sendo uma alternativa de baixo custo para a diversificação das fontes de proteína na dieta dos brasileiros. É um grão que pode ser facilmente preparado, cozendo-se os grãos da soja junto com os grãos de feijão. No entanto, a soja *commodity* é voltada a produção de óleo, não importando o sabor e nem a aparência dos grãos.

A Epamig vem desenvolvendo um programa de melhoramento genético vegetal, desenvolvendo linhagens convencionais de soja para alimentação humana, com aparência adequada dos grãos, maior teor de proteína, facilidade de cozimento e melhor sabor, que se deve a menor ação das enzimas lipoxigenases. As enzimas estão presentes em três formas isoenzimáticas: LOX1, LOX2 e LOX3. A LOX catalisa a hidroperoxidação de ácidos graxos poli-insaturados (Kitamura, 1984), iniciando uma série de reações que levam à evolução de sabores desagradáveis nas sementes e produtos derivados da soja (Rackis et al., 1979). Desta forma, a seleção de linhagens com menor atividade dessas enzimas favorece a aceitação dos consumidores pelos grãos de soja.

No Triângulo Mineiro, diversas cultivares de soja adaptadas às condições edafoclimáticas da região do Brasil Central foram desenvolvidas pela parceria entre Embrapa, Epamig e Fundação Triângulo de Pesquisa e Desenvolvimento, sediada em Uberaba, na Fazenda Experimental Getúlio Vargas. A parceria desenvolveu cultivares especiais para a

alimentação humana, lançando em 2008 a cultivar BRSMG 790A, de tegumento amarelo, em 2010, a 'BRSMG 800A' (JUHÁSZ et al., 2014), de tegumento marrom e em 2016, a 'BRSMG 715A', de tegumento preto. Essas cultivares possuem sabor suave, textura macia, grãos graúdos, facilitando a aceitação pelo consumidor final. A Epamig continuou com os trabalhos de melhoramento de soja para alimentação humana, e possui algumas linhagens em fase final de avaliação, havendo grande possibilidade de serem lançadas como cultivares.

OBJETIVO

Avaliar a atividade da enzima lipoxigenase de três cultivares especiais para alimentação humana e de 10 linhagens promissoras em desenvolvimento pelo programa de melhoramento vegetal da Epamig.

METODOLOGIA

Foram utilizadas sementes das linhagens de soja da Epamig da fase final do programa de melhoramento genético para alimentação humana. As 10 linhagens avaliadas foram: MGBR16-0051, MGBR17-810, MGBR17-1617, MGBR18-057, MGBR17-3513, MGBR17-1603, MGBR17-1623, MGBR17-1017, MGBR17- 815 e MGBR17-011. Como testemunhas foram avaliadas três cultivares de soja para alimentação humana: a BRSMG 800A, BRSMG 715A e a BRSMG 790A.,

O preparo do extrato vegetal para determinação da atividade enzimática de lipoxigenase foi feito utilizando-se 10 mg das sementes que foram maceradas em cadinhos de porcelana previamente resfriados, mantidos a -20 °C e homogeneizados na presença de 600 µL de tampão Tris-HCl 60 mM pH=8,2, contendo CaCl₂ 15 mM e sacarose 13%(p/v). O homegenato foi centrifugado a 162000 x *g* por 20 minutos a 4 °C, para utilização do sobrenadante (extrato bruto).

A atividade das enzimas LOX 1, LOX 2 e LOX 3 determinadas por espectrofotometria, conforme Axelrod *et al.*, com modificações. Para determinação da atividade de LOX1 utilizaram-se 1 mL de tampão borato de sódio 0,1 M, pH 9,5; 6 µL de linoleato de sódio 10 mM; e 2,5 µL de extrato bruto. Para determinação da atividade de LOX3 foram utilizados 1 mL de tampão fosfato de sódio 0,2 M, pH 6,8; 35 µL de linoleato de sódio 10 mM; e 15 µL de extrato bruto. Mediu-se a absorvância após 2 minutos, a 234 nm para LOX1 e a 280 nm para LOX3, utilizando-se para os cálculos os coeficientes de extinção molar 25.000 M⁻¹ cm⁻¹ e 22.000 M⁻¹ cm⁻¹, respectivamente. Todas as análises foram realizadas em triplicata para o cálculo das médias e os desvios padrão.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2001), e utilizou-se o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de atividade enzimática de lipoxigenases (LOX) são decisivos no desenvolvimento de linhagens convencionais de soja voltadas para a alimentação humana. Linhagens com menor atividade dessas enzimas apresentam maior digestibilidade proteica, sabor mais agradável, melhor aparência dos grãos, maior teor de proteína e melhor facilidade de cozimento, características essenciais para linhagens convencionais destinadas ao consumo humano (Carrão-Panizzi, 2013; José, I.M., 2005)

Neste trabalho, as atividades enzimáticas das lipoxigenases, LOX1 e LOX2-3, foram mensuradas para 10 linhagens e 3 cultivares de soja.

Tabela 1: Análise quantitativa da atividade da lipoxigenase, para LOX 1 e LOX 2+3, em milimolar de produto liberado por segundo (mM/s).

	Atividade LOX 1		Atividade LOX 2+3	
Linhagens	(mM/s)		(mM/s)	
BRSMG 715A	0.43	a	0.77	c
MGBR17-1603	0.19	b	0.64	c
MGBR18-057	0.46	a	0.72	c
MGBR17-1623	0.28	b	0.89	b
MGBR17-011	0.49	a	0.91	b
MGBR17-1017	0.38	a	0.89	b
MGBR16-0051	0.37	a	0.86	b
MGBR17-3513	0.20	b	0.91	b
MGBR17-810	0.14	b	0.99	b
MGBR17-815	0.27	b	0.84	b
BRSMG 800A	0.26	b	0.90	b
BRSMG 790A	0.06	b	0.96	b
MGBR17-1617	0.14	b	1.15	a

Fonte: Dados obtidos pelas análises laboratoriais realizadas na UFV

Os resultados da Tabela 1 indicaram uma diferença significativa entre os materiais genéticos avaliados, destacando-se com menor atividade antioxidante da LOX 2+3, a cultivar BRSMG 715A e as linhagens MGBR17-1603 e MGBR18-057, sendo que a linhagem MGBR17-1603 também apresentou menor atividade da enzima LOX 1.

Apesar de a soja possuir bom valor nutritivo, seus produtos sofrem restrições por parte dos consumidores ocidentais, devido ao sabor característico denominado *beany flavor*. O *beany flavor* é originado da associação de compostos carbonílicos de cadeia curta com a fração protéica. Estes compostos são produtos finais de uma série de reações que se inicia com a hidroperoxidação de ácidos graxos poliinsaturados, catalisada por lipoxigenases (LOX). Estas enzimas constituem cerca de 1% do total de proteínas presentes no grão de soja. Ou seja, linhagens de soja que possuem maior atividade enzimática de lipoxigenases tende apresentar maior quantidades desses compostos causadores do sabor indesejável (Delafronte, 2014; Monteiro et al., 2004)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a cultivar BRSMG 715A e as linhagens MGBR17-1603, MGBR18-057 e MGBR17-1603 destacaram-se por apresentarem os menores níveis de atividade de lipoxigenase, evidenciando um diferencial importante. Esses genótipos configuram-se, portanto, como candidatos promissores para avançar nas etapas subsequentes de avaliação e seleção.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- Axelrod, B.; Cheesbrough, T.M.; Laakso, S. Lipoxxygenase from soybeans. *Methods in Enzymology*, 71:441-51, 1981.
- Delafronte, B. (2014). Determinação da atividade das enzimas lipoxigenases (L1 e L3) em oito genótipos de soja desenvolvidos pela Embrapa Soja (Trabalho de conclusão de curso de graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Londrina).
- Monteiro, M. R. P., Costa, N. M. B., Oliveira, M. G. A., Pires, C. V., & Moreira, M. A. (2004). Qualidade protéica de linhagens de soja com ausência do inibidor de tripsina Kunitz e das isoenzimas lipoxigenases. *Revista de Nutrição*, 17(2), 195–205. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732004000200007>
- Carrão-Panizzi, M. C. (2013). Melhoramento de cultivares de soja especiais para processamento e utilização [Artigo em anais de congresso]. In *Americas: International Conference on Soybean Utilization, 2013*, Bento Gonçalves. *Proceedings*. Brasília, DF: Embrapa.
- José, I. C. (2005). Estabilidade oxidativa e de isoflavonas de grãos de soja com ausência de lipoxigenases e com reduzido teor de ácido linolênico durante o armazenamento (Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil). Universidade Federal de Viçosa.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES: versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa:UFV, 2001.

JUHÁSZ, A.C.P., CIABOTTI, S., PÁDUA, G.P., FAVORETO, L., JESUS, A.M.S., FRONZA, V. Melhoramento de soja para alimentação humana. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, V.35, p. 1-7, 2014. Edição especial.

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE LINHAGENS DE SOJA ESPECIAIS PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Ana Cristina Pinto Juhász¹; Breno Afonso²; Daniel Angelucci de Amorim³; Fernando Oliveira Franco⁴.

¹Empresa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba, MG. <http://lattes.cnpq.br/6770774605273490>

² Empresa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba, MG. <http://lattes.cnpq.br/4446579934766727>

³Empresa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba, MG. <http://lattes.cnpq.br/2849751550170235>

⁴Empresa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Uberaba, MG. <http://lattes.cnpq.br/6449276879016306>

PALAVRAS-CHAVE: Tegumento colorido. Soja convencional. Soja especial

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de soja, com uma produção estimada em 169,606 milhões de toneladas, e uma área plantada de 47,620 milhões de hectares (CONAB, 2025), sendo uma cultura de grande importância econômica para o país. A soja é um grão rico em proteínas, em torno de 40% (WILCOX, 1985) sendo bastante utilizado pela indústria alimentícia como um dos ingredientes de inúmeros alimentos processados, porém, o consumo de grãos é pouco explorado na alimentação humana, devido ao seu sabor exótico, difícil cozimento e falta de tradição na culinária brasileira.

Desta forma, a EPAMIG vem desenvolvendo linhagens convencionais de soja especiais para alimentação humana, com várias cores de tegumento, de sabor mais agradável e fácil cozimento, facilitando a adesão ao uso da soja na culinária brasileira, que pode ser junto ao feijão, pela praticidade de preparo do prato, aumentando o teor de proteínas na mesa do brasileiro.

Na safra 2024/2025 foram avaliadas 21 linhagens de soja convencional em fase final de avaliação, e 4 cultivares padrão, em relação a características agronômicas a campo, produtividade, características dos grãos e de beneficiamento.

OBJETIVO

Este trabalho teve por objetivo avaliar 21 linhagens de soja convencional em fase final de avaliação, e 4 cultivares padrão, em relação a características agronômicas a campo, produtividade, as características dos grãos e de beneficiamento, a fim de seleção das

melhores linhagens agronomicamente e com características especiais para alimentação humana, a permanecerem no programa de melhoramento genético e registro de linhagens como novas cultivares.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a campo, na área da Fazenda Experimental Getúlio Vargas, da EPAMIG Oeste, na safra 2024/25. O plantio foi realizado em 19 de novembro de 2024, no delineamento experimental de Blocos ao Acaso, com 25 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela foi constituída por 4 linhas de 5m de comprimento, sendo as duas linhas centrais a área útil, e as duas externas como bordaduras. Foram realizados os tratos culturais para soja convencional, de acordo com a necessidade, como aplicação de fungicidas e inseticidas, além de capina nas parcelas com maior volume de ervas daninhas. Foram realizadas avaliações durante o desenvolvimento das plantas. A colheita foi realizada quando as plantas chegaram na fase R8 de maturação. Foram colhidas manualmente, os feixes amarrados e levados para área coberta, até o processamento dos mesmos. Cada parcela foi trilhada, os grãos passados pela pré-limpeza e pesados.

Foram avaliadas as seguintes características: ciclo, altura de plantas e de inserção de 1ª vagem, peso de 100 sementes, produtividade, cor do tegumento e do hilo, beneficiamento dos grãos. Os dados do peso de 100 sementes foram transformados padronizando-se a umidade em 13%, assim como os dados de produtividade. O peso da parcela (Kg) foi transformado em quilogramas por hectare, para facilitar a comparação entre os materiais genéticos avaliados. Os dados de beneficiamento foram obtidos por porcentagem de grãos inteiros, grãos com rachaduras no tegumento, presença de fungos, grãos danificados e grãos partidos. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2001), e utilizou-se o teste Scott-Knott a 5% de probabilidade para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as linhagens avaliadas foram classificadas como ciclo precoce, inferior a 115 dias, exceto a cultivar padrão 1 que teve um ciclo de 120 dias. Segundo Vello (1992), a soja tipo alimento para o consumo em grãos tem sementes de tamanho grande, com massa de cem sementes igual ou maior que 20 gramas. Desta forma destacam-se as linhagens 5 e 8, de tegumento preto e maior tamanho de sementes, significativamente, em relação as demais. Em relação a coloração do tegumento e hilo, a linhagem 11 não seria muito atrativa, devido a sai cor amarela esverdeada. Já as linhagens 13 a 22 apesar de terem o tegumento amarelo, o hilo é escuro (marrom ou cinza), fator que também não agrada os consumidores brasileiros, que preferem grãos com tegumento e hilo de mesma coloração. Em relação a produtividade, apenas a cultivar 3 e as linhagens 17 e 25 produziram significativamente

menos que as demais, estando abaixo do mínimo esperado de 3.000 Kg/ha (Tabela 1). Não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados para altura de plantas (média de 92cm) e altura de inserção de 1ª vagem (média de 17cm), medidas ideais para colheita mecanizada.

Tabela 1: Caracterização de linhagens de soja para alimentação humana em fase final de desenvolvimento pelo programa de melhoramento genético da Epamig, safra 2024/25. Os genótipos de 1 a 4 são cultivares especiais para alimentação humana, usadas como padrão. Já os genótipos de 5 a 15 são as linhagens da EPAMIG.

Genótipo	Cor tegumento	Cor hilo	Ciclo (dias)	Teste média	Peso 100 sementes (g)	Teste média	Produtividade (Kg/há)	Teste média
1	amarelo	amarelo	120	a	13.27	f	4527.75	a
2	marrom	marrom	115	b	18.4275	c	3338.75	b
3	preto	preto	105	f	15.9825	d	2240.5	c
4	amarelo	amarelo	111	c	14.2375	e	4657	a
5	preto	preto	109	e	22.5025	a	3691.25	b
6	verde	verde	111	c	16.705	d	3812.25	b
7	amarelo	marrom	111	c	10.515	h	3386.5	b
8	preto	preto	111	c	20.6725	b	4121	a
9	preto	preto	111	c	19.0975	c	4207.5	a
10	preto	preto	111	c	18.9	c	4451.25	a
11	amarelo esverdeado	cinza	111	c	16.8225	d	3630.25	b
12	amarelo	amarelo	111	c	17.2775	d	4625	a
13	amarelo	marrom	109	e	14.715	e	3865.25	b
14	amarelo	marrom	111	c	12.6375	f	3711.5	b
15	amarelo	cinza	115	b	11.32	g	3830.25	b
16	amarelo	cinza	111	c	13.0175	f	3484.5	b
17	amarelo	marrom	109	e	10.2175	h	2596	c
18	amarelo	cinza	111	c	11.32	g	3343	b
19	amarelo	cinza	111	c	10.195	h	3497.25	b
20	amarelo	cinza	110.5	d	12.6325	f	3668.25	b
21	amarelo	cinza	109	e	13.77	e	3473.25	b
22	amarelo	cinza	115	b	12.3825	f	3523.5	b
23	amarelo	marrom	115	b	11.845	g	3204.75	b
24	amarelo	marrom	115	b	13.6625	e	3525.25	b
25	amarelo	marrom	109	e	11.3775	g	2709.25	c

Fonte: Resultados do experimento de Avaliação Final, conduzido na Epamig Oeste, safra 2024/25. As médias foram avaliadas pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Para as características de beneficiamento, que avalia a integridade dos grãos, apenas a cultivar 3 foi prejudicada, por possuir menor porcentagem de grãos inteiros, maior porcentagem de tegumento com rachaduras e maior porcentagem de grãos partidos. Não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados para grãos danificados por outros fatores (Tabela 2).

Tabela 2: Dados médios de beneficiamento de linhagens de soja para alimentação humana em fase final de desenvolvimento pelo programa de melhoramento genético da Epamig, safra 2024/25.

Genótipo	Grãos inteiros (%)		Rachadura no tegumento (%)		Presença de fungos (%)		Grãos danificados (%)		Grãos partidos (%)	
Média dos 24 genótipos	96	a	0.9		0.2	b	2	a	0.7	b
Média da cultivar 3	88	b	4.0	a	1.3	a	2	a	4.8	a

Fonte: Resultados do experimento de Avaliação Final, conduzido na Epamig Oeste, safra 2024/25. . As médias foram avaliadas pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade, e as médias dos 24 genótipos foram unidos a fim de melhor visualização dos dados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As linhagens de soja para terem dupla aptidão, tanto agronomicamente e quanto com características especiais para alimentação humana, precisam alcançar um mínimo de produtividade e ter características visuais aceitáveis. Desta forma, com os resultados avaliados, selecionam-se as linhagens 5, 6, 8, 9, 10 e 12 a permanecerem no programa de melhoramento genético da Epamig, a fim de mais duas avaliações de VCU (Valor de Cultivo e Uso), para posterior registro no MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento) as linhagens superiores como novas cultivares com características especiais para alimentação humana.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** Safra 2024/25. 9º levantamento. 2025

CRUZ,C.D. **Programa GENES: versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa: UFV, 2001.

VELLO, N. A. **Ampliação da base genética do germoplasma e melhoramento da soja na ESALQ-USP.** In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1992,

Piracicaba. Anais...Piracicaba: FEALQ, 1992. p.60-81.

WILCOX, J.R. **Breeding soybeans for improved oil quantity and quality**. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1985. Proceedings... Boulder: Westview press, 1985. p.380-386

ESTOQUES DE CARBONO ORGÂNICO DO SOLO SOB DIFERENTES USOS DA TERRA EM ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO NO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

Izabela Borges Lopes¹; Aline Quaresma Eller da Silva²; Sâmilly Souza Faria³; Wanderson Alves Ferreira⁴; Mário Junior dos Santos Bonifácio⁵; Jaqueline Guimarães⁶

¹EEEFM Alarico José de Lima, Nova Venécia, Espírito Santo

²EEEFM Alarico José de Lima, Nova Venécia, Espírito Santo

³EEEFM Alarico José de Lima, Nova Venécia, Espírito Santo

⁴Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo, <http://lattes.cnpq.br/8076091911867812>

⁵Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo, <http://lattes.cnpq.br/5248482338712351>

⁶Faculdade Multivix, Nova Venécia, Espírito Santo, <http://lattes.cnpq.br/7021763392429201>

PALAVRAS-CHAVE: Solo. Desmatamento. Carbono Orgânico.

ÁREA TEMÁTICA: Agronomia

INTRODUÇÃO

O solo é um recurso estratégico e de renovação lenta em escala humana. A remoção da cobertura vegetal reduz a infiltração de água, desestrutura agregados e interrompe a ciclagem de nutrientes, enquanto a manutenção de cobertura permanente, rotação de culturas e manejo conservacionista melhora atributos físicos, químicos e biológicos do solo (FAO, 2021; SMITH, 2024)

Em escala global, estimativas recentes apontam que aproximadamente 40% das terras do planeta apresentam algum grau de degradação, com impactos diretos sobre a fertilidade, a produtividade e os serviços ecossistêmicos, o que reforça a urgência de ações de conservação e restauração (UNCCD, 2022).

A supressão florestal e o manejo intensivo agravam a vulnerabilidade do solo ao reduzir estoques de carbono orgânico e ampliar a suscetibilidade à erosão. Sínteses atuais indicam que evitar o desmatamento e adotar boas práticas no uso da terra estão entre as medidas de maior potencial de mitigação no setor AFOLU (IPCC, 2022). Modelagens e revisões sistemáticas recentes projetam intensificação da erosão do solo por água sob cenários de mudanças do clima e de uso da terra (BORRELLI et al., 2020; EEKHOUT; DE VENTE, 2022).

A matéria orgânica do solo, frequentemente expressa como carbono orgânico do solo, é um indicador central de qualidade edáfica e responde de forma sensível às mudanças

de uso e manejo. Evidências recentes relacionam maiores teores de matéria orgânica à resiliência produtiva sob estresse hídrico e orientam seu monitoramento como base para o planejamento conservacionista (FAO, 2021; SMITH, 2024).

Frente a esse quadro, práticas conservacionistas como uso de plantas de cobertura e sistemas agroflorestais reduzem perdas de solo e água e contribuem para recompor estoques de carbono. Meta-análises recentes mostram aumento consistente do carbono orgânico com plantas de cobertura (JOSHI et al., 2023) e ganhos relevantes com agroflorestas em diferentes zonas climáticas (NGABA et al., 2024), com resultados indicando incrementos expressivos em estoques de C em sistemas agroflorestais (EMBRAPA, 2024).

OBJETIVO

Nessa ótica, teve como objetivo central a análise do impacto do desmatamento na qualidade química do solo, com ênfase nas perdas de carbono.

METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado no município de Nova Venécia, ES, durante os meses de setembro a dezembro de 2024, na EEEFM Alarico José de Lima (18°49'54.14"S; 40°42'55.88"O e altitude 174 m) O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. Na área do Sítio Leite que adota este sistema convencional e conservacionista em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2006) foram divididas quatro áreas: (Área 1 - 18°48'34.06"S; 40°35'59.75"O) mata nativa, (Área 2 - 18°48'32.15"S; 40°35'59.10"O) pasto, (Área 3 - 18°48'28.34"S; 40°35'58.92"O) café conilon (*Coffea canephora*), (Área 4 - 18°48'28.58"S; 40°36'0.30"O) café consociado com cítrus.

Na área 1 denominada Mata Nativa se trata de um remanseaste florestal. Na área 2 denominada Pasto, ela existe a cerca de 30 anos. Na área 3 denominada café conilon, onde anteriormente era uma porção do pasto da área 2, hoje com cerca de 3 anos de plantio o trato é feito com uso de fertilizantes químicos, herbicidas e defensivos. Na área 4 denominada café consociado com cítrus, onde possui cerca de mil pés de café conilon com 6 anos e 350 pés de laranjas com 18 anos, o trato tanto do café quanto da laranja é feito pelo produtor com produtos orgânicos e caseiros para o controle das pragas e doenças.

Para análises químicas, foram colhidas amostras de solo nas profundidades 00-10cm, as mesmas amostras indeformadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm de malha para obtenção da terra seca fina ao ar (TFSA), que foi utilizada para a caracterização química (fertilidade) carbono orgânico (EMBRAPA, 2012).

Para determinação dos teores de carbono orgânico total (COT), foi utilizado o método de oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio a 0,2 mol L⁻¹ em meio sulfúrico e pela titulação por sulfato ferroso amoniacal a 0,1 mol L⁻¹ (Claessen, 1997).

A análise de variância foi feita pelo teste F, com comparação de médias por Tukey ($P < 0,05$) para efeito dos sistemas de manejo dentro de cada profundidade e comparação entre manejos por meio do programa estatístico Sisvar (Furtado et al, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de carbono orgânico no solo variaram significativamente entre os diferentes usos da terra (Tabela 1). A Mata Nativa apresentou os maiores valores de carbono orgânico (2,35 g/kg), enquanto áreas de Pasto exibiram os menores valores (0,87 g/kg). Essa diferença pode ser atribuída ao maior aporte de material orgânico em sistemas naturais, como folheto e raízes, que são fontes importantes para a formação e manutenção do carbono orgânico no solo (Lal, 2004; Souza et al., 2010).

Tabela 01 - Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Áreas	Carbono Orgânico g/kg
Mata Nativa	2,35 a
Café/Laranja	2,07 a
Café	1,12 b
Pasto	0,87 b
Coefficiente de Variação (%)	18,26%

Fonte: Produzido pelos autores

Áreas de uso consorciado, como Café/Laranja, também apresentaram teores relativamente elevados de carbono orgânico (2,07 g/kg), não diferindo estatisticamente da Mata Nativa. Esse resultado reforça o papel de sistemas agroflorestais ou integrados na conservação do carbono do solo, devido à presença de árvores que contribuem com matéria orgânica e favorecem uma dinâmica mais sustentável do ecossistema (Pandey et al., 2016; Cardoso et al., 2013). Dessa forma, práticas agrícolas diversificadas podem mitigar os impactos da agricultura convencional sobre os estoques de carbono.

Por outro lado, os sistemas agrícolas com monoculturas, como Café isolado (1,12 g/kg) e Pasto (0,87 g/kg), apresentaram os menores teores de carbono no solo. Esses sistemas, geralmente associados a maior compactação do solo, menor entrada de resíduos orgânicos e maior degradação da matéria orgânica, têm impacto negativo sobre os estoques de carbono (Don et al., 2011; Leite et al., 2018). Essas práticas podem levar à degradação do solo e perda de carbono para a atmosfera, contribuindo para o aumento de emissões de gases de efeito estufa (IPCC, 2019).

Esses resultados destacam a importância de práticas de manejo sustentável na conservação do carbono orgânico no solo. Sistemas mais próximos das condições naturais, como áreas de mata nativa ou consórcios agroflorestais, demonstram maior potencial para manter ou aumentar os estoques de carbono no solo, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e a sustentabilidade agrícola (Smith et al., 2014; Silva et al., 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento indicou que o uso e manejo do solo influenciam significativamente os teores de carbono orgânico: a Mata Nativa e sistemas consorciados, como Café/Laranja, apresentam os maiores estoques por preservarem a qualidade do solo via aporte contínuo de matéria orgânica e maior diversidade vegetal; em contraste, monoculturas como Café isolado e Pasto exibem menores teores. Nesse cenário, torna-se essencial promover sistemas mais sustentáveis, como agroflorestas e a preservação de áreas nativas, para manter os estoques de carbono e mitigar emissões de gases de efeito estufa, bem como implementar políticas públicas que incentivem a conservação do solo e práticas agrícolas sustentáveis, assegurando a segurança alimentar e a mitigação dos impactos das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cardoso, I. M., Guijt, I., Franco, F. S., Carvalho, A. F., & Ferreira Neto, P. S. (2013). Sistemas agroflorestais e a sustentabilidade da agricultura familiar. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, 20(3), 399–426.
- Don, A., Schumacher, J., & Freibauer, A. (2011). Impact of tropical land-use change on soil organic carbon stocks—a meta-analysis. *Global Change Biology*, 17(4), 1658–1670.
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123(1–2), 1–22.
- Leite, L. F. C., Galvão, S. R. S., & Oliveira, F. A. (2018). Estoque de carbono em solos sob diferentes sistemas de manejo no semiárido nordestino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22(2), 100–106.
- Pandey, D. N., Gupta, A. K., & Anderson, D. M. (2016). Rainwater harvesting as an adaptation to climate change. *Current Science*, 85(1), 46–59.
- Silva, E. F., Santos, H. G., & Moura, I. F. (2021). Conservação do solo e manejo sustentável: desafios para o futuro. *Ciência e Sustentabilidade*, 9(1), 20–35.

Smith, P., Bustamante, M., Ahammad, H., et al. (2014). Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. IPCC Fifth Assessment Report, Cambridge University Press.

Souza, E. D., Costa, S. E. V. G. A., Anghinoni, I., et al. (2010). Carbono orgânico e atributos de fertilidade de um Latossolo Vermelho sob integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(2), 379–388.

BORRELLI, P. et al. Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015–2070). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 117, n. 36, p. 21994–22001, 2020. DOI: 10.1073/pnas.2001403117.

EEKHOUT, J. P. C.; DE VENTE, J. Global impact of climate change on soil erosion and potential for adaptation through soil conservation. *Earth-Science Reviews*, v. 226, 103921, 2022. DOI: 10.1016/j.earscirev.2022.103921.

ÁREA TEMÁTICA: ENGENHARIA AGRÍCOLA

TRANSFORMAÇÕES NA AGRICULTURA IRRIGADA EM UNAÍ (MG) ENTRE 2000 E 2023

Leticia Tondato Arantes¹; Arthur Pereira dos Santos²; Alessandro Xavier da Silva Junior³; Darllan Collins da Cunha e Silva⁴.

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1169961640150212>

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/4312522940689041>

³Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/6761981647525186>

⁴Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1323110670876692>

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnologias. Cerrado Mineiro. Gestão Hídrica.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Agrícola

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a expansão da agricultura irrigada tem se consolidado como um dos principais vetores de transformação da paisagem agrícola brasileira, impulsionada pelo avanço tecnológico, pela crescente demanda por alimentos e pela busca por maior estabilidade produtiva em regiões de clima. Esse processo, embora contribua para o aumento da produtividade e para o fortalecimento econômico do setor agropecuário, acarreta implicações ambientais relevantes, como a pressão sobre os recursos hídricos, a supressão de vegetação nativa e a intensificação de conflitos pelo uso da terra (Santos et al., 2024; Arantes et al., 2025).

No contexto de Minas Gerais, a agricultura irrigada apresenta papel estratégico, especialmente em municípios como Unaí, localizados na região Noroeste do estado, que se destacam pela elevada produção de grãos e pela crescente adoção de sistemas de irrigação por pivô central (SEAPA, 2023).

Nesse cenário, o uso de dados de sensoriamento remoto e geotecnologias, como os disponibilizados pelo Projeto MapBiomass, tem se mostrado essencial para acompanhar a dinâmica da agricultura irrigada, permitindo análises temporais precisas e de longa duração. A avaliação da evolução da área irrigada em escala municipal fornece subsídios relevantes para compreender tendências de crescimento, identificar períodos de maior expansão e orientar políticas públicas voltadas à sustentabilidade da produção agrícola e à gestão eficiente dos recursos hídricos.

OBJETIVO

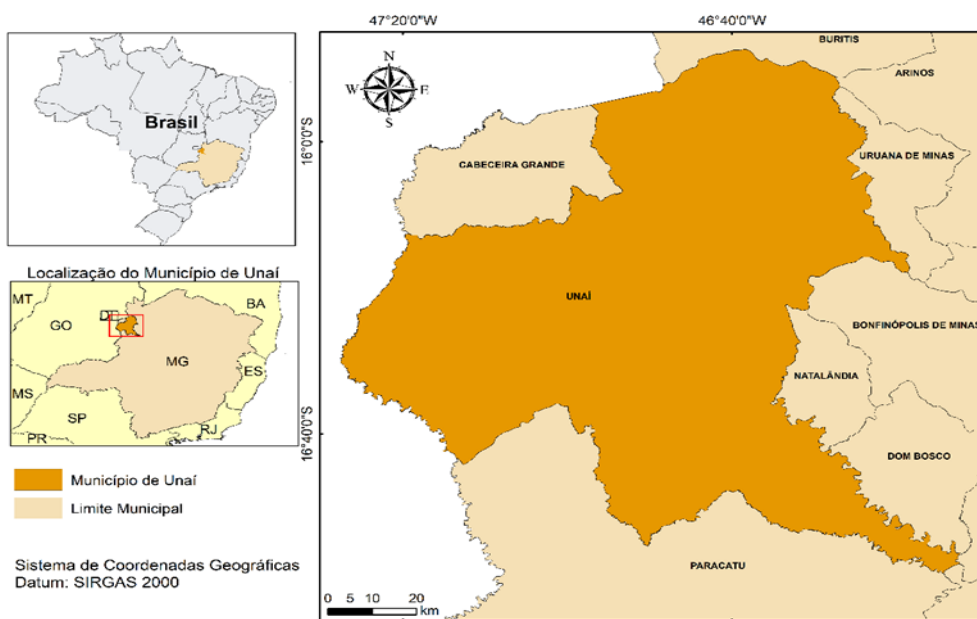
Analisar a evolução temporal da área irrigada por pivô central no município de Unaí, Minas Gerais, no período de 1985 a 2023, utilizando dados do Projeto MapBiomass, com ênfase na identificação de tendências e períodos de maior expansão.

METODOLOGIA

Área de estudo

Para o desenvolvimento deste estudo, o município de Unaí, localizado na Mesorregião do Noroeste de Minas Gerais, Brasil, com área aproximada de 8.447 km², foi considerado como área de estudo (Figura 1). A economia local é fortemente baseada na agropecuária, com destaque para a produção de grãos irrigados por pivô central, o que o posiciona entre os principais polos de agricultura irrigada do estado (SEAPA, 2023).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Os Autores (2024).

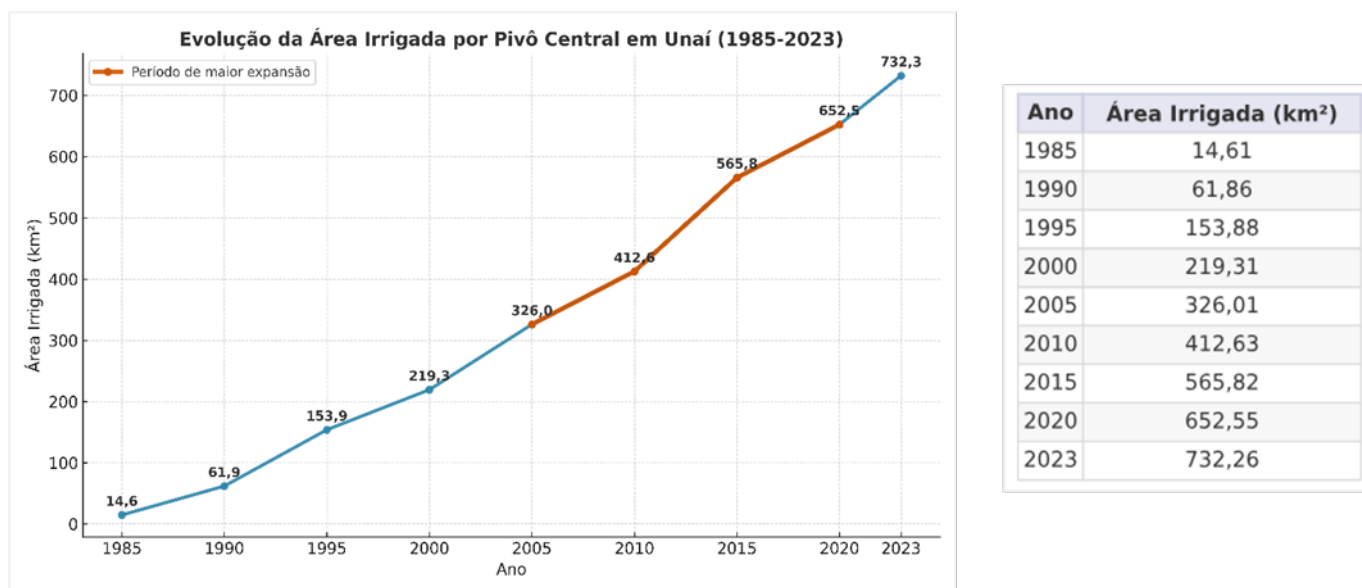
Quantificação da Área Irrigada por Pivô Central

A evolução da área irrigada por pivô central em Unaí (MG) foi analisada a partir dos dados do módulo Agricultura do Projeto MapBiomass – Coleção 9.0, referentes à classe temática Irrigated Agriculture – Irrigation center pivot, para o período de 1985 a 2023. A extração foi realizada na plataforma *Google Earth Engine* (GEE), utilizando o recorte municipal definido pelo IBGE. A investigação concentrou-se na variação temporal da série, com destaque para a identificação de tendências e de períodos de maior expansão da área irrigada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados do MapBiomas evidencia um crescimento expressivo da área irrigada por pivô central entre 1985 e 2023. Em 1985, eram aproximadamente 14,6 km² (1.461 ha) sob irrigação, aumentando para 732,2 km² (73.226 ha) em 2023, um crescimento superior a 4.900% no período. Este aumento apresenta uma tendência contínua, com incrementos significativos principalmente após 2000, quando a área irrigada mais que triplicou em relação a 1995 (Figura 2).

Figura 2: Evolução da área irrigada por pivô central em Unaí (1985–2023) e respectivos valores anuais de área (km²).



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do MapBiomas – Coleção 9.0 (2024).

Esse padrão de expansão acompanha tendências observadas em outras regiões do Brasil, onde a agricultura irrigada se consolidou como estratégia para reduzir riscos climáticos e maximizar a produtividade, especialmente em cultivos de alto valor agregado (Silva, Putti & Manzione, 2021). No caso de Unaí, polo agropecuário inserido no bioma Cerrado, o avanço da irrigação está relacionado à intensificação produtiva e à incorporação de tecnologias de manejo hídrico, corroborando o papel estratégico do município na produção agrícola estadual e nacional (Santos et al., 2024).

De acordo com Souza, Aquino e Queiroz (2020), a expansão da irrigação por pivô central no Brasil reflete não apenas ganhos tecnológicos, mas também a necessidade de atender à crescente demanda por alimentos e commodities. No entanto, esses autores alertam para o elevado consumo de água inerente ao sistema, o que exige monitoramento constante para evitar conflitos pelo uso do recurso, especialmente em bacias hidrográficas com múltiplos usos.

Os dados apontam que, em Unaí, a taxa de crescimento da área irrigada foi mais acentuada entre 2005 e 2020, período que coincide com políticas estaduais e federais de incentivo à irrigação, ampliação do crédito rural e fortalecimento da infraestrutura de captação e distribuição de água. Essa relação entre políticas públicas e expansão irrigada é destacada por Silva, Putti e Manzione (2021), que identificam no Sudeste um incremento expressivo da irrigação em Minas Gerais na última década.

No contexto regional, Unaí segue a tendência observada no Cerrado, onde a agropecuária expandiu 69% entre 1985 e 2023, com destaque para o crescimento da soja e da cana-de-açúcar (MapBiomas, 2024). Esse avanço está associado a melhorias na gestão da água e no manejo irrigado, porém reforça a necessidade de estratégias integradas de conservação, como indicam Santos et al. (2024), para equilibrar produção e preservação ambiental.

Assim, os resultados indicam que, embora a irrigação por pivô central tenha se consolidado como vetor estratégico de desenvolvimento agrícola e fortalecimento econômico em Unaí, sua continuidade exige práticas de manejo sustentável da água e do solo, especialmente diante de períodos de escassez hídrica associados ao uso intensivo da irrigação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou um expressivo avanço da agricultura irrigada por pivô central em Unaí, MG, nas últimas décadas, acompanhando tendências observadas no bioma Cerrado. Essa expansão reflete a intensificação produtiva e a adoção de tecnologias voltadas ao aumento da eficiência agrícola, reforçando a importância econômica do município no contexto estadual e nacional.

Os resultados destacam a necessidade de estratégias de manejo sustentável que conciliem a continuidade do crescimento agrícola com a preservação dos recursos hídricos e dos ecossistemas naturais. A incorporação de práticas conservacionistas, aliada ao uso de geotecnologias para monitoramento contínuo, constitui elemento-chave para assegurar a sustentabilidade de longo prazo e reduzir riscos ambientais associados à intensificação da irrigação.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

Arantes, L. T. et al (2025). **Transformações espaciais e ambientais no uso da terra em João Pinheiro (MG): Dinâmicas e implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020**. Cuyonomics – Investigaciones en Economía Regional, 9(15), 113-134. <https://doi.org/10.48162/rev.42.074>

MapBiomas. (2024). Projeto MapBiomas – Coleção 9.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura

e Uso de Solo do Brasil (1985–2023). Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org/>. Acesso em: 8 ago. 2025.

Santos, A. P. et al. (2024). **Avaliação da expansão agropecuária como forma de indicador de degradação ambiental na mesorregião Noroeste do estado de Minas Gerais, Brasil**. GeoFocus, 33, 7-26.

SEAPA – **Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. (2023). Relatório Anual de Produção Agropecuária de Minas Gerais – 2023**. Belo Horizonte: SEAPA.

Silva, C. O. F., Putti, F. F., & Manzione, R. L. (2021). **Panorama da evolução da agricultura irrigada no Sudeste do Brasil entre 2006 e 2017**. Irriga, 1(3), 446-457.

Souza, C. A., Aquino, B. G., & Queiroz, T. M. (2020). **Avaliação da expansão da agricultura irrigada por pivô central na região do Alto Teles Pires-MT utilizando sensoriamento remoto**. Revista GEAMA, 6(2), 11-16.

MODELAGEM ESPACIAL DA DISPONIBILIDADE DE FERRO EM BACIA HIDROGRÁFICA: CORRELAÇÃO COM AS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS E COM O FATOR K

Arthur Pereira dos Santos¹; Alessandro Xavier da Silva Junior²; Leticia Tondato Arantes³; Darllan Collins da Cunha e Silva⁴.

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/4312522940689041>

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/6761981647525186>

³Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1169961640150212>

⁴Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1323110670876692>

PALAVRAS-CHAVE: Ferro no solo. Textura do solo. Geoprocessamento

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Agrícola.

INTRODUÇÃO

A variabilidade dos atributos físico-químicos do solo é um dos principais desafios à gestão sustentável dos recursos agrícolas. O ferro (Fe), essencial ao metabolismo vegetal, possui comportamento dependente de diversos fatores edáficos, como mineralogia, granulometria e dinâmica da matéria orgânica (ZENG et al., 2023). Sua disponibilidade no solo pode afetar significativamente o desenvolvimento vegetal, especialmente em sistemas com alta acidez ou baixo teor de matéria orgânica.

Com o auxílio de tecnologias geoespaciais, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), tornou-se possível identificar zonas com maior ou menor disponibilidade de micronutrientes, subsidiando o uso racional de insumos e estratégias conservacionistas. A análise da textura do solo associada ao fator de erodibilidade (fator K) contribui para compreender a distribuição e retenção do Fe, especialmente em áreas sujeitas à lixiviação (SANTOS et al., 2025).

A carência de estudos locais que integrem variáveis físicas e químicas ainda limita práticas de manejo adequadas. Nesse contexto, a espacialização do ferro em bacias hidrográficas surge como ferramenta estratégica para o ordenamento do uso da terra.

OBJETIVO

O presente estudo objetiva mapear a distribuição espacial de Fe no solo da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocabaçu (BHRS), localizada no município de Ibiúna/SP, e investigar

sua relação com a textura do solo e o fator K, contribuindo para um manejo edafoclimático eficiente e sustentável.

METODOLOGIA

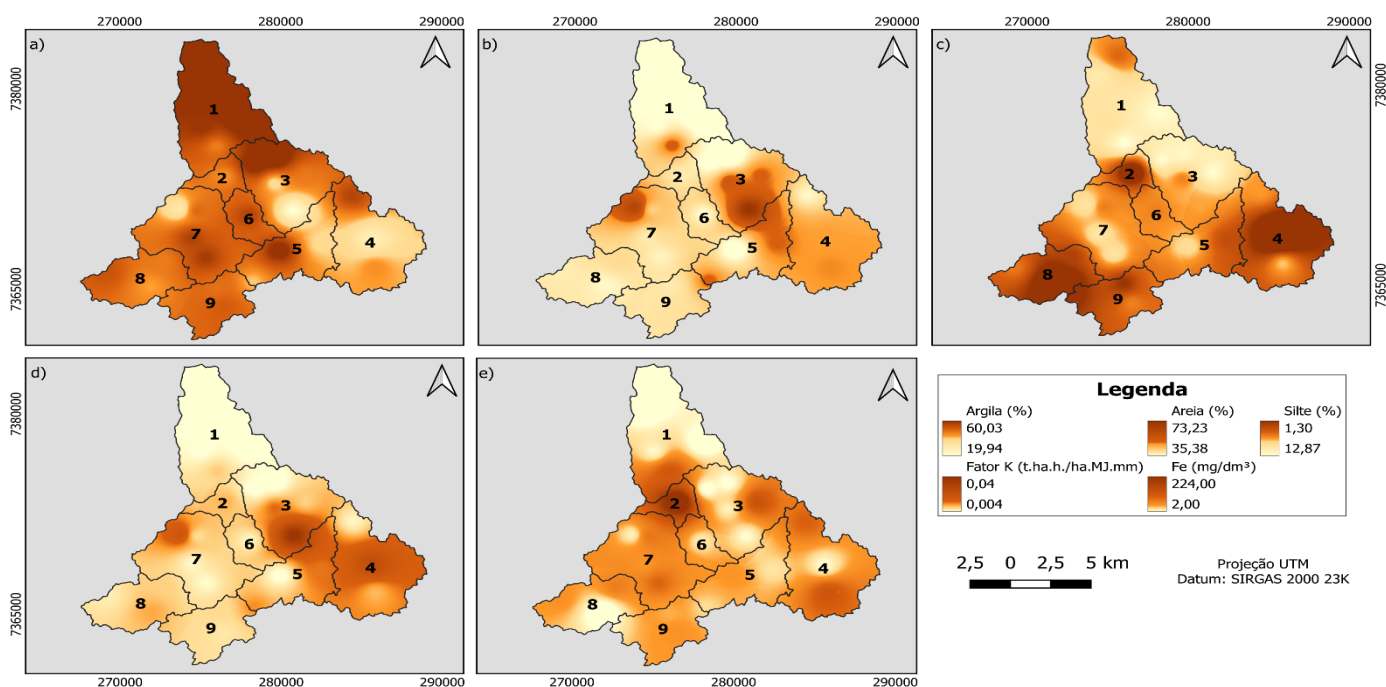
A pesquisa foi conduzida na BHRS, abrangendo uma área de 202,67 km² no domínio da Mata Atlântica. O relevo apresenta variações altimétricas entre 854 e 1.199 metros, com predominância de pequenas propriedades hortícolas. Foram amostrados 27 pontos, distribuídos conforme as classes de declividade e uso do solo, obtidas por imagens CBERS-4A (2 m) e verificação em campo.

As análises laboratoriais seguiram protocolos consolidados. A textura foi determinada pelo método da pipeta (IAC, 2009), e os teores de Fe (mg/dm³) foram quantificados em laboratório da UNESP/Botucatu. A interpolação espacial foi realizada por IDW (expoente = 2) no ArcGIS 10.5. A avaliação estatística das correlações entre o Fe e os parâmetros físicos empregou o coeficiente de Pearson. Os mapas foram refinados no QGIS 3.36.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra a variação espacial do ferro e das frações texturais nas sub-bacias da BHRS e, a Tabela 1 apresenta a correlação entre os parâmetros.

Figura 1: Distribuição espacial de Fe, areia, argila, silte e fator K na BHRS.



Fonte: Os autores (2025).

Tabela 1: Correlação entre os atributos físicos e o ferro presente no solo.

Componentes	Correlação (r^2)	Equação do Modelo
Fe x Areia	0,10	$y = 0,6441x + 29,419$
Fe x Argila	-0,23	$y = -1,1841x + 114,86$
Fe x Silte	0,29	$y = 2,8153x + 31,835$
Fe x Fator K	0,13	$y = 1295,6x + 40,954$

Fonte: Os autores (2025).

Os resultados demonstraram uma ampla amplitude nas concentrações de Fe, com valores médios variando de 36,98 mg/dm³ (SB1) até 127,49 mg/dm³ (SB2). Essa discrepância sugere forte influência da mineralogia local e da interação entre as frações do solo, uma vez que a adsorção e mobilidade do Fe dependem da capacidade de troca catiônica e da retenção hídrica proporcionada pelas partículas do solo.

A fração de silte apresentou correlação positiva moderada com o ferro ($r^2 = 0,29$), indicando que solos com maior teor de silte podem favorecer a retenção desse micronutriente, possivelmente devido à sua textura intermediária e maior superfície de adsorção. Em contrapartida, a argila apresentou associação negativa ($r^2 = -0,23$), o que sugere que, em solos muito argilosos, o Fe pode estar fortemente complexado ou imobilizado.

A relação do Fe com a fração arenosa foi fraca e positiva ($r^2 = 0,10$), enquanto o fator K teve correlação ainda mais baixa ($r^2 = 0,13$). Tais resultados sugerem que a textura exerce papel mais determinante que o potencial de erosão na disponibilidade do ferro. Além disso, os altos desvios-padrão em diversas sub-bacias (como $\pm 40,31$ em SB2) reforçam a heterogeneidade dos teores de Fe, exigindo abordagens de manejo adaptadas.

Esse padrão de distribuição também pode ser atribuído à mineralização diferencial dos solos e à influência da acidez ou saturação por alumínio, que afetam a solubilidade do Fe, conforme observado por Zeng et al. (2023). Solos argilosos, embora tenham maior capacidade de troca, podem reter o ferro de forma menos disponível para as plantas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise espacial demonstrou que o Fe apresenta comportamento variável entre as sub-bacias da BHRS, com maior disponibilidade em áreas com predominância de silte e menor em solos argilosos. A fraca associação com o fator K indica que, nesse contexto, a erosão não é o principal vetor de perda de ferro, reforçando a relevância da textura do solo na sua dinâmica.

A adoção de práticas específicas de manejo do solo, com base na textura e nas condições edáficas locais, é essencial para otimizar a disponibilidade de ferro e garantir a produtividade sustentável. Ademais, o uso de dados espaciais detalhados permite identificar

áreas críticas e planejar intervenções voltadas à conservação dos micronutrientes.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

IAC – Instituto Agronômico de Campinas. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Org.: CAMARGO, O. A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. Campinas, São Paulo (SP). 2009. Disponível em: https://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/docs/Boletim_Tecnico_106_rev_atual_2009.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

SANTOS, A. P.; SILVA JUNIOR, A. X.; NERY, L. M.; GOMES, G.; TONIOLO, B. P.; SILVA, D. C. C.; LOURENÇO, R. W. **Random forest algorithm applied to model soil textural classification in a river basin**. Environmental Monitoring and Assessment, 197(3), 330, 2025.

ZENG, G. et al. Toxicity of nanoscale zero-valent iron to soil microorganisms and related defense mechanisms: A Review. **Toxics**, v. 11, n. 6, p. 514, 2023.

ÁREA TEMÁTICA: PECUÁRIA

COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE SILAGENS ADITIVADAS COM RESÍDUO DE CERVEJARIA COM CASCA DE MARACUJÁ

Thaís da Costa Catro¹; William Robertson Pereira da Silva²; Andrea Krystina Vinente Guimaraes³.

¹Universidade do Federal Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, Pará. <http://lattes.cnpq.br/0575606567567186>

²Universidade do Federal Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, Pará.

<https://lattes.cnpq.br/5060430045417667>

³Universidade do Federal Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, Pará. <http://lattes.cnpq.br/0041955407499360>

PALAVRAS-CHAVE: Fermentação. Ensilagem. Subprodutos agroindustriais.

ÁREA TEMÁTICA: Pecuária

INTRODUÇÃO

No cenário agropecuário brasileiro, a ensilagem representa uma estratégia de vasta aplicação nos sistemas de criação animal, caracterizada pela preservação de forragens úmidas, recém-colhidas e de elevado valor nutritivo, com o propósito de suprir a demanda alimentar em períodos de escassez (SILVA et al. 2011), o processo se baseia na criação de um ambiente anaeróbico onde microrganismos produzem ácidos orgânicos, que diminuem o pH do material ensilado, inibindo o desenvolvimento de microrganismos deterioradores. Segundo Neiva Júnior et al. (2007) ressaltam que a ensilagem de resíduos provenientes da agroindústria representa uma alternativa econômica e ambientalmente viável, contribuindo para a redução do impacto causado pelo acúmulo desses resíduos no meio ambiente.

O Brasil, sendo o maior produtor mundial de maracujá, gera uma grande quantidade expressiva de resíduos de cascas e sementes durante o processamento industrial da fruta para a produção de sucos e polpas. Esses subprodutos, que correspondem a cerca de 65% a 70% da fruta, têm despertado interesse na pesquisa e na indústria (Neiva Júnior et al. 2007). A casca do maracujá, resíduo da industrialização do suco, constitui um material agroindustrial de elevado valor nutricional. Ferreira e Pena (2010) especificam sua composição, que compreende pectina, niacina (vitamina B3), ferro, cálcio e fósforo, além de um substancial teor de fibra alimentar.

O resíduo de cervejaria, a cevada, é um aditivo eficaz para silagens. Caracteriza-se por seu alto teor de matéria seca, superior a 90%, e proteico, acima de 25% na matéria seca. Sua alta capacidade higroscópica reduz a umidade da forragem, prevenindo fermentações indesejáveis, e fornece carboidratos para a fermentação láctica. Essa adição melhora a

composição bromatológica e o valor nutricional da silagem, conforme Castro et al. (2014).

A ensilagem dos resíduos de cervejaria com casca de maracujá surge como uma alternativa promissora também para a produção de forragem, permitindo um aproveitamento para a nutrição de animais e reduzindo o efeito poluidor desses materiais no meio ambiente.

OBJETIVO

Objetivou-se no experimento determinar os teores de matéria seca (MS) e mineral (MM) em silagens feitas com resíduos de cervejaria e casca de maracujá.

METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como quantitativo, de natureza aplicada, de forma descritiva, sendo seus procedimentos de uma pesquisa experimental.

O experimento foi conduzido no laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), localizado em Santarém – PA. Foram divididos em seis tratamentos, cada um com quatro repetições, compostos pelas seguintes proporções de resíduos de cervejaria (RC) e casca de maracujá (CM), distribuídos da seguinte forma:

- **T1** – 100% de RC
- **T2** – 60% de RC + 40% de CM
- **T3** – 70% de RC + 30% de CM
- **T4** – 80% de RC + 20% de CM
- **T5** – 90% de RC + 10% de CM
- **T6** – 100% de CM

Inicialmente os resíduos agroindustriais foram adquiridos em empresas que produzem cerveja (cervejaria) e polpa de frutas (casca de maracujá).

Antes da ensilagem, todo material foi submetido a um processo de pré-secagem, sendo expostos ao sol por um período de 8 horas. Este procedimento teve como objetivo principal a redução parcial do teor de umidade. Em seguida, os materiais foram homogeneizados manualmente e posteriormente compactados em silos experimentais confeccionados com tubo de PVC, vedados com válvula Bunsen e selados com fita adesiva, para garantir um ambiente anaeróbico adequado. Os silos permaneceram armazenados por 30 dias em local com temperatura ambiente. Ao final do período de fermentação, os silos foram abertos e amostras das silagens foram coletadas para análise bromatológica, foram secos em estufa de circulação forçada de ar por 72h a 55°C e em seguida a secagem definitiva a 105°C, para a determinação da matéria Seca (MS), e queimados em mufla a 550°C para a

obtenção da Matéria Mineral (MM). Os dados foram analisados de forma descritiva e as médias descritas em tabela.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Houve uma variação entre os teores de matéria seca das silagens avaliadas. Os teores de matéria seca das silagens do tratamento T1 apresentaram 26,50%, enquanto os tratamentos com as mistura e resíduo de cervejaria e casca de maracujá (T2, T3 e T4) variaram entre 23,03%, 24,28 e 25,46%, respectivamente. As silagens com teor de 10% de casca de maracujá (T5) obtiveram maior teor de MS (32,07%), indicando maior redução na umidade. Por outro lado, as silagens do tratamento 6, composto apenas por casca de maracujá tiveram menores valores de matéria seca (21,25%).

Os teores de matéria mineral variaram de 2,80% a 5,63% entre os tratamentos. Os menores valores de matéria mineral foram observados nas silagens do tratamento 1, utilizado apenas resíduo de cervejaria (3,02%) e do tratamento 5, com apenas 10% de casca de maracujá (2,8%). Esse valor é inferior ao encontrado na casca de maracujá. As silagens do tratamento 2, que consistiu na mistura de resíduo de cervejaria com casca de maracujá, o teor de matéria mineral alcançou 3,73%, sendo o maior entre os tratamentos que utilizaram essa combinação. Isso indica que a casca de maracujá contribui de forma significativa para o aumento do teor mineral. Nos tratamentos 3 e 4, que também foram compostos pela mistura de resíduo de cervejaria com casca de maracujá, os teores de matéria mineral foram de 3,46% e 3,13%, respectivamente. Por fim, o tratamento 6, que consistiu exclusivamente na casca de maracujá isolada, teve o maior teor de matéria mineral, alcançando 5,63%.

Os resultados referentes à composição bromatológica do resíduo de cervejaria com casca de maracujá estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Resultados médios dos teores médios de Matéria seca (MS) e Matéria mineral (MM).

Tratamento	MS%	MM%
1	26,50	3,02
2	23,03	3,73
3	24,28	3,46
4	25,43	3,13
5	32,07	2,80
6	21,25	5,63

(T1) 100% RC; (T2) 60% RC + 40% CM; (T3) 70% RC + 30% CM; (T4) 80% RC + 20% CM; (T5) 90% RC + 10% CM; (T6) 100% CM; RC: Resíduo de cervejaria; CM: Casca de maracujá.

Fonte: Tabela de autoria própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que as silagens exclusivas de casca de maracujá, apesar de terem apresentado menores teores de matéria seca, foram superiores em matéria mineral. As adições de casca de maracujá nas silagens representaram incrementos nos teores de minerais dessas silagens de resíduos de cervejaria. A adição de 10% de casca de maracujá na silagem de resíduo de cervejaria aumentou o teor de matéria seca dessa silagem. A combinação de diferentes resíduos pode aprimorar a qualidade nutricional da silagem, tornando-a uma alternativa viável e econômica para a alimentação animal. Dessa forma, a inclusão de casca de maracujá nas formulações de silagem não apenas otimiza a nutrição animal, mas também contribui para a redução do desperdício de subprodutos agroindustriais, promovendo uma abordagem mais sustentável na produção animal.

REFERÊNCIAS

- CASTRO, Wanderson José Rodrigues de et al. **Silagem de capim buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) aditivada com resíduo de cervejaria desidratado**. *Revista Eletrônica de Pesquisa Animal*, Rondonópolis, v. 2, n. 2, p. 78-85, 2014.
- FERREIRA, Márcia de Fátima Pantoja; PENA, Rosinelson da Silva. Estudo da secagem da casca do Maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande**, v. 12, n. 1, p. 15-28, jun. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277927844_Estudo_da_secagem_da_casca_do_Maracuja_amarelo. Acesso em: 06 agosto 2025.
- NEIVA JÚNIOR, Arnaldo Prata et al. **Efeito de diferentes aditivos sobre a qualidade fermentativa da silagem de resíduo de maracujá amarelo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007.
- NEIVA JÚNIOR, Arnaldo Prata et al. **Efeito de diferentes aditivos sobre os teores de proteína bruta, extrato etéreo e digestibilidade da silagem de maracujá**. Lavras: Ciênc. agrotec., v. 31, n. 3, p. 871-875, maio/jun., 2007.
- SILVA, T. C. et al. Papel da fermentação láctica na produção de silagem. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 998, jan. 2011.

APLICAÇÕES DA ENGENHARIA ELÉTRICA NO MONITORAMENTO ELETRÔNICO DA PECUÁRIA: UMA REVISÃO SOBRE RASTREAMENTO E BEM-ESTAR ANIMAL

Márliton Pereira dos Santos¹; Josilene Martins Inez²; Larissa Damaris Teixeira da Silva³.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

²Universidade de Uberaba (UNIUBE), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3167821176813462>

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1576764076598308>

PALAVRAS-CHAVE: Pecuária de precisão. Eletrônica embarcada. Rastreabilidade.

ÁREA TEMÁTICA: Pecuária.

INTRODUÇÃO

A pecuária moderna está passando por uma transformação incrível, impulsionada pela adoção de tecnologias digitais e automação, dando origem ao que chamamos de “pecuária de precisão”. Esse novo modelo busca melhorar o monitoramento dos animais e otimizar os processos produtivos, com a engenharia elétrica como uma de suas grandes aliadas. Entre as inovações que estão fazendo a diferença no setor, pode-se destacar sistemas de rastreamento por radiofrequência (RFID), coleiras inteligentes, sensores térmicos e cercas eletrônicas. Essas ferramentas permitem que os produtores acompanhem em tempo real os aspectos fisiológicos e comportamentais dos animais, além de controlar a distribuição no espaço e prevenir problemas como fugas ou agressões entre seus animais de criação (Tzanidakis *et al.*, 2023).

O avanço dessas tecnologias se torna ainda mais importante diante da crescente demanda por segurança alimentar, rastreabilidade e bem-estar animal — fatores essenciais para fortalecer cadeias produtivas sustentáveis. No entanto, um desafio que persiste é a baixa adoção dessas tecnologias em propriedades de médio e pequeno porte, seja por limitações técnicas, financeiras ou pela falta de capacitação profissional adequada (Schuler, 2024). Nesse contexto, a engenharia elétrica não só oferece ferramentas técnicas, mas também a chance de desenvolver soluções que se adaptem às diversas realidades rurais.

Diante disso, integrar tecnologias embarcadas nos sistemas de criação animal pode aumentar tanto a produtividade quanto a saúde dos animais. Além disso, isso pode fornecer informações para decisões relacionadas à saúde e à zootecnia. Por isso, é fundamental mapear e analisar de forma crítica as principais aplicações da engenharia elétrica no monitoramento eletrônico da pecuária, destacando seu potencial para promover uma produção mais eficiente, ética e rastreável.

OBJETIVO

Os objetivos deste estudo foram identificar as principais tecnologias de monitoramento eletrônico aplicadas na pecuária brasileira além de avaliar o impacto dessas inovações no bem-estar animal, na rastreabilidade dos rebanhos e na produtividade dos sistemas de criação.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com uma abordagem qualitativa, de natureza básica e objetivos exploratórios, seguindo o protocolo Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA). Esse protocolo assegura um processo na seleção, triagem e análise das evidências científicas. A busca por publicações foi realizada nas bases de dados CAPES e SciELO, priorizando artigos que estão disponíveis em acesso completo, revisados por pares e publicados entre 2015 e 2025.

A estratégia de busca fez uso de operadores booleanos para refinar os resultados, combinando os seguintes descritores: (Pecuária de precisão) E (Monitoramento eletrônico) E (Engenharia elétrica) OU (Bem-estar animal) OU (Tecnologia embarcada) NÃO (Animais silvestres).

Os critérios de inclusão foram: estudos em português ou inglês que discutiam a aplicação de tecnologias elétricas ou eletrônicas no monitoramento da pecuária, com ênfase em rastreabilidade, controle sanitário ou bem-estar animal. Por outro lado, os critérios de exclusão abrangeram artigos que não estavam disponíveis na íntegra, publicações duplicadas nas bases consultadas, textos em outros idiomas e trabalhos que não estabelecessem uma conexão clara entre engenharia elétrica e sistemas pecuários.

A análise foi realizada seguindo as quatro etapas do fluxograma PRISMA: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. Isso trouxe mais transparência, reprodutibilidade e confiabilidade ao processo de revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos artigos incluídos na revisão mostrou que a aplicação da engenharia elétrica no monitoramento da pecuária é uma inovação importante para promover o bem-

estar animal e modernizar o setor produtivo. Dispositivos eletrônicos, como sistemas de identificação por radiofrequência (RFID), coleiras inteligentes, sensores térmicos e cercas eletrônicas, têm possibilitado o rastreamento preciso e contínuo dos animais, ajudando no controle sanitário e na tomada de decisões mais eficazes (Oliveira *et al.*, 2025). Em propriedades rurais de médio e grande porte no Brasil, essas tecnologias são utilizadas para monitorar variáveis como temperatura corporal, movimentação e ingestão de alimentos, permitindo intervenções rápidas em casos de anomalias.

A integração entre eletrônica embarcada e softwares de análise de dados também se mostrou vantajosa, pois permite centralizar as informações em plataformas digitais acessíveis por dispositivos móveis ou computadores. Essas soluções beneficiam tanto o controle individual dos animais quanto o planejamento estratégico da produção, reduzindo perdas e aumentando os índices de produtividade (Cavalcanti; Endler; Lamenza, 2023). A Figura 1 ilustra um modelo de aplicação de tecnologia de rastreamento com coleiras RFID conectadas a sensores ambientais, disponível em bancos de imagens científicas e repositórios acadêmicos.

Figura 1 – Monitoramento eletrônico de bovinos com coleiras inteligentes RFID conectadas a sensores térmicos.



Fonte: Passerini (2023).

Essa representação visual destaca como as tecnologias podem fornecer diagnósticos ambientais em tempo real, o que tem um impacto direto na saúde dos rebanhos e no planejamento do manejo alimentar, vacinação e movimentação dos animais. A Tabela 1 apresenta um resumo dos principais benefícios e limitações encontrados nas publicações científicas analisadas sobre o uso de tecnologias elétricas no monitoramento da pecuária.

Tabela 1 – Benefícios e limitações das tecnologias elétricas aplicadas ao monitoramento eletrônico na pecuária.

ASPECTO AVALIADO	BENEFÍCIOS IDENTIFICADOS	LIMITAÇÕES APONTADAS
Rastreamento animal	Controle individualizado e em tempo real	Custo elevado de implantação em larga escala
Sensores ambientais	Monitoramento de temperatura e umidade para prevenir doenças	Dependência de conectividade estável em áreas rurais
Cercas eletrônicas inteligentes	Redução de acidentes e fugas	Requer manutenção periódica e suporte técnico
Plataforma integrada de dados	Planejamento sanitário e nutricional otimizado	Necessidade de capacitação dos usuários

Fonte: Autoria própria com base nos estudos revisados (2025).

De acordo com a Tabela 1, apesar das tecnologias elétricas usadas para monitorar a pecuária trazerem benefícios importantes para o bem-estar dos animais e para a gestão eficiente dos rebanhos, ainda existem desafios, como os custos e a necessidade de formação técnica para uma implementação eficaz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, as tecnologias elétricas usadas no monitoramento eletrônico da pecuária brasileira são uma ferramenta promissora para melhorar o bem-estar animal, garantir a rastreabilidade sanitária e aumentar a produtividade no campo no Brasil. O uso de dispositivos como sensores térmicos, coleiras inteligentes e sistemas RFID tem se mostrado bastante eficaz, especialmente quando combinados com estratégias de gestão automatizada. No entanto, apesar dos avanços, ainda existem desafios, como o alto custo inicial dos equipamentos e a falta de capacitação técnica nas comunidades rurais. Por isso, é recomendável que futuras pesquisas se concentrem no desenvolvimento de tecnologias mais acessíveis e em iniciativas educativas voltadas para a formação técnica de produtores e trabalhadores rurais.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, M.; ENDLER, M.; LAMENZA, T. *Livestock Management from the Air with RFID and Cooperating Drones*. 2023 Symposium on Internet of Things (SloT). doi:10.1109/SloT60039.2023.10390023. Acesso em: 17 jul. 2025.

OLIVEIRA, C. E. A.; AVELAR, T. A.; TINÔCO, I. F. F.; COELHO, A. L. F.; BARBARI, M. Development and validation of data acquisition system for real-time thermal environment monitoring in animal facilities. *AgriEngineering*, v. 7, n. 2, art. 45, fev. 2025. DOI: 10.3390/

agriengineering7020045. Acesso em: 17 jul. 2025.

PASSERINI, Viviane. Inovação tecnológica promove o monitoramento dos bovinos. Agron, 14 nov. 2023. Disponível em: <https://agron.com.br/noticias/colunistas/2023/11/14/inovacao-tecnologica-promove-o-monitoramento-dos-bovinos/>. Acesso em: 11 jul. 2025.

SCHULER, S. A importância da rastreabilidade na agropecuária brasileira: garantia de segurança e sustentabilidade. *Portal DBO*, 2024. Disponível em: <https://portaldbo.com.br/a-importancia-da-rastreabilidade-na-agropecuaria-brasileira-garantia-de-seguranca-e-sustentabilidade/>. Acesso em: 17 jul. 2025.

TZANIDAKIS, Christos; BERCKMANS, Daniel; HALLESDORFER, Markus; et al. Overview of Precision Livestock Farming. In: *ResearchGate*, 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/384108190_Overview_of_Precision_Livestock_Farming. Acesso em: 17 jul. 2025.

ÁREA TEMÁTICA: SEGURANÇA ALIMENTAR

NEUROQUÍMICA, ALIMENTAÇÃO E EMOÇÕES: O PAPEL DO ENSINO DA QUÍMICA PARA A PROMOÇÃO DA SEGURANÇA ALIMENTAR E DO BEM-ESTAR ESTUDANTIL

Márliton Pereira dos Santos¹.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

PALAVRAS-CHAVE: Neurotransmissores. Educação alimentar e emocional. Ensino de química.

ÁREA TEMÁTICA: Segurança alimentar.

INTRODUÇÃO

A relação entre alimentação e saúde emocional tem despertado crescente interesse na área da segurança alimentar e educação básica. Nutrientes específicos afetam diretamente a produção de neurotransmissores que regulam o humor, a motivação, o sono e a atenção, fatores que influenciam o desempenho escolar e a qualidade de vida dos estudantes. Compreender esses processos bioquímicos pode contribuir para escolhas alimentares mais conscientes e saudáveis (World Health Organization, 2024). Embora muitos programas de promoção da saúde emocional estejam sendo implementados, ainda falta uma base científica que conecte os estudantes ao funcionamento neuroquímico do cérebro. Compreender como neurotransmissores como serotonina, dopamina, norepinefrina e GABA influenciam as respostas emocionais pode ser uma estratégia poderosa para desenvolver uma educação socioemocional mais consciente, crítica e integrada ao currículo escolar.

Apesar da importância do tema, a química ainda é pouco utilizada como uma ferramenta para explicar os fenômenos relacionados à saúde alimentar e emocional, sendo frequentemente abordada de maneira isolada e sem contexto. Isso gera uma questão importante: como o ensino de neuroquímica pode ajudar na compreensão da saúde alimentar e no enfrentamento de distúrbios emocionais entre os jovens em idade escolar?

Acredita-se que, ao entender os mecanismos neuroquímicos que causam emoções nos seres humanos, os alunos possam cultivar mais empatia, melhorar sua autorregulação emocional e se abrir para conversas sobre o sofrimento psicológico. Essa abordagem também promove a interdisciplinaridade entre as ciências exatas e humanas, além de contribuir para a formação integral do indivíduo. Assim, a presente pesquisa se justifica pela necessidade de revisar as metodologias que conectam o ensino de química à educação socioemocional e alimentar, oferecendo uma proposta pedagógica que una o

conhecimento científico à promoção da saúde mental e alimentar no ambiente escolar.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo investigar como o ensino de neuroquímica, ao abordar os efeitos dos nutrientes adquiridos na alimentação e dos neurotransmissores no cérebro, pode enriquecer o processo educativo no ensino médio e contribuir para a promoção da segurança alimentar e emocional entre adolescentes. Por meio de uma revisão sistemática, pretendeu-se identificar os principais compostos neuroquímicos associados ao comportamento alimentar e emocional dos jovens, bem como avaliar metodologias pedagógicas que integrem a química ao desenvolvimento de hábitos saudáveis, empatia e autoconsciência no ambiente escolar.

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada através de uma revisão sistemática da literatura, seguindo o protocolo Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA). O objetivo foi garantir que a seleção e análise das fontes fossem transparentes, reprodutíveis e rigorosas. As buscas foram feitas nas bases de dados CAPES e SciELO, focando no período entre 2015 e 2025, e englobando artigos científicos de diversas áreas.

Utilizou-se os seguintes descritores, combinados com operadores booleanos: (Segurança alimentar) E (Neurociência da nutrição) E (Educação química aplicada) OU (Emoções e alimentação) OU (Ensino interdisciplinar) NÃO (Educação superior). Os critérios de inclusão foram publicações em português ou inglês, revisadas por pares, que abordassem tanto os aspectos bioquímicos dos transtornos mentais quanto propostas educativas voltadas para o ensino médio. Excluiu-se artigos que não estavam disponíveis na íntegra, publicações sem um enfoque educativo ou que tratassem apenas de estudos clínicos ou laboratoriais sem conexão com a educação.

A seleção dos materiais foi realizada em quatro etapas: identificação, triagem, avaliação de elegibilidade e inclusão final, seguindo o fluxograma do PRISMA. As informações coletadas dos estudos foram organizadas em duas categorias: (1) neurotransmissores relacionados a distúrbios emocionais em adolescentes e (2) práticas pedagógicas que utilizam a química como ferramenta para ensinar sobre saúde mental. A análise dos artigos considerou, em especial, o potencial educativo das relações entre alimentação, bioquímica cerebral e escolhas emocionais, contribuindo para a formação de estudantes mais conscientes quanto à sua saúde alimentar e mental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 31 artigos selecionados revelou que os neurotransmissores mais comumente ligados a distúrbios emocionais em adolescentes são a serotonina, a dopamina, a norepinefrina e o ácido gama-aminobutírico (GABA). A falta ou o desequilíbrio dessas substâncias está diretamente conectado a problemas como depressão, ansiedade, déficit de atenção e mudanças de humor, impactando de forma significativa o desempenho escolar e a interação social dos estudantes (Petrik *et al.*, 2025; Gomes; Castro; Cunha, 2025). A literatura científica revisada destaca que, embora esses temas tenham relação com a química, eles raramente são abordados de maneira interdisciplinar e contextualizada no ensino médio, o que dificulta a compreensão dos alunos sobre os processos internos que regulam suas emoções.

Quanto ao segundo objetivo específico, foi observado que várias experiências pedagógicas bem-sucedidas foram realizadas com a intenção de integrar a neuroquímica ao ensino de saúde mental. Essas práticas incluíram o uso de mapas conceituais sobre neurotransmissores, jogos didáticos para simular sinapses, criação de roteiros teatrais sobre estados emocionais e discussões em sala sobre os efeitos bioquímicos do estresse, da alimentação e da atividade física no cérebro. Essas abordagens mostraram-se eficazes não apenas na aprendizagem dos conteúdos de química na educação básica, mas também na promoção de empatia, escuta ativa e autoconsciência entre os alunos (Mittmann *et al.*, 2022). Ademais, a compreensão dos neurotransmissores e sua conexão com a alimentação permite que o estudante compreenda como o que ele consome afeta diretamente o humor, a motivação e o comportamento social. Isso amplia o escopo da segurança alimentar para além da nutrição física, englobando também o bem-estar emocional. A Tabela 1 apresenta os principais neurotransmissores identificados na revisão, suas funções e os distúrbios aos quais estão associados.

Tabela 1 – Neurotransmissores, funções principais e distúrbios associados.

Neurotransmissor	Função Principal	Distúrbios Associados
Serotonina	Regulação do humor e do sono	Depressão, ansiedade
Dopamina	Prazer, motivação, aprendizado	Transtorno de déficit de atenção, vícios
Norepinefrina	Alerta, resposta ao estresse	Ansiedade, transtornos de pânico
GABA	Inibição da atividade neuronal excessiva	Insônia, transtornos de ansiedade
Glutamato	Excitação neuronal e plasticidade sináptica	Esquizofrenia, epilepsia

Fonte: Elaboração própria com base nos estudos revisados (2024).

A Tabela 1 destaca como a bioquímica do cérebro pode ser integrada ao ensino médio, mostrando aos alunos que os estados emocionais têm uma base científica. Compreender esses processos pode ajudar na autorregulação emocional. Essas informações reforçam que a alimentação adequada não é apenas uma questão calórica ou nutricional, mas um fator determinante para o equilíbrio emocional e o rendimento escolar dos estudantes do ensino fundamental e médio no Brasil. Porque a maioria dos nutrientes e substâncias necessárias para o bom funcionamento dos neurotransmissores provém da alimentação saudável. O ensino de Química, ao abordar esses conteúdos, pode promover maior consciência alimentar entre os jovens. Segundo Freitas e Freitas (2018), o conhecimento que se origina da realidade concreta do indivíduo favorece o diálogo, a crítica e o empoderamento. Dessa forma, ao conectar a química a temas relacionados à saúde mental, alimentar e nutricional, o professor enriquece o aprendizado da disciplina, proporcionando aos jovens, ferramentas para que possam entender melhor a si mesmos e o mundo ao seu redor de maneira mais sensível e consciente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática evidenciou que o ensino de neuroquímica pode contribuir para a promoção da segurança alimentar e do bem-estar emocional entre estudantes do ensino médio. O primeiro objetivo foi atendido ao identificar os principais neurotransmissores associados a distúrbios emocionais, como serotonina, dopamina, norepinefrina e GABA (cuja a quantidade presente no corpo humano está relacionada com a alimentação da pessoa) os quais exercem influência direta sobre o comportamento, o humor e a aprendizagem. Quanto ao segundo objetivo, verificou-se que metodologias ativas e interdisciplinares, ao integrarem conteúdos de química com temas de saúde mental, favorecem a empatia, a autorregulação e escolhas alimentares mais conscientes. Dessa forma, a química mostrou-se uma ferramenta potente para a educação socioemocional no contexto escolar. Como limitação, destacou-se a escassez de estudos aplicados em escolas públicas. Sugere-se, portanto, que futuras pesquisas desenvolvam e avaliem intervenções didáticas baseadas em neuroquímica que articulem indicadores de aprendizagem e bem-estar estudantil, especialmente em contextos educacionais mais vulneráveis

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

FREITAS, André Luis Castro de; FREITAS, Luciane Albernaz de Araujo. A construção do conhecimento a partir da realidade social do educando. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, v. 22, n. 1, 2018. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/10707>. Acesso em: 9 jul. 2025.

GOMES, A. V. S.; CASTRO, I. M. C. M.; CUNHA, J. D. N. F. A química das emoções: neurotransmissores, funções orgânicas e saúde mental. *Mostra Virtual de Projetos da*

FEBRACE, 2025. Disponível em: <https://virtual.febrace.org.br/2025/EXA/8034/>. Acesso em: 9 jul. 2025.

MITTMANN, G.; BARNARD, A.; KRAMMER, I.; MARTINS, D.; DIAS, J. LINA – um jogo de realidade aumentada voltado para saúde mental, promovendo conexão real e senso de pertencimento entre adolescentes. *arXiv*, abr. 2022. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2204.12917>. Acesso em: 9 jul. 2025.

PETRIK, J.; LEHMACH, C.; BEGG, M.; et al. Current Insight into Biological Markers of Depressive Disorder in Children and Adolescents. *Antioxidants*, v. 14, n. 6, art. 699, jun. 2025. <https://doi.org/10.3390/antiox14060699>. Acesso em: 9 jul. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Mental health of adolescents: factsheet*, 2024. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-mental-health>. Acesso em: 9 jul. 2025.

O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO SOBRE SAÚDE ALIMENTAR: UMA REVISÃO SOBRE APLICAÇÕES INTERDISCIPLINARES NO ENSINO FUNDAMENTAL

Márliton Pereira dos Santos¹; Josilene Martins Inez²; Larissa Damaris Teixeira da Silva³.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

²Universidade de Uberaba (UNIUBE), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3167821176813462>

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1576764076598308>

PALAVRAS-CHAVE: Prevenção de doenças alimentares. Alfabetização científica. Educação interdisciplinar.

ÁREA TEMÁTICA: Segurança Alimentar.

INTRODUÇÃO

A promoção da segurança alimentar e nutricional no ambiente escolar é um dos caminhos mais eficazes para prevenir doenças e formar cidadãos conscientes sobre sua saúde e bem-estar. No Ensino Fundamental, a escola tem papel estratégico na formação de hábitos alimentares saudáveis, o que exige práticas educativas interdisciplinares que unam conteúdos de Ciências e Matemática. Essas áreas permitem trabalhar, de forma crítica e contextualizada, conceitos como valor nutricional, balanço energético, estatísticas alimentares e impactos do consumo de ultraprocessados. No entanto, mesmo com a importância desses temas, as práticas pedagógicas que realmente exploram a interconexão entre conhecimentos científicos, raciocínio lógico e comportamentos saudáveis ainda são bastante limitadas (Silva; Venturi, 2022).

Frequentemente, o ensino de Ciências no Ensino Fundamental se resume à memorização de termos biológicos, enquanto a Matemática acaba desconectada de contextos sociais e de saúde (Rigão; Santos; Almeida, 2023). Essa fragmentação no currículo prejudica a formação de habilidades que envolvem a leitura crítica de dados, a compreensão de estatísticas sobre doenças, a interpretação de gráficos epidemiológicos e até mesmo o cálculo de índices nutricionais. Diante dessa realidade, surge a pergunta:

como o ensino integrado de Ciências e Matemática pode ajudar a fortalecer a educação em saúde alimentar nas escolas, incentivando comportamentos preventivos e uma maior consciência nutricional?

Dessa forma, práticas pedagógicas interdisciplinares, ao combinar conhecimentos científicos e matemáticos com questões de saúde alimentar do dia a dia, ajudam os alunos a entender melhor a importância de ações preventivas. Isso também contribui para formar indivíduos mais conscientes e autônomos em relação ao seu próprio bem-estar. Assim, esta pesquisa é importante porque busca organizar experiências educativas que se conectam com os conteúdos curriculares e, ao mesmo tempo, defendem a saúde como um direito fundamental. Portanto, revisar as práticas que unem o ensino de Ciências e Matemática à educação em saúde alimentar pode trazer informações valiosas para melhorar as estratégias pedagógicas no Ensino Fundamental.

OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo analisar práticas pedagógicas que integram conteúdos de Ciências e Matemática voltados à promoção da segurança alimentar no Ensino Fundamental. A revisão buscou compreender como essas abordagens interdisciplinares contribuem para desenvolver hábitos alimentares mais saudáveis entre crianças e adolescentes e ampliar o impacto da escola na formação de estudantes mais conscientes sobre seu bem-estar físico e social.

METODOLOGIA

O presente estudo foi uma revisão sistemática da literatura, elaborada com base no protocolo Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA), que visa assegurar rigor, clareza e reprodutibilidade na seleção das fontes. As pesquisas foram realizadas nas bases de dados CAPES e SciELO, abrangendo publicações entre 2015 e 2025.

A estratégia de pesquisa utilizou descritores combinados com operadores booleanos: (Educação alimentar) E (Nutrição escolar) E (Ensino interdisciplinar) OU (Segurança alimentar) OU (Alfabetização científica) NÃO (Educação superior). Foram incluídos artigos publicados em português ou inglês, com revisão por pares, que discutissem experiências educativas em escolas de ensino fundamental e que apresentassem uma integração entre os conteúdos de Ciências, Matemática e temas de saúde. Como critérios de exclusão, foram descartados estudos que não estavam disponíveis na íntegra, publicações em outros idiomas e trabalhos que se concentravam exclusivamente na formação universitária ou em contextos clínicos.

A triagem dos materiais passou por quatro etapas: identificação, leitura dos títulos e resumos, avaliação da elegibilidade e seleção final. As informações coletadas dos artigos foram organizadas em categorias temáticas, levando em conta os conteúdos discutidos, os métodos pedagógicos utilizados e os resultados observados na aprendizagem ou nas mudanças de comportamento dos alunos. A análise dos estudos priorizou experiências pedagógicas com potencial de transformar o conhecimento científico em ferramentas para escolhas alimentares conscientes, abordando a segurança alimentar como eixo de atuação educativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 33 artigos incluídos na revisão sistemática mostrou que a integração dos conteúdos de Ciências e Matemática na educação em saúde no ensino fundamental brasileiro ainda está em desenvolvimento. No entanto, já existem experiências promissoras em escolas públicas e projetos de extensão universitária. Em relação ao primeiro objetivo específico, foi observado que práticas interdisciplinares costumam abordar temas como higiene pessoal, alimentação saudável, doenças transmissíveis e educação sexual. As experiências analisadas revelam que a alimentação escolar e os temas relacionados ao consumo alimentar consciente são frequentemente abordados em projetos que envolvem o cálculo matemático de Índice de Massa Corporal (IMC), leitura de rótulos e interpretação de dados numéricos nutricionais. Essas atividades favorecem a reflexão crítica sobre os impactos da alimentação no cotidiano, conectando os conteúdos disciplinares de ciência e matemática à vida real (Bini; Barba; Costa, 2024).

Quanto ao segundo objetivo, os estudos indicaram que metodologias como projetos temáticos, resolução de problemas, produção de materiais educativos e uso de dados epidemiológicos escolares ajudam a promover hábitos saudáveis (Gonçalves *et al.*, 2022). As escolas que adotaram esse tipo de abordagem relataram um maior engajamento dos alunos em ações de prevenção e uma melhoria na percepção sobre autocuidado. No entanto, ainda existem desafios relacionados à formação de professores para atuar de maneira interdisciplinar, além da falta de materiais didáticos integrados. A Tabela 1 resume algumas práticas pedagógicas identificadas e os resultados descritos nos estudos.

Tabela 1 – Práticas interdisciplinares com Ciências e Matemática na educação em saúde.

Prática Pedagógica	Conteúdo Integrado	Resultados Observados
Projeto sobre alimentação e cálculo matemático de IMC	Ciências + Estatística	Aumento do interesse e do autoconhecimento
Gráficos numéricos de doenças transmissíveis	Ciências + Leitura de dados	Compreensão da importância da vacinação
Cálculo de consumo diário de açúcar	Matemática + Química	Redução no consumo de alimentos industrializados
Oficinas de higiene bucal com estimativas	Ciências + Medidas	Melhora dos hábitos de higiene

Fonte: Elaboração própria com base nos artigos analisados (2024).

Como mostrado na Tabela 1, a interdisciplinaridade entre Ciências e Matemática, aplicada à segurança alimentar, também contribui para ampliar o repertório crítico dos alunos quanto às desigualdades no acesso à alimentação, o que pode incentivar o debate sobre políticas públicas, desperdício de alimentos e hábitos familiares. De acordo com Taveira e Silva (2022), unir o que se aprende na escola com a realidade dos estudantes fortalece o protagonismo juvenil e aumenta o impacto da escola na formação de cidadãos. Portanto, os resultados desta revisão sugerem que a interdisciplinaridade entre Ciências, Matemática e Educação em Saúde é uma abordagem poderosa para promover uma educação crítica, preventiva e transformadora no ensino fundamental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão demonstrou que a integração entre Ciências e Matemática no Ensino Fundamental pode fortalecer as ações educativas voltadas à segurança alimentar e à promoção de hábitos saudáveis. As práticas analisadas revelam que quando os conteúdos escolares são contextualizados com temas como alimentação, nutrição e prevenção de doenças, os alunos desenvolvem maior senso crítico, autonomia e consciência sobre o impacto de suas escolhas no bem-estar pessoal e coletivo. Além de favorecer a compreensão de conceitos científicos e matemáticos, essas abordagens ampliam o papel da escola na formação de cidadãos comprometidos com a saúde e a sustentabilidade alimentar. Contudo, a ausência de materiais didáticos integrados e a carência de formação docente específica ainda são barreiras para a consolidação dessas estratégias. Assim, recomenda-se que futuras pesquisas desenvolvam recursos pedagógicos aplicáveis e testem intervenções educacionais que promovam a segurança alimentar de forma sistemática, interdisciplinar e transformadora.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

GOELZER PEREIRA BINI, F.; HENRICH DE BARBA, C.; SANTOS DA COSTA, S. Educação ambiental na alimentação escolar: práticas educativas sustentáveis com estudantes do ensino médio do IFRO, Campus Cacoal, RO. *Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional*, v. 19, n. 51, p. 149–168, 22 abr. 2024. Disponível em: <https://seer.utp.br/index.php/a/article/view/3235>. Acesso em: 11 jul. 2025.

GONÇALVES, E. C. P.; COHEN, S. C.; KLEINUBING, N. V.; et al. Programa Saúde na Escola: projeto de intervenção contra a dengue em Matinhos-PR. *Saúde em Debate*, v. 46, suplemento, p. 190–200, nov. 2022. DOI: 10.1590/0103-11042022E314I. Acesso em: 11 jul. 2025.

RIGÃO, M. E.; SANTOS, R. F.; ALMEIDA, C. T. Ensino de Ciências e Matemática nos anos iniciais: análise de teses na área de formação de professores. *Actio: Docência em Ciências*, v. 13, n. 1, p. 75–95, 2023. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/10520/7363>. Acesso em: 11 jul. 2025.

SILVA, Ronaldo Adriano Ribeiro da; VENTURI, Tiago. Educação em saúde na escola: um campo de estudos e práticas no Brasil. In: SILVA, Ronaldo Adriano Ribeiro da; VENTURI, Tiago (orgs.). *Pesquisas, vivências e práticas de educação em saúde na escola*. Chapecó: Editora UFFS, 2022. p. 13-28. DOI: <https://doi.org/10.7476/9786586545722.0004>.

TAVEIRA, F. A. L.; SILVA, S. R. V. Interdisciplinaridade & Educação Matemática: uma revisão integrativa. *Educação Matemática em Revista*, v. 27, n. 76, p. 110–126, set. 2022. DOI: 10.37001/emr.v27i76.2714. Acesso em: 11 jul. 2025.

CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E SAÚDE ALIMENTAR: UMA REVISÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE DADOS BIOLÓGICOS E ESTATÍSTICOS EM AULAS INTERDISCIPLINARES

Márliton Pereira dos Santos¹; Josilene Martins Inez²; Larissa Damaris Teixeira da Silva³.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

²Universidade de Uberaba (UNIUBE), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3167821176813462>

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1576764076598308>

PALAVRAS-CHAVE: Segurança alimentar. Alfabetização estatística. Ensino de Ciências.

ÁREA TEMÁTICA: Segurança Alimentar.

INTRODUÇÃO

A alimentação é um fator determinante para o bem-estar físico e emocional de crianças e adolescentes. Nutrientes essenciais interferem diretamente na produção de neurotransmissores como serotonina e dopamina, que afetam o humor, a atenção e o comportamento. Assim, a escola tem um papel estratégico ao promover a segurança alimentar aliada à educação científica, favorecendo a compreensão sobre os efeitos da alimentação no corpo e na mente (Smith *et al.*, 2025). Nesse cenário, a educação não é apenas um espaço para transmitir conhecimento, mas também um lugar essencial para cuidar, prevenir e promover o bem-estar alimentar e emocional. O ensino de Ciências e Matemática, que tradicionalmente foca em conteúdos técnicos e conceituais, tem um grande potencial para ajudar nessa missão, especialmente quando se conecta com a realidade dos alunos e as questões sociais que eles enfrentam.

No entanto, é notável que os temas relacionados à saúde alimentar ainda são pouco abordados de forma interdisciplinar no currículo escolar. Enquanto as Ciências Biológicas ajudam a entender os processos neuroquímicos e hormonais que afetam o comportamento, a Matemática oferece ferramentas para analisar dados, interpretar gráficos e compreender indicadores populacionais. A falta de integração entre essas áreas prejudica o desenvolvimento de práticas pedagógicas que poderiam ajudar os alunos a entender

melhor os aspectos biológicos e sociais que envolvem os problemas alimentares (Belotti *et al.* 2022).

Dessa forma, usar dados estatísticos, gráficos, estudos epidemiológicos e conceitos básicos de neurociência em sala de aula poderia ajudar a desenvolver uma compreensão mais crítica e empática sobre a saúde alimentar, e até sobre saúde emocional, esta pesquisa se justifica pela necessidade de revisar experiências que conectaram o ensino de Ciências e Matemática à formação para o cuidado alimentar.

OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo investigar como o ensino interdisciplinar de Ciências e Matemática pode contribuir para a promoção da segurança alimentar e do bem-estar emocional no ambiente escolar. Por meio de uma revisão sistemática, buscou-se identificar experiências pedagógicas que integrem dados estatísticos, conhecimentos neurocientíficos e temas alimentares com o intuito de desenvolver, entre os alunos, maior empatia, consciência alimentar e senso crítico em relação aos impactos da nutrição na saúde mental e na qualidade de vida.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada através de uma revisão sistemática da literatura, seguindo o protocolo Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA). O objetivo foi identificar estudos que unissem o ensino de Ciências e Matemática à abordagem da saúde mental em ambientes escolares. As buscas foram feitas nas bases de dados CAPES e SciELO, focando em publicações entre os anos de 2015 e 2025.

Foram utilizados os seguintes descritores, combinados com operadores booleanos: (Segurança alimentar) E (Educação científica) E (Neurociência da alimentação) OU (Alfabetização estatística) OU (Bem-estar escolar) NÃO (Educação superior). Incluiu-se artigos publicados em português ou inglês, que passaram por revisão por pares e que apresentaram experiências pedagógicas interdisciplinares voltadas para o ensino fundamental ou médio, com ênfase em saúde emocional, análise de dados ou neurobiologia aplicada à educação. Excluiu-se trabalhos que não estavam disponíveis na íntegra, publicações focadas apenas na formação universitária, ensaios clínicos sem um propósito educacional e estudos que se concentravam apenas na saúde institucional.

O processo de seleção dos estudos passou por quatro etapas: primeiro, identificou-se os títulos; depois, realizou-se uma triagem lendo os resumos; em seguida, avaliou-se a elegibilidade; e, por fim, incluiu-se os artigos que se destacaram. As informações que se coletou foram organizadas em categorias temáticas, levando em conta os conteúdos abordados, os recursos didáticos utilizados e os resultados observados em relação à aprendizagem, empatia e redução de estigmas. A análise priorizou estudos que relacionassem

hábitos alimentares, indicadores emocionais e desempenho escolar, compreendendo a alimentação como fator central para o desenvolvimento integral dos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados 29 artigos para a realização da presente pesquisa. No que diz respeito ao primeiro objetivo específico, percebeu-se que dados epidemiológicos sobre transtornos mentais, gráficos de prevalência de ansiedade e depressão entre adolescentes, além de estatísticas sobre suicídio juvenil, foram utilizados como ponto de partida para discussões em sala de aula (Crepalde *et al.* 2025). Essas abordagens permitiram que os alunos interpretassem informações concretas e conectassem os números à realidade social, ajudando na construção de empatia e consciência crítica. Ao mesmo tempo, conteúdos de neurociência foram explorados através de experimentos simples e simulações sobre o funcionamento do sistema nervoso, o que facilitou uma melhor compreensão do papel de neurotransmissores como a serotonina e a dopamina nos estados emocionais dos alunos (Novák; Klein e Urban 2024).

Quanto ao segundo objetivo, notou-se que as estratégias interdisciplinares entre alimentação, saúde emocional e educação científica foi um eixo presente em várias experiências escolares analisadas. Os projetos pedagógicos destacaram a relação entre o consumo de alimentos ultraprocessados e variações de humor, uso de dados sobre saúde nutricional no Brasil e discussão sobre neurotransmissores que dependem da qualidade da alimentação para sua fabricação adequada. Esses projetos favoreceram o diálogo entre o conhecimento científico e as experiências subjetivas dos alunos, potencializando a promoção do bem-estar e a valorização do cuidado coletivo. A Tabela 1 traz um resumo das práticas pedagógicas identificadas e seus principais resultados.

Tabela 1 – Estratégias interdisciplinares que utilizam disciplinas de Ciências, Matemática e saúde mental.

ESTRATÉGIA UTILIZADA	CONTEÚDOS TRABALHADOS	RESULTADOS OBSERVADOS
Leitura de gráficos sobre depressão.	Estatística + Ciências Biológicas.	Aumento da empatia e identificação de sintomas.
Estudo do cérebro e neurotransmissores.	Neurociência + Química orgânica.	Compreensão de processos bioquímicos da emoção.
Análise de dados sobre bullying escolar.	Matemática + Ciências sociais.	Redução de comportamentos discriminatórios.
Criação de podcasts educativos.	Comunicação + Estatística + Saúde emocional.	Aumento do engajamento e da produção crítica.

Fonte: Elaboração própria com base nos estudos selecionados (2024).

Como mostrado na Tabela 1, o ensino contextualizado, com base em dados reais, pode ajudar os estudantes a compreenderem como escolhas alimentares afetam não apenas o corpo, mas também as emoções, a aprendizagem e o convívio social. Dessa forma, o conhecimento científico torna-se uma ferramenta de autonomia e cuidado com a saúde. Como discutido por Sun; Miller e Gkonou (2023), a presença de informações objetivas, quando mediadas de forma pedagógica e interdisciplinar, ajuda a criar uma cultura de cuidado que envolveu toda a comunidade escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão evidenciou que a integração entre Ciências, Matemática e temas relacionados à alimentação e bem-estar emocional oferece caminhos promissores para fortalecer a segurança alimentar no ambiente escolar. As experiências pedagógicas analisadas demonstraram que o uso de dados epidemiológicos, conceitos neuroquímicos e abordagens interdisciplinares pode enriquecer a compreensão dos estudantes sobre os impactos da nutrição no comportamento, no humor e no rendimento acadêmico. Tais práticas favorecem uma formação mais crítica e sensível, promovendo escolhas alimentares conscientes e valorizando o cuidado coletivo com a saúde. Contudo, a escassez de materiais didáticos integrados e a limitação de estudos com acompanhamento longitudinal indicam a necessidade de mais investimentos em programas educacionais sustentáveis. Recomenda-se, portanto, o desenvolvimento de intervenções pedagógicas que unam alfabetização científica, interdisciplinaridade e segurança alimentar, visando à formação integral dos alunos e a construção de comunidades escolares mais saudáveis.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BELOTTI, A. C.; BRITO, L. P.; SANTOS, M. C. dos; FERRARI, M. R. P.; PLETSCH, M. C. Neurociência e Educação Matemática: perspectivas para a inclusão no Ensino Básico. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 24, n. 2, p. 355–374, jun. 2022. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/63298>. Acesso em: 12 jul. 2025.

CREPALDE, P. A. F.; GARCIA DE AVILA, M. A.; MINHARRO, M. C. O.; CASTRO, M. C. N.; TEIXEIRA, T. R. F.; HAMAMOTO FILHO, P. T.; NILSSON, S. Assessment of Brazilian children's anxiety during the second year of the COVID-19 pandemic through cross-sectional interviews at schools. *Frontiers in Public Health*, v. 13, art. 1522105, maio 2025. DOI: 10.3389/fpubh.2025.1522105. Acesso em: 12 jul. 2025.

NOVÁK, P.; KLEIN, J.; URBAN, J. Insights from the active use of neuroscience findings in teaching and learning processes: application in classroom experiments. *Behavioral Sciences*, v. 14, n. 8, art. 639, ago. 2024. <https://doi.org/10.3390/bs14080639>. Acesso em: 12 jul. 2025.

Smith J. et al. Dietary Habits and Their Influence on the Microbiome and Mental Health

in Adolescents: a review. *Nutrients*, v.17, n.9, p.1496, 29 abr. 2025. Disponível em PubMed Central. ISBN: PMC12073491.

SUN, H.; MILLER, L.; GKONOU, C. Building an inclusive community of learners by centering a strong culture of care in large lecture classes. *Frontiers in Education*, v. 8, art. 1167879, mar. 2023. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1167879>. Acesso em: 12 jul. 2025.

MODELAGEM ESPACIAL DA DISPONIBILIDADE DE MANGANÊS EM FUNÇÃO DA TEXTURA DO SOLO EM BACIA HIDROGRÁFICA

Arthur Pereira dos Santos¹; Alessandro Xavier da Silva Junior²; Leticia Tondato Arantes³; Darllan Collins da Cunha e Silva⁴.

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/4312522940689041>

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/6761981647525186>

³Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1169961640150212>

⁴Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1323110670876692>

PALAVRAS-CHAVE: Variabilidade espacial. Micronutrientes do solo. Textura do solo.

ÁREA TEMÁTICA: Segurança Alimentar.

INTRODUÇÃO

A produtividade agrícola e a conservação dos recursos naturais dependem diretamente das condições do solo. Para compreender sua fertilidade, é essencial integrar aspectos físicos, como granulometria, estrutura e retenção de água, com a distribuição de micronutrientes (XING et al., 2025). Nesse contexto, a adoção de tecnologias que permitam um diagnóstico mais preciso da variabilidade do solo torna-se cada vez mais necessário.

Com a intensificação da agricultura, o uso de ferramentas de geoprocessamento torna-se fundamental, pois permite mapear a variabilidade do solo e identificar padrões entre variáveis físicas e químicas, otimizando o manejo (RIBEIRO et al., 2021). Além disso, essas ferramentas possibilitam intervenções pontuais, com benefícios tanto agrônômicos quanto ambientais.

Essa abordagem contribui para o uso eficiente de insumos, redução de impactos ambientais e alinhamento com os ODS 2, 12 e 15, voltados à segurança alimentar, uso sustentável dos recursos e preservação dos ecossistemas (ONU, 2015). No entanto, para que essas práticas sejam efetivas, é necessário superar desafios relacionados à carência de dados em escala local. Entretanto, a falta de dados espacializados em escala local ainda limita a eficácia de práticas específicas de manejo e pode favorecer processos de degradação.

OBJETIVO

O presente trabalho objetiva realizar a modelagem espacial da distribuição de Manganês (Mn) com os fatores granulométricos do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocabuçu (BHRS) (Ibiúna/SP), de forma a fornecer base técnica para adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis e capazes de aliar o aumento da produtividade à conservação do solo e à gestão racional dos recursos naturais.

METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido na BHRS, localizada em Ibiúna (SP), com área de 202,67 km². A região pertence ao bioma Mata Atlântica, apresenta relevo ondulado (854 a 1.199 m) e clima subtropical com verões úmidos e invernos secos. A atividade agrícola predominante é a olericultura familiar (SANTOS et al., 2025).

Foram amostrados 27 pontos, distribuídos com base nas classes de uso da terra e declividade, para representar a variabilidade textural. A seleção considerou análise visual de imagem CBERS-4A (2 m) e conhecimento prévio da área. As amostras foram coletadas em seis categorias de uso (agrícola, pastagem, urbano, floresta, campo e solo exposto), conforme classificação do IBGE (2006).

O preparo laboratorial seguiu o protocolo do IAC, com secagem, peneiramento, dispersão química e análise granulométrica por pipetagem (método da pipeta), com determinação das frações areia, silte e argila conforme os tempos de sedimentação estabelecidos (IAC, 2009).

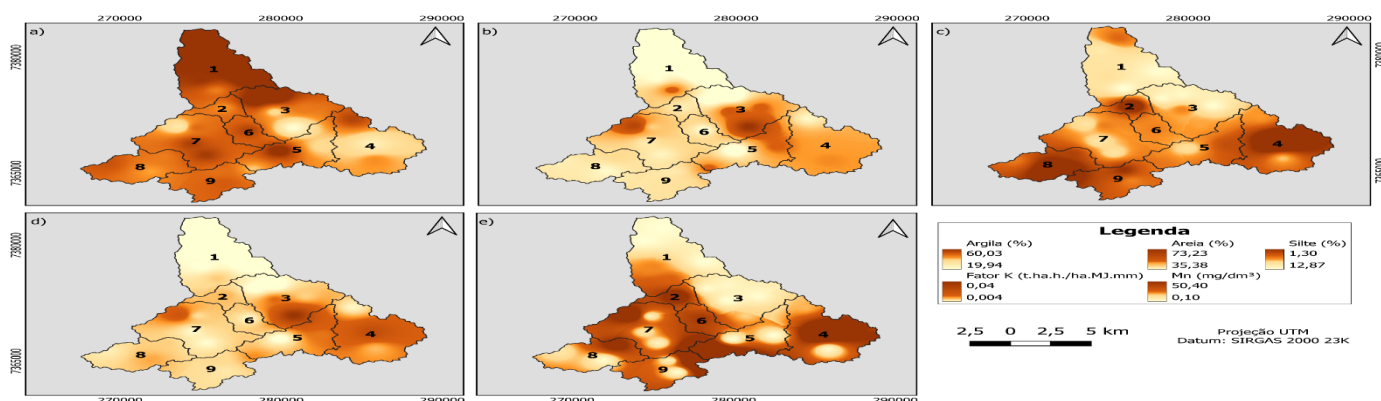
A concentração de Mn foi quantificada no laboratório da UNESP de Botucatu (SP), expressa em mg/dm³. Os dados físico-químicos foram associados por ponto e interpolados no ArcGIS 10.5, utilizando o método IDW, que estima valores com base na distância entre os pontos amostrados. O expoente de ponderação adotado foi 2, conforme metodologia utilizada por Santos et al. (2025).

A variabilidade espacial foi analisada por meio dos valores mínimo, máximo, média e desvio padrão em cada Sub-Bacia (SB) da BHRS. Em seguida, aplicou-se o coeficiente de correlação de Pearson entre Mn e as frações granulométricas. A representação espacial foi realizada no QGIS 3.36.0, permitindo a identificação de padrões e subsídios ao manejo sustentável do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição espacial do Mn e da granulometria do solo da BHRS está indicada na Figura 1. A Tabela 1, por sua vez, dispõe da correlação entre os componentes do solo analisados.

Figura 1: Distribuição espacial e concentrações do micronutriente, areia, argila, silte e fator K do solo nas sub-bacias da BHRS.



Fonte: Os autores (2025).

Tabela 1: Correlação entre os atributos físicos e o Mn presente no solo.

Componentes	Correlação (r^2)	Equação do Modelo
Mn x Areia	0,38	$y = 0,2086x - 3,35$
Mn x Argila	-0,59	$y = -0,2487x + 17,668$
Mn x Silte	0,56	$y = 0,4403x + 1,5498$
Mn x Fator K	0,39	$y = 315,28x + 1,6313$

Fonte: Os autores (2025).

As concentrações médias de Mn nas SBs da BHRS variaram de 1,92 mg/dm³ (SB3) a 8,22 mg/dm³ (SB5), com desvio padrão de até ±10,40 mg/dm³, evidenciando elevada variabilidade espacial e indicando diferenças locais na mobilidade e retenção do elemento, influenciadas pelas propriedades físicas do solo.

A análise granulométrica aponta uma correlação negativa significativa entre Mn e a fração argila ($r^2 = -0,59$), sugerindo que solos mais argilosos apresentam menor disponibilidade do micronutriente. Em contrapartida, observou-se correlação positiva com as frações silte ($r^2 = 0,56$) e areia ($r^2 = 0,38$), indicando que solos com maior teor dessas frações favorecem a mobilidade e retenção de Mn, possivelmente em função da maior porosidade e menor capacidade de adsorção em comparação aos solos argilosos.

Adicionalmente, a correlação positiva entre Mn e o fator K ($r^2 = 0,39$) ressalta que solos mais suscetíveis à erosão podem apresentar maior concentração superficial de Mn, devido ao transporte seletivo de partículas finas ricas no elemento.

Portanto, a distribuição espacial do Mn na BHRS está diretamente associada à textura do solo e à sua erodibilidade, reforçando a necessidade de práticas conservacionistas que

considerem tais atributos. Tais estratégias são essenciais para minimizar perdas por erosão, manter o equilíbrio nutricional e garantir a sustentabilidade da fertilidade do solo em longo prazo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disponibilidade de Mn na BHRS está condicionada às características granulométricas do solo e ao fator K. Solos com menor teor de argila e maior presença de silte, areia e suscetibilidade à erosão apresentaram maiores concentrações do micronutriente, indicando que o Mn tende a ser mais móvel e concentrado em superfícies instáveis.

Esse padrão evidencia a necessidade de práticas de manejo específicas para áreas com baixa retenção e alta erodibilidade, a fim de evitar perdas e garantir o equilíbrio nutricional. Portanto, estratégias conservacionistas voltadas à melhoria da estrutura do solo, controle da erosão e aumento da capacidade de retenção devem ser priorizadas, assegurando a disponibilidade adequada de micronutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

IAC – Instituto Agronômico de Campinas. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas**. Org.: CAMARGO, O. A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. Campinas, São Paulo (SP). 2009. Disponível em: https://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/docs/Boletim_Tecnico_106_rev_atual_2009.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. Org.: Diretoria de Geociências. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 2ª ed. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (RJ). 2006. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv32440.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2025.

ONU - Organização das Nações Unidas. General Assembly Resolution A/RES/70/1. **Transforming Our World, the 2030 Agenda for Sustainable Development**. 2015. Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

RIBEIRO, W. R. et al. Water demand of central pivot-irrigated areas in Bahia, Brazil: management of water resources applied to sustainable production. **Environment, Development and Sustainability**, v. 24, n. 10, p. 12340-12366, 2022.

XING, Y.; WANG, X.; MUSTAFA, A. Exploring the link between soil health and crop productivity. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 289, p. 117703, 2025.

ÁREA TEMÁTICA: TECNOLOGIA E PRODUÇÃO

AUTOMAÇÃO ELÉTRICA E MONITORAMENTO DE RISCOS: TECNOLOGIAS APLICADAS À SEGURANÇA NA PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL

Márliton Pereira dos Santos¹; Josilene Martins Inez²; Larissa Damaris Teixeira da Silva³.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

²Universidade de Uberaba (UNIUBE), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3167821176813462>

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1576764076598308>

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia aplicada à produção agroindustrial. Monitoramento ambiental. Segurança operacional.

ÁREA TEMÁTICA: Tecnologia e Produção.

INTRODUÇÃO

Em ambientes produtivos como agroindústrias, cooperativas rurais e instalações industriais, a presença de máquinas, agentes químicos e calor exige o uso de tecnologias modernas para garantir a segurança dos trabalhadores e a eficiência dos processos. A automação elétrica e os sistemas de monitoramento ambiental vêm sendo cada vez mais incorporados à produção como ferramentas para detectar riscos, evitar acidentes e manter condições ideais de operação. De acordo com dados da Organização Internacional do Trabalho (OIT), milhões de trabalhadores ao redor do mundo enfrentam diariamente riscos como calor excessivo, gases tóxicos, vibrações intensas e sobrecarga física, o que afeta não só a saúde física e mental, mas também a produtividade das equipes (Ilo, 2024). Nesse contexto, as tecnologias elétricas voltadas para a segurança do trabalho têm se destacado por sua habilidade em realizar monitoramento contínuo, detectar mudanças ambientais em tempo real e emitir alertas automatizados, ajudando a evitar acidentes graves ou crônicos.

Apesar dos avanços na automação e na eletrônica embarcada, muitos setores ainda enfrentam desafios na implementação de sistemas inteligentes para a prevenção de riscos, como o setor agroindustrial. A falta de sensores adequados, a escassez de capacitação técnica para o uso dessas tecnologias e a ausência de políticas de manutenção preventiva são alguns dos fatores que limitam a eficácia dessas inovações (Mansoor *et al.* 2025).

Diante disso, surge a questão: como os dispositivos elétricos e sistemas automatizados estão sendo utilizados para detectar riscos ocupacionais e garantir a segurança dos trabalhadores na agroindústria?

Sensores e plataformas de automação elétrica, quando implementados da maneira certa e acompanhados de protocolos de segurança, podem fazer uma grande diferença na redução de acidentes e na melhoria do ambiente de trabalho no setor agroindustrial. Esta pesquisa surgiu da necessidade de revisar as evidências disponíveis sobre o uso de tecnologias elétricas na saúde ocupacional, com o intuito de identificar soluções que já estão sendo aplicadas em ambientes produtivos e avaliar como elas contribuem para um espaço de trabalho mais seguro, eficiente e humanizado.

OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo revisar o uso de tecnologias elétricas aplicadas ao monitoramento de riscos e à automação preventiva em ambientes produtivos, com ênfase na agroindústria e na indústria de transformação. Buscou-se identificar os principais sensores e sistemas automatizados utilizados para detectar calor, gases tóxicos e vibrações, avaliando seus impactos na segurança operacional, na saúde dos trabalhadores e na melhoria da produtividade em contextos industriais e agrícolas.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada através de uma revisão sistemática da literatura, seguindo o protocolo Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA). O objetivo foi identificar tecnologias elétricas que possam ser aplicadas à segurança no trabalho. As buscas foram feitas nas bases de dados CAPES e SciELO, focando em publicações indexadas entre 2015 e 2025.

Para selecionar as fontes, utilizou-se descritores combinados com operadores booleanos: (Automação industrial) E (Tecnologia aplicada à produção) E (Sensores ambientais) OU (Segurança tecnológica) OU (Eficiência operacional) NÃO (Ambiente hospitalar). Incluiu-se artigos científicos publicados em português ou inglês, que passaram por revisão por pares e que discutiam o uso de dispositivos elétricos para monitorar e prevenir riscos físicos, químicos ou ergonômicos em ambientes de trabalho. Os critérios de exclusão abrangeram publicações que não estavam disponíveis na íntegra, estudos que se concentravam apenas no setor hospitalar ou administrativo, e trabalhos que não tinham uma relação direta com a preservação da saúde ocupacional.

A triagem dos artigos foi feita em quatro etapas: identificação, leitura de títulos e resumos, análise de elegibilidade e inclusão final. Os dados que foram extraídos foram organizados em categorias temáticas, como tipos de sensores, ambientes de aplicação, parâmetros monitorados e resultados observados. A análise priorizou estudos que

apresentavam resultados práticos sobre a contribuição da automação elétrica para a eficiência e a sustentabilidade em ambientes produtivos, especialmente na agroindústria e na construção rural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 32 artigos selecionados revelou uma variedade de tecnologias elétricas utilizadas para detectar e controlar riscos ocupacionais em setores como construção civil, agroindústria, mineração e indústria de transformação. No que diz respeito ao primeiro objetivo específico, foram identificados sensores térmicos infravermelhos, detectores de gases tóxicos (como monóxido de carbono, amônia e metano), acelerômetros para medir vibrações mecânicas e sistemas de alarme conectados a controladores lógicos programáveis (CLPs). O uso dessas tecnologias é particularmente relevante em setores como agroindústria e construção de instalações rurais, onde fatores como calor, gases, ruído e vibração são comuns. A automatização desses ambientes melhora não apenas a segurança, mas também a produtividade e a longevidade dos equipamentos, contribuindo para a sustentabilidade da produção. (Pires, Silva e Gonçalves, 2022).

Quanto ao segundo objetivo, os estudos mostraram que a implementação de tecnologias elétricas em conjunto com protocolos de segurança teve um impacto direto na redução de acidentes de trabalho e afastamentos médicos. Ambientes monitorados com sensores integrados a sistemas de alerta automático demonstraram uma capacidade de resposta preventiva muito maior, possibilitando evacuações, manutenções programadas e intervenções rápidas. Além dos efeitos físicos, também foi notado um impacto positivo no bem-estar mental dos trabalhadores, que passaram a se sentir mais seguros e menos estressados, conforme relatado por Spook *et al.* (2019). A Tabela 1 resume os principais dispositivos encontrados, suas finalidades e os benefícios observados nos estudos analisados.

Tabela 1 – Tecnologias elétricas aplicadas à prevenção de riscos ocupacionais.

DISPOSITIVO/SISTEMA	RISCO MONITORADO	BENEFÍCIOS IDENTIFICADOS
Sensor infravermelho (IR)	Calor excessivo.	Prevenção de hipertermia e falhas térmicas.
Detector de gases tóxicos	Amônia, CO, CH ₄	Redução de intoxicações e explosões.
Acelerômetro com alarme	Vibração intensa	Prevenção de LER/DORT e danos a equipamentos.
Sistema automatizado com CLP	Múltiplos parâmetros	Ações corretivas automatizadas e seguras.

Fonte: Elaboração própria com base nos artigos analisados (2024).

Como mostrado na Tabela 1, a automação, ao permitir intervenções rápidas e ações preventivas baseadas em dados em tempo real, representa um avanço significativo para setores produtivos que exigem controle contínuo e eficiência. Isso reforça o papel da tecnologia como aliada da segurança e da competitividade no setor agropecuário e industrial. No entanto, os estudos também destacaram a importância de manter essas tecnologias em bom estado e de oferecer formação técnica adequada para as equipes operacionais. De acordo com Mueller *et al.* (2024), a tecnologia, por si só, não pode substituir as práticas educativas e organizacionais focadas na segurança; ela deve ser encarada como uma ferramenta que complementa um sistema preventivo integrado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática evidenciou o potencial das tecnologias elétricas e da automação na prevenção de riscos e na otimização de ambientes produtivos, especialmente no contexto da agroindústria e da indústria de transformação. O uso de sensores térmicos, detectores de gases e sistemas automatizados integrados a CLPs contribui não apenas para a proteção da saúde dos trabalhadores, mas também para a eficiência operacional e a sustentabilidade dos processos. Os dados e informações analisados mostraram que ambientes com monitoramento inteligente reduzem significativamente acidentes e interrupções produtivas, além de melhorar a percepção de segurança entre os trabalhadores. Mas, ainda há obstáculos para a ampla adoção dessas tecnologias, especialmente em pequenas empresas e no meio rural. Por isso, é necessário criar soluções acessíveis e investir na capacitação técnica, tornando a automação elétrica uma aliada da produção responsável e inovadora.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION – ILO. *Heat at work: Implications for safety and health*. Genebra: International Labour Organization, 2024. Disponível em: <https://www.ilo.org/publications/heat-work-implications-safety-and-health>. Acesso em: 15 jul. 2025.

MANSOOR, S.; IQBAL, S.; POPESCU, S. M.; KIM, S. L.; CHUNG, Y. S.; BAEK, J.-H. Integration of smart sensors and IoT in precision agriculture: trends, challenges and future prospectives. *Frontiers in Plant Science*, v. 16, art. 1587869, 14 maio 2025. DOI: 10.3389/fpls.2025.1587869. Acesso em: 15 jul. 2025.

MUELLER, W.; SMITH, A.; KUIJPERS, E.; PRONK, A.; LOH, M. Worker perspectives on improving occupational health and safety using wearable sensors: a cross-sectional survey. *Annals of Work Exposures and Health*, Oxford, v. 68, n. 8, p. 867–873, 27 set. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/annweh/wxae057>.

PIRES, F. A.; SILVA, M. E.; GONÇALVES, R. C. *Evolution and applications of recent sensing technology for occupational risk assessment: a rapid review of the literature*. *Sensors*, Basel,

v. 22, n. 13, p. 4841, Jul. 2022. doi:10.3390/s22134841.

SPOOK, S. M.; KOOLHAAS, W.; BÜLTMANN, U.; BROUWER, S. *Implementing sensor technology applications for workplace health promotion: a needs assessment among workers with physically demanding work*. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 1100, 2019. doi:10.1186/s12889-019-7364-2.

TECNOLOGIA E PRODUÇÃO PARA O BEM-ESTAR ESCOLAR: APLICAÇÕES DE DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS NO MONITORAMENTO DA SAÚDE INFANTOJUVENIL

Márliton Pereira dos Santos¹; Josilene Martins Inez²; Larissa Damaris Teixeira da Silva³.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

²Universidade de Uberaba (UNIUBE), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3167821176813462>

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1576764076598308>

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologias Educacionais. Políticas Públicas. Escolas Rurais.

ÁREA TEMÁTICA: Tecnologia e Produção.

INTRODUÇÃO

A saúde de crianças e adolescentes em idade escolar tem ganhado cada vez mais atenção de educadores, profissionais da saúde e formuladores de políticas públicas. O ambiente escolar, sendo um espaço onde os alunos passam muito tempo juntos, pode tanto promover um desenvolvimento saudável quanto expô-los a riscos, como crises asmáticas, convulsões, alterações de pressão arterial e problemas emocionais agudos. Nesse cenário, as inovações em engenharia elétrica têm possibilitado a criação de dispositivos eletrônicos que monitoram em tempo real sinais vitais, padrões de sono, frequência cardíaca, níveis de estresse e outros parâmetros fisiológicos e comportamentais importantes para a saúde das crianças e adolescentes (Uddin *et al.*, 2024).

Apesar de todo o avanço tecnológico, ainda são poucos os estudos que exploram a aplicação prática desses recursos nas escolas situadas nas zonas rurais. Muitos dispositivos que foram desenvolvidos para uso clínico ou em casa não foram adaptados para a rotina das instituições de ensino, onde a integração entre tecnologia, educação e cuidados de saúde requer protocolos específicos e treinamento das equipes envolvidas, especialmente nas escolas situadas no campo. Diante disso, surgiu a seguinte questão: como os dispositivos eletrônicos podem ser utilizados de forma eficaz para monitorar a saúde física e emocional dos estudantes, ajudando a prevenir emergências médicas e promovendo o bem-estar no ambiente escolar localizado na zona rural?

As tecnologias eletrônicas, quando usadas de maneira preventiva e integradas ao dia a dia da educação, podem detectar precocemente mudanças na saúde de crianças e adolescentes do campo (Sousa; Ferrinho; Travassos, 2023). Isso permite intervenções rápidas e ajuda a criar ambientes escolares mais seguros e acolhedores. Esta pesquisa surgiu da necessidade de reunir evidências científicas sobre como os dispositivos eletrônicos podem ser aplicados em contextos educacionais rurais, destacando o papel da engenharia elétrica na promoção contínua, acessível e eficaz da saúde infantojuvenil no campo.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo revisar a aplicação de dispositivos eletrônicos desenvolvidos por meio de tecnologias da engenharia elétrica e da automação para o monitoramento da saúde de crianças e adolescentes em instituições escolares situadas no campo. A proposta é identificar como essas inovações tecnológicas, como sensores vestíveis e sistemas inteligentes de alerta, contribuem para prevenir emergências médicas e melhorar as condições de segurança e acolhimento no ambiente escolar, com foco na integração entre tecnologia e bem-estar na zona rural.

METODOLOGIA

Este trabalho foi uma revisão sistemática da literatura, seguindo o protocolo Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA). O objetivo foi reunir e analisar estudos sobre o uso de dispositivos eletrônicos para monitorar a saúde de crianças e adolescentes em ambientes escolares rurais. As pesquisas foram feitas nas bases de dados CAPES e SciELO, focando no período de 2015 a 2025.

Foram utilizados os seguintes descritores, combinados com operadores booleanos: (Dispositivos eletrônicos) E (Saúde escolar rural) E (Tecnologias vestíveis) OU (Monitoramento infantil no campo) OU (Engenharia elétrica aplicada) NÃO (Ambiente hospitalar). Os critérios de inclusão abrangeram artigos publicados em português ou inglês, revisados por pares, que mostrassem a aplicação de tecnologias voltadas à saúde infantojuvenil no contexto educacional. Excluiu-se estudos que não estavam disponíveis na íntegra, publicações que se concentravam apenas no uso hospitalar ou domiciliar, e trabalhos que não tinham relação com engenharia ou educação em saúde.

A seleção dos estudos passou por quatro etapas: primeiro, identificou-se os títulos; depois, leu-se os resumos; em seguida, verificou-se a elegibilidade; e, por fim, incluiu-se os artigos completos. As informações coletadas foram organizadas em categorias, como tipo de tecnologia, parâmetros monitorados, faixa etária atendida e os efeitos observados na saúde física e emocional. A categorização dos estudos buscou destacar a relação entre inovação tecnológica e a produção de dispositivos acessíveis, aplicáveis em larga escala ao cotidiano educacional, inclusive em contextos rurais e institucionais de baixa infraestrutura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 28 artigos selecionados mostrou que existem usos de dispositivos eletrônicos em algumas escolas, focados na saúde de crianças e adolescentes, especialmente em países que têm programas educacionais integrados à saúde dos alunos. Em relação ao primeiro objetivo específico, notou-se que pulseiras que medem batimentos cardíacos estão sendo usados para monitorar indicadores fisiológicos em estudantes durante o período escolar (Thammasan *et al.*, 2020). A aplicação dessa tecnologia reflete uma tendência crescente da utilização engenharia elétrica na saúde, onde o desenvolvimento de soluções inteligentes visa facilitar intervenções rápidas e seguras que podem ser necessárias em ambientes escolares.

A Tabela 1 traz um resumo dos principais dispositivos que foram identificados na literatura, destacando suas funcionalidades, aplicações no ambiente escolar e os benefícios que foram observados nos estudos analisados.

Tabela 1 – Tecnologias eletrônicas aplicadas à saúde escolar infantojuvenil.

DISPOSITIVO	FUNÇÃO PRINCIPAL	APLICAÇÃO ESCOLAR	BENEFÍCIOS OBSERVADOS
Pulseira inteligente (wearable)	Monitoramento de frequência cardíaca	Identificação de estresse e ansiedade	Redução de surtos emocionais em sala de aula
Sensor de temperatura	Detecção precoce de febres ou infecções	Isolamento preventivo em surtos virais	Prevenção de contaminações coletivas

Fonte: Elaboração própria com base nos artigos revisados (2024).

A literatura sugere que a difusão de sensores e dispositivos eletrônicos na rotina escolar do campo pode ser considerada uma inovação produtiva, cujos benefícios ultrapassam o campo da saúde e alcançam dimensões como a logística educacional, a eficiência da gestão institucional e a redução de custos com atendimentos de emergência (Sousa; Ferrinho; Travassos, 2023). Além disso, professores, coordenadores e profissionais de saúde, ao utilizar alguma dessas tecnologias de monitoramento de saúde em sala de aula, relataram sentir-se mais seguros ao lidar com alunos que têm histórico de doenças crônicas, distúrbios emocionais ou condições especiais, como epilepsia e TDAH (Hinton; Kirk, 2015). Essas ferramentas, quando combinadas com a capacitação da equipe escolar, ampliaram as oportunidades de um acompanhamento preventivo e humanizado da saúde no ambiente educacional. E essas mesmas ferramentas podem, em tese, serem difundidas e serem empregada também nas escolas situadas nas zonas rurais do Brasil.

Outro aspecto importante que foi identificado é a influência positiva desses dispositivos no bem-estar psicológico dos alunos, especialmente quando usados de maneira não estigmatizante e integrada ao cotidiano. Alguns estudos indicaram que os estudantes começaram a se sentir mais protegidos e acolhidos, o que se traduziu em um melhor desempenho acadêmico e na diminuição de casos de evasão escolar por questões de saúde. No entanto, também foram apontadas limitações relacionadas à acessibilidade dessas tecnologias, à necessidade de manutenção constante e à importância de políticas públicas que assegurem sua implementação em contextos escolares mais vulneráveis como nas escolas situadas nas zonas rurais (Baniyadi *et al.*, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos estudos demonstrou que os dispositivos eletrônicos aplicados ao ambiente escolar constituem uma estratégia promissora dentro da área de tecnologia e produção. Além de contribuírem para a prevenção de situações clínicas e emocionais graves, essas inovações representam um avanço na forma como os recursos tecnológicos podem ser adaptados às necessidades do cotidiano educacional da zona rural. A engenharia elétrica e a automação, quando integradas ao contexto escolar do campo, ampliam as possibilidades de monitoramento preventivo, favorecendo ambientes mais seguros, responsivos e centrados no bem-estar dos alunos. No entanto, ainda persistem desafios quanto à democratização do acesso a essas tecnologias, especialmente em regiões de infraestrutura limitada, na maioria das vezes presente no campo. Nesse sentido, futuras pesquisas devem explorar o desenvolvimento de soluções de baixo custo, sustentáveis e adaptáveis à realidade de instituições públicas e rurais, fortalecendo a produção tecnológica voltada à educação e saúde preventiva.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BANIASADI, Tayebbeh; NIAKAN KALHORI, Sharareh R.; AYYOUBZADEH, Seyed Mohammad; et al. Challenges to utilize mobile-based health care monitoring systems: a descriptive literature review. *The Journal of Medical Systems*, 2018. DOI: 10.1177/1357633X18804747. Acesso em: 15 jul. 2025.

HINTON, D.; KIRK, S. Teachers' perspectives of supporting pupils with long-term health conditions in mainstream schools: a narrative review of the literature. *Health & Social Care in the Community*, v. 23, n. 2, p. 107–120, mar. 2015. DOI: 10.1111/hsc.12104. Acesso em: 15 jul. 2025

SOUSA, A. C.; FERRINHO, S. N.; TRAVASSOS, B. The use of wearable technologies in the assessment of physical activity in preschool- and school-age youth: systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, n. 4, art. 3402, fev. 2023. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043402>. Acesso em: 15 jul. 2025.

THAMMASAN, N.; STULDREHER, I. V.; SCHREUDERS, E.; GILETTA, M.; BROUWER, A.-M. A Usability Study of Physiological Measurement in School Using Wearable Sensors. *Sensors*, v. 20, n. 18, art. 5380, set. 2020. DOI: 10.3390/s20185380. Acesso em: 15 jul. 2025.

UDDIN, R.; AHMED, M.; PERVEZ, S.; ... et al. Real-time remote patient monitoring: a review of current technologies and systems. *Applied Sciences*, v. 14, n. 5, art. 1876, mar. 2024. DOI: 10.3390/app14051876. Acesso em: 15 jul. 2025.

ÁREA TEMÁTICA: OUTRAS

EDUCAÇÃO EM SAÚDE QUÍMICA: PRÁTICAS EDUCATIVAS PARA A PREVENÇÃO DE EXPOSIÇÕES TÓXICAS EM COMUNIDADES RURAIS

Márliton Pereira dos Santos¹.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

PALAVRAS-CHAVE: Química. Saúde. Educação.

ÁREA TEMÁTICA: Outras áreas.

INTRODUÇÃO

A presença de substâncias químicas nas áreas agrícolas é uma realidade bem estabelecida no modelo de produção atual. O uso extensivo de agrotóxicos, fertilizantes e solventes tem garantido um aumento na produtividade, mas também trouxe impactos significativos para a saúde humana e o meio ambiente (Lopes; Albuquerque, 2018). Nas comunidades rurais, a exposição a esses produtos, muitas vezes sem o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) ou sem o conhecimento técnico necessário, representa um risco constante para a saúde dos trabalhadores e de suas famílias, especialmente em regiões onde as políticas públicas de saúde e educação são escassas (Petarli *et al.*, 2019).

Diante dessa situação, a falta de ações educativas consistentes no campo torna difícil a identificação de riscos, a adoção de medidas preventivas e o reconhecimento dos efeitos tóxicos a longo prazo dos produtos químicos utilizados na produção rural. O problema não está apenas na toxicidade das substâncias, mas também na vulnerabilidade informacional e institucional que essas populações enfrentam. Nesse contexto, surgiu a hipótese de que práticas educativas bem planejadas e adaptadas podem ser ferramentas eficazes para reduzir a exposição a produtos químicos e fortalecer a autonomia sanitária das comunidades rurais.

A realização desta pesquisa é importante porque precisa-se unir conhecimentos de química, saúde pública e educação em estratégias que ajudem a prevenir problemas relacionados à exposição a substâncias tóxicas. Identificar os riscos e avaliar as práticas educativas que já estão em uso não só nos ajuda a entender melhor a situação, mas também a criar políticas públicas que sejam mais eficazes e que respeitem as realidades locais (Fittipaldi, O'Dwyer e Henriques, 2021).

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo principal analisar estratégias de educação em saúde que visam aumentar a conscientização sobre os riscos da exposição a produtos químicos em áreas rurais. Para isso, a proposta foi mapear as substâncias químicas frequentemente utilizadas na agricultura e identificar os riscos que elas representam para a saúde. Além disso, buscou-se avaliar práticas educativas que capacitem as comunidades a adotarem medidas preventivas e de mitigação, promovendo, assim, uma maior segurança e autonomia sanitária no meio rural.

METODOLOGIA

Este estudo foi realizado através de uma revisão sistemática da literatura, com abordagem qualitativa, natureza básica, objetivos exploratórios e seguindo o protocolo Principais Itens Para Relatar em Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA), que orienta a seleção e a organização cuidadosa das evidências científicas. A busca pelos materiais aconteceu nas bases de dados eletrônicas CAPES e SciELO, incluindo artigos científicos publicados entre 2015 e 2025.

A estratégia de busca foi elaborada com operadores booleanos, utilizando os seguintes descritores combinados: (Educação em saúde) AND (Comunidades rurais) AND (Substâncias químicas) OR (Agrotóxicos) OR (Exposição tóxica) NOT (Contexto urbano). Os critérios de inclusão foram definidos como artigos publicados em português ou inglês, revisados por pares, que apresentavam uma abordagem interdisciplinar envolvendo química, saúde e educação. Além disso, os estudos selecionados precisavam discutir práticas educativas, riscos tóxicos ou estratégias de prevenção em comunidades rurais.

Artigos que não estavam disponíveis na íntegra, trabalhos duplicados entre as bases, publicações em outros idiomas e produções que não tinham um foco direto em educação em saúde ou exposições químicas em contextos agrícolas foram excluídos. A análise seguiu as etapas do fluxograma PRISMA, que incluem identificação, triagem, elegibilidade e inclusão final dos estudos, garantindo assim uma maior transparência e reprodutibilidade no processo de revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 32 artigos selecionados revelou que as substâncias químicas mais comuns em ambientes agrícolas são os agrotóxicos organofosforados, carbamatos e piretroides, que são amplamente utilizados para o controle de pragas. Pesquisas mostram que a exposição prolongada a esses compostos pode levar a efeitos neurotóxicos, respiratórios e dermatológicos, especialmente em pessoas que não usam Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados (Paiva, 2021). Além disso, foram identificados solventes orgânicos e fertilizantes nitrogenados, que, embora menos mencionados nas

campanhas de conscientização, também trazem riscos significativos à saúde humana (Silva, 2021). Essas informações reforçam a urgência de ações preventivas que sejam direcionadas e adaptadas às realidades das regiões agrícolas.

Quanto ao segundo objetivo específico, diversas práticas educativas voltadas para capacitar comunidades rurais foram identificadas. Programas de extensão desenvolvidos por universidades públicas, em colaboração com órgãos de saúde, têm promovido oficinas, materiais didáticos e visitas técnicas focadas na prevenção de riscos químicos. Essas iniciativas são baseadas em metodologias participativas, que valorizam o conhecimento local e a construção coletiva do saber (Fabri, 2022). No entanto, notou-se que a abrangência geográfica dessas ações ainda é restrita, concentrando-se em polos universitários ou municípios com projetos-piloto. De acordo com Fabri (2022), a eficácia dessas estratégias depende da continuidade das ações educativas, da inclusão de agentes comunitários capacitados e do suporte de políticas públicas permanentes.

A Tabela 1 apresentou um resumo das principais substâncias encontradas nos estudos analisados, destacando seus efeitos na saúde e as maneiras mais comuns de exposição nas comunidades rurais.

Tabela 1 – Principais substâncias químicas encontradas em contextos rurais e seus impactos à saúde.

SUBSTÂNCIA QUÍMICA	EFEITOS À SAÚDE	FORMA COMUM DE EXPOSIÇÃO
Organofosforados.	Distúrbios neurológicos, náuseas.	Inalação durante pulverização.
Piretroides.	Reações alérgicas, dermatites.	Contato direto com a pele.
Carbamatos.	Irritação ocular e respiratória.	Inalação e ingestão acidental.
Solventes orgânicos.	Dores de cabeça, tonturas.	Manuseio sem ventilação adequada.
Fertilizantes nitrogenados.	Problemas gastrointestinais.	Contaminação da água e do solo.

Fonte: Elaboração própria com base nos artigos analisados (2024).

Conforme mostrado na Tabela 1, é possível notar que a exposição acontece de várias maneiras, muitas vezes de forma invisível no dia a dia rural, como a contaminação da água ou o armazenamento inadequado de produtos. Isso destaca a necessidade de ações educativas que não apenas informem, mas que também transformem as práticas locais, respeitando a realidade de cada comunidade.

Além disso, um ponto importante que foi identificado é o papel da interdisciplinaridade na criação das práticas educativas. Pesquisas mostram que as ações mais eficazes acontecem quando há uma colaboração entre profissionais da saúde, educadores, engenheiros agrícolas e químicos, permitindo o desenvolvimento de soluções mais adaptadas e sustentáveis (Magalhães; 2025). Portanto, os resultados sugerem que a educação em saúde focada na prevenção de exposições químicas deve levar em conta não

apenas os aspectos técnicos, mas também as dimensões sociais, culturais e econômicas das comunidades envolvidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta revisão mostraram que as substâncias químicas mais comuns em áreas rurais, como organofosforados, carbamatos e solventes orgânicos, representam riscos sérios para a saúde das pessoas expostas. Isso é especialmente preocupante devido à falta de equipamentos de proteção e à escassez de informações sobre os perigos envolvidos. Além disso, ficou claro que as iniciativas educativas focadas na prevenção dessas exposições, quando baseadas em metodologias participativas e interdisciplinares, têm um potencial muito maior de promover mudanças reais no comportamento das comunidades. Também se observou que projetos que unem universidades, agentes comunitários e políticas públicas geraram resultados positivos na conscientização e na adoção de medidas preventivas. No entanto, uma limitação do presente estudo foi a ausência de dados sobre os efeitos das ações educativas a longo prazo. Sugere-se que futuras pesquisas analisem o impacto dessas estratégias preventivas por meio de estudos empíricos e desenvolvam materiais pedagógicos adaptados às realidades locais.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

FABRI, Paulo Henrique. **Educação não formal em ciências ofertada como projeto de extensão universitária: uso do meio virtual como espaço informal para educação ambiental.** 2022.

FITTIPALDI, Ana Lúcia de M.; O'DWYER, Gisele; HENRIQUES, Patrícia. **Educação em saúde na atenção primária: as abordagens e estratégias contempladas nas políticas públicas.** Interface – Comunicação, Saúde, Educação, Botucatu, v. 25, 2021. DOI:10.1590/interface.200806.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti. **Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática.** Saúde em Debate, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>. Acesso em: 5 jul. 2025.

MAGALHÃES, Francisco Altielis Lima. **Educação para o futuro: Sustentabilidade e Interdisciplinaridade em Ação.** Editora CRV, 2025.

PAIVA, Katleen Santana. **Levantamento bibliográfico consequências da utilização de agrotóxicos para saúde humana.** 2021.

PETARLI, G. B.; CATTAFESTA, M.; LUZ, T. C.; ZANDONADE, E.; BEZERRA, O. M. P. A.; SALAROLI, L. B. **Exposição ocupacional a agrotóxicos, riscos e práticas de segurança na agricultura familiar em município do estado do Espírito Santo, Brasil.** Revista Brasileira

de Saúde Ocupacional, Porto Alegre, v. 44, e15, 2019. DOI: 10.1590/2317-6369000030418.

SILVA, Bárbara Amaral et al. **Ação de educação em saúde geral e auditiva para agricultores**: da elaboração à intervenção. 2024.

EPIDEMIOLOGIA MOLECULAR E EDUCAÇÃO QUÍMICA: INTERFACES PARA O ENSINO SOBRE DOENÇAS RELACIONADAS A CONTAMINANTES AMBIENTAIS

Márliton Pereira dos Santos¹.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, MG.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

PALAVRAS-CHAVE: Toxicologia ambiental. Ensino interdisciplinar. Poluição química.

ÁREA TEMÁTICA: Outras.

INTRODUÇÃO

A crescente incidência de doenças ligadas à poluição ambiental tem chamado a atenção de diversos campos do conhecimento, que buscam maneiras de prevenir e conscientizar a população. A presença de contaminantes químicos no solo, na água e no ar está diretamente relacionada ao aumento de problemas de saúde, especialmente em áreas vulneráveis que carecem de políticas eficazes de controle ambiental (Trentin *et al.*, 2025). Substâncias como metais pesados, solventes orgânicos e pesticidas têm sido amplamente associadas a condições clínicas sérias, como distúrbios endócrinos, neurológicos e cânceres, tornando-se preocupações centrais na epidemiologia ambiental (Mitra *et al.*, 2022).

No entanto, mesmo com a importância dessas informações, a discussão sobre esses temas em ambientes educativos ainda é bastante limitada, muitas vezes se restringindo a aspectos teóricos da química, sem conexão com as dimensões sociais e de saúde pública. Essa lacuna prejudica a formação crítica de estudantes e profissionais, dificultando a identificação de riscos e a compreensão das relações entre poluentes e doenças. Portanto, surgiu a pergunta: como a educação química pode ajudar a construir uma base sólida em epidemiologia, especialmente no que se refere aos contaminantes ambientais e seus impactos na saúde coletiva?

Acredita-se que, através de estratégias interdisciplinares, a educação química pode ter um papel significativo na formação de conhecimentos voltados para a vigilância em saúde. Isso inclui promover uma leitura crítica de dados, identificar biomarcadores e interpretar informações moleculares tanto em ambientes escolares quanto comunitários. Esta pesquisa foi justificada pela necessidade de unir os campos da química, saúde, educação e meio ambiente, visando o desenvolvimento de materiais didáticos que tornem o ensino mais alinhado com as realidades epidemiológicas que diferentes comunidades

enfrentam.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é, de forma específica, identificar os agentes químicos encontrados no meio ambiente que estão ligados a surtos e problemas epidemiológicos. Além disso, buscou-se sugerir recursos didáticos interdisciplinares que ajudem no ensino sobre como esses contaminantes afetam a saúde humana.

METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido através de uma revisão sistemática da literatura, seguindo o protocolo Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA). O objetivo foi assegurar rigor e transparência na seleção e análise das fontes. As buscas foram realizadas nas bases de dados CAPES e SciELO, abrangendo publicações entre 2015 e 2025.

A estratégia de busca utilizou os seguintes termos relacionados por operadores lógicos: (Epidemiologia ambiental) E (Contaminantes químicos) E (Educação química) OU (Doenças ambientais) OU (Recursos didáticos) NÃO (Modelos clínicos experimentais). Foram incluídos artigos escritos em português ou inglês, que passaram por revisão por pares e que apresentavam uma abordagem interdisciplinar, envolvendo os campos da química, educação e saúde pública. Publicações que não estavam disponíveis na íntegra, que eram em outros idiomas, ou que tratavam exclusivamente de modelos clínicos laboratoriais sem relação com práticas educativas foram excluídas.

O processo de seleção foi dividido em quatro etapas: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão final, seguindo o fluxograma PRISMA. As informações coletadas dos estudos foram organizadas em categorias temáticas, que abordavam os diferentes tipos de poluentes, os impactos na saúde e as estratégias de ensino desenvolvidas para tratar desses conteúdos. Essa estratégia permitiu uma análise qualitativa das evidências, com um foco especial na criação de materiais educativos e no fortalecimento da educação para a saúde, tanto em ambientes escolares quanto comunitários.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 30 artigos selecionados mostrou que vários agentes químicos estão epidemiologicamente ligados a doenças de origem ambiental, especialmente em áreas afetadas por atividades agrícolas, industriais ou com saneamento inadequado. Entre os principais contaminantes encontrados, destacam-se o chumbo, o mercúrio, os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), os pesticidas organofosforados e os solventes clorados. Essas substâncias são frequentemente detectadas em solos, águas

e alimentos, e a exposição contínua a elas está associada a problemas neurológicos, hepáticos e até câncer (Rodrigues *et al.*, 2024). Essas informações reforçam a importância da vigilância epidemiológica, combinada com o conhecimento químico, para a identificação precoce de riscos à saúde.

Quanto ao segundo objetivo específico, notou-se que ainda há uma falta de materiais didáticos que integrem a relação entre poluição ambiental e epidemiologia nos currículos escolares. No entanto, algumas experiências interdisciplinares têm mostrado resultados positivos, como o uso de mapas de risco, simulações de trajetórias de poluentes e atividades práticas com indicadores biológicos. Essas abordagens didáticas não só ajudam na compreensão dos conceitos, mas também estimulam o pensamento crítico e o envolvimento dos alunos em questões de justiça ambiental (Nóbrega; Gonçalves; Silveira, 2022). A Tabela 1 resume os principais contaminantes químicos identificados na revisão e os problemas de saúde mais frequentemente associados.

Tabela 1 – Principais contaminantes químicos ambientais e seus efeitos epidemiológicos.

CONTAMINANTE QUÍMICO	ORIGEM COMUM	AGRAVOS FREQUÊNTES À SAÚDE
Chumbo	Tintas, baterias, água	Neurotoxicidade infantil, anemia
Mercúrio	Mineração, indústria, peixes	Disfunções neurológicas e renais
HPAs	Combustíveis, fumaça, alimentos	Câncer, mutações genéticas
Pesticidas organofosforados	Agricultura	Alterações endócrinas, infertilidade
Solventes clorados	Indústrias, limpeza	Hepatotoxicidade, depressão do SNC

Fonte: Próprio autor (2024).

Como mostrado na Tabela 1, os poluentes têm efeitos diversos e muitas vezes acumulativos, o que destaca a importância de um ensino que una conceitos de toxicologia, biologia molecular e epidemiologia nas salas de aula. Segundo Cruz e Güllich (2022), materiais educativos que refletem a realidade local ajudam a desenvolver o pensamento crítico e aumentam a capacidade de ação social dos alunos. Assim, fortalecer a educação química, em conjunto com a perspectiva da saúde coletiva, é um caminho promissor para formar cidadãos mais conscientes dos riscos ambientais e prontos para participar de ações preventivas em suas comunidades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta revisão sistemática confirmaram que a exposição a contaminantes ambientais está diretamente relacionada ao surgimento de diversas doenças crônicas, neurológicas, hepáticas, endócrinas e até mesmo cânceres, especialmente

em populações vulneráveis submetidas a uma exposição contínua e pouco visível. O levantamento dos principais poluentes — como metais pesados, pesticidas e solventes industriais — permitiu cumprir o primeiro objetivo, ao destacar os agentes químicos mais frequentemente associados a surtos e agravos à saúde. No que se refere ao segundo objetivo, observou-se que, embora ainda escassos, os recursos didáticos interdisciplinares existentes mostraram potencial para tornar o ensino de química mais conectado com as realidades epidemiológicas, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico e da cidadania ambiental. Assim, a articulação entre educação química e epidemiologia ambiental mostrou-se uma estratégia pedagógica promissora para abordar temas sensíveis, como as doenças causadas por poluição química, de forma contextualizada e acessível. Como limitação, identificou-se a ausência de avaliações sistemáticas sobre o impacto dos materiais pedagógicos utilizados. Para pesquisas futuras, recomenda-se a produção e o acompanhamento de materiais educativos interativos, como videoaulas, cartilhas, panfletos, ebooks, camisetas estampadas, jogos ou animações, que possam ser aplicados em diferentes contextos escolares e comunitários, com o objetivo de mensurar sua eficácia na aprendizagem e na percepção de risco sanitário dos estudantes.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CRUZ, Letiane Lopes da; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. **O desenvolvimento do pensamento crítico em ciências por meio de estratégias de ensino em livros didáticos.** *REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, Cuiabá, v. 10, n. 3, p. –, set./dez. 2022. DOI: 10.26571/reamec.v10i3.13772.

MITRA, S.; CHAKRABORTY, A. J.; TAREQ, A. M.; EMRAN, T. B.; NAINU, F.; KHUSRO, A.; IDRIS, A. M.; KHANDAKER, M. U.; OSMAN, H.; ALHUMAYDHI, F. A.; SIMAL-GANDARA, J. **Impact of heavy metals on the environment and human health: Novel therapeutic insights to counter the toxicity.** *Journal of King Saud University – Science*, v. 34, n. 3, p. 101865, 2022. DOI: 10.1016/j.jksus.2022.101865.

NÓBREGA, R. C.; GONÇALVES, E. A.; SILVEIRA, F. S. Abordagens pedagógicas em educação ambiental: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 12, n. 1, p. 1–20, 2022.

RODRIGUES, M. B. de; SILVA, C. A. M. da; CHONG-SILVA, D. C.; CHONG-NETO, H. J. **Pesticides and human health.** *J. Pediatr. (Rio J.)*, Rio de Janeiro, v. 101, supl. 1, p. S70–S76, dez. 2024. DOI: 10.1016/j.jped.2024.11.008

Trentin, G., Lazarotto, B., Sausen, L., Pinheiro, L. B., & Teixeira-Silva, M. V. (2025). *Environmental Challenges in Southern Brazil: Impacts of Pollution and Extreme Weather Events on Biodiversity and Human Health.* *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(2), 305. <https://doi.org/10.3390/ijerph22020305>.

EDUCAÇÃO SANITÁRIA SOBRE QUÍMICA DOS DESINFETANTES: UMA REVISÃO SOBRE O IMPACTO DO ENSINO DE SANEAMENTO AMBIENTAL NA SAÚDE PÚBLICA NO CAMPO

Márliton Pereira dos Santos¹.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, MG.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

PALAVRAS-CHAVE: Higiene ambiental. Segurança química. Educação preventiva.

ÁREA TEMÁTICA: Outras.

INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental é um dos pilares essenciais para promover a saúde pública, especialmente em contextos onde as desigualdades sociais e a infraestrutura precária são evidentes. No Brasil, apesar dos avanços nas políticas públicas que buscam garantir o acesso à água e ao tratamento de resíduos, ainda existem lacunas significativas em relação à educação sanitária e ao uso consciente de produtos de limpeza nas comunidades e nas escolas situadas no campo (UNICEF, 2020). O uso de desinfetantes químicos, por exemplo, é bastante comum como uma medida preventiva contra doenças, mas muitas vezes é feito de maneira inadequada, seja pela falta de informação sobre o que esses produtos contêm, seja pelo desconhecimento dos riscos que eles podem representar para a saúde humana e para o meio ambiente (Neto *et al.* 2017).

Diante dessa realidade, fica claro que a falta de conhecimentos básicos sobre a química dos produtos de limpeza e suas reações pode prejudicar os resultados esperados da limpeza e, ao mesmo tempo, causar problemas como intoxicações, contaminações cruzadas e ineficácia na eliminação de microrganismos. Assim, surgiu a questão: como as ações educativas podem ajudar as pessoas a entenderem os princípios químicos dos desinfetantes e a adotarem práticas de higiene ambiental que sejam mais seguras e eficazes?

Além disso, os conhecimentos de química e educação sanitária, pode-se aumentar a conscientização sobre o uso adequado de desinfetantes e reforçar a compreensão crítica do saneamento básico como um direito e uma prática de cidadania. Esta pesquisa é importante porque precisa-se revisar as estratégias educativas focadas na higiene ambiental, especialmente em como elas se relacionam diretamente com a prevenção de doenças e a promoção de ambientes saudáveis em escolas e comunidades rurais.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar como a educação sanitária e o conhecimento sobre produtos de limpeza podem impactar a saúde pública e a compreensão do saneamento básico na zona rural. De forma mais específica, pretendeu-se analisar a composição química desses produtos e os riscos que podem surgir do seu uso inadequado. Além disso, o estudo revisou ações educativas que ajudavam a melhorar as práticas de higiene ambiental em escolas e comunidades situadas no campo.

METODOLOGIA

Este trabalho foi uma revisão sistemática da literatura, seguindo o protocolo Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) que visa garantir transparência e rigor na identificação, seleção e análise dos estudos. As pesquisas foram realizadas nas bases de dados CAPES e SciELO, focando em publicações entre 2015 e 2025.

A estratégia de pesquisa utilizou os seguintes termos, combinados com operadores booleanos: (Educação sanitária no campo) E (Composição química) E (Desinfetantes) OU (Saneamento básico) OU (Higiene ambiental) NÃO (Ambientes hospitalares). Foram considerados artigos em português ou inglês, que passaram por revisão por pares e que abordavam de forma interdisciplinar a relação entre química, saúde e educação. Os critérios de exclusão incluíram trabalhos que não estavam disponíveis na íntegra, publicações em outros idiomas ou que se concentravam apenas em contextos clínicos e laboratoriais, sem um foco educativo.

O processo de seleção foi dividido em quatro etapas: identificação, triagem, avaliação de elegibilidade e a inclusão final dos estudos. As informações que foram extraídas foram organizadas em categorias temáticas, o que facilitou a análise tanto da composição química e dos efeitos dos desinfetantes quanto das estratégias pedagógicas utilizadas em ambientes escolares e comunitários. A análise dos resultados foi feita de maneira qualitativa, levando em conta as contribuições de cada estudo para a promoção da saúde pública, através da educação sanitária e do uso consciente de produtos químicos na zona rural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 28 artigos incluídos na revisão mostrou que a maioria dos produtos desinfetantes comumente usados em casas, escolas e comunidades rurais contém ingredientes como hipoclorito de sódio, quaternários de amônio, peróxido de hidrogênio e álcool etílico. Embora esses compostos sejam eficazes na eliminação de microrganismos patogênicos, eles podem representar riscos à saúde humana se usados em concentrações inadequadas ou em locais sem ventilação adequada, podendo causar irritações respiratórias, dermatites e até intoxicações acidentais (Clausen *et al.*, 2020).

Em relação ao primeiro objetivo específico, ficou claro que a leitura crítica dos rótulos, a compreensão das fichas de segurança e o conhecimento sobre interações químicas perigosas, como a mistura de água sanitária com desinfetantes ácidos, são praticamente inexistentes na rotina da população. Isso destaca a necessidade urgente de estratégias educativas focadas em ensinar o modo correto de utilização de produtos de limpeza a fim de contribuir para a melhoria da saúde pública. Como apontam (Gupta; Healy; Gilbert, 2025), o uso consciente de produtos químicos deve ser uma parte essencial da alfabetização científica, especialmente em contextos de vulnerabilidade sanitária no campo.

Em relação ao segundo objetivo, foram identificadas ações educativas bem-sucedidas em escolas e comunidades rurais, que ajudaram a entender os riscos e benefícios dos desinfetantes através de oficinas práticas, criação de materiais didáticos e campanhas de orientação sanitária. A Tabela 1 traz um panorama dos principais compostos químicos analisados, seus usos comuns e os riscos que podem surgir com o uso inadequado.

Tabela 1 – Composição química de desinfetantes e possíveis riscos à saúde.

COMPOSTO QUÍMICO	USO COMUM	RISCOS DO USO INCORRETO
Hipoclorito de sódio	Água sanitária, limpeza geral	Geração de gases tóxicos quando mal diluído.
Quaternários de amônio	Desinfetantes hospitalares e domésticos	Dermatites, resistência microbiana
Peróxido de hidrogênio	Limpeza de superfícies e utensílios	Irritação ocular e respiratória
Álcool etílico 70%	Higienização de mãos e superfícies	Inflamabilidade, ressecamento da pele
Ácido muriático (HCl)	Limpeza pesada em banheiros	Vapores tóxicos, risco de queimaduras

Fonte: Elaboração própria com base nos artigos analisados (2025).

Como mostra a Tabela 1, os compostos que foram analisados, apesar de serem eficazes para o uso comum em limpeza doméstica, requerem um conhecimento básico sobre segurança química para serem manuseados corretamente. Nesse contexto, iniciativas educativas que conectem as propriedades desses compostos aos seus impactos na saúde se mostram importantes. De acordo com Melo; Alves e Camargo (2023), desenvolver práticas pedagógicas que unam ciência e saúde no dia a dia das pessoas é fundamental para promover hábitos sanitários seguros e sustentáveis. Assim, a educação em saúde, junto com o ensino de química, se revela uma estratégia poderosa para prevenir problemas e empoderar as pessoas que vivem em comunidades rurais na gestão da sua própria saúde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que o uso inadequado de desinfetantes químicos, mesmo sendo eficazes para a sanitização, pode trazer riscos significativos à saúde humana e ao meio ambiente, especialmente quando não há uma orientação clara sobre sua composição,

diluição e aplicação. A análise dos estudos revelou que a falta de conhecimentos básicos sobre a química dos produtos de limpeza ainda é uma realidade em muitas escolas e comunidades situadas na zona rural. Por outro lado, iniciativas educativas interdisciplinares, principalmente aquelas que conectam ciência, saúde e práticas do dia a dia, têm se mostrado eficazes em promover comportamentos mais seguros e conscientes. Dessa forma, a educação sanitária, junto com o ensino de química, desempenha um papel fundamental na prevenção de problemas relacionados à higiene ambiental e na formação de cidadãos críticos e responsáveis no campo. Como limitação deste estudo, destaca-se a falta de avaliações sistemáticas sobre o impacto a longo prazo dessas práticas educativas nos hábitos de higiene das populações envolvidas. Portanto, é recomendável que futuras pesquisas se concentrem em metodologias participativas e estudos de caso que possam medir os efeitos dessas ações sobre a saúde coletiva e o comportamento sanitário em diferentes contextos sociais, principalmente no campo.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CLAUSEN, P. A.; FREDERIKSEN, M.; SEJBÆK, C. S.; et al. Chemicals inhaled from spray cleaning and disinfection products and their respiratory effects: a comprehensive review. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 229, p. 113592, ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113592>. Acesso em: 8 jul. 2025.

GUPTA, R.; HEALY, M.; GILBERT, J. K. Critical Chemical Literacy as a Main Goal of Chemistry Education Aiming for Climate Empowerment and Agency. *Journal of Chemical Education*, v. 102, n. 4, p. 1234–1245, abr. 2025. Disponível em: [doi:10.1021/acs.jchemed.4c00452](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00452). Acesso em: 8 jul. 2025.

MELO, P. R. H.; ALVES, P. V.; CAMARGO, T. S. Planetary health initiatives in rural education at a riverside school in Southern Amazonas, Brazil. *Challenges*, v. 14, n. 4, p. 50, dez. 2023. <https://doi.org/10.3390/challe14040050>. Acesso em: 8 jul. 2025.

NETO, J. A. S.; SOUZA, A. M. F.; SILVA, L. R.; LIMA, M. F.; PEREIRA, R. S. Produtos domissanitários e suas consequências à saúde e ao meio ambiente. *Revista Brasileira de Saúde Ambiental*, v. 12, n. 1, p. 45–60, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329762432_PRODUTOS_DOMISSANITARIOS_E_SUAS_CONSEQUENCIAS_A_SAUDE_E_AO_MEIO_AMBIENTE. Acesso em: 8 jul. 2025.

UNICEF. *Água, Saneamento e Higiene: Situação no Brasil*. UNICEF Brasil, 2020. Disponível em: [unicef.org](https://www.unicef.org/brasil). Acesso em: 8 jul. 2025.

INTEGRAÇÃO ENTRE QUÍMICA ORGÂNICA E ATIVIDADE FÍSICA: PRODUÇÃO DE ESTRATÉGIAS EDUCATIVAS PARA O ENSINO INTERDISCIPLINAR NO CAMPO

Márliton Pereira dos Santos¹.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, MG.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

PALAVRAS-CHAVE: Bioquímica do exercício físico. Ensino integrado no campo. Metabolismo energético.

ÁREA TEMÁTICA: Outras.

INTRODUÇÃO

A prática de atividades físicas desencadeia uma série de reações bioquímicas no corpo humano, envolvendo transformações complexas, como a produção de ácido láctico, a liberação de endorfinas e o consumo de ATP. Esses fenômenos são explicados pela química orgânica, especialmente pelas reações metabólicas que envolvem carboidratos, lipídios e proteínas. No entanto, mesmo sendo tão relevantes para a saúde e o bem-estar, o ensino de química no ensino médio em comunidades rurais muitas vezes se desconecta das experiências corporais e do dia a dia dos alunos (Silva *et al.*, 2019). Essa fragmentação no currículo prejudica a construção de um conhecimento mais significativo e aplicado, que poderia ser enriquecido pela interdisciplinaridade com a educação física.

Assim, percebe-se que os processos químicos que acontecem no corpo durante o exercício raramente são abordados de maneira integrada nas escolas situadas em comunidades rurais, o que limita a compreensão dos alunos sobre a relação entre ciência e saúde. Diante disso, surgiu a pergunta: como podemos explorar melhor os conhecimentos de química orgânica no ensino médio do campo para explicar os efeitos bioquímicos provocados pela atividade física no corpo humano?

A hipótese levantada é que a abordagem interdisciplinar entre química e educação física pode realmente ajudar os alunos do ensino fundamental e médio a entenderem melhor os processos bioquímicos provocados pela atividade física. Isso acontece porque eles podem observar respostas fisiológicas reais, podendo conectar o que aprenderam na escola com suas próprias experiências corporais. Essa pesquisa é importante porque precisa-se repensar as estratégias de ensino que ligam ciência e atividade física, criando uma educação mais contextualizada e que contribua para o desenvolvimento integral dos alunos que vivem na zona rural. Além disso, entender as reações bioquímicas que ocorrem

durante a atividade física pode enriquecer as práticas educativas escolares, valorizando a saúde e a consciência corporal, e ampliando o potencial educativo da química orgânica.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivos específicos explorar os principais processos bioquímicos que ocorrem durante a atividade física, como a produção de ácido láctico, a liberação de endorfinas e o uso de compostos energéticos. Além disso, buscou-se avaliar estratégias pedagógicas que incentivam a integração entre os conteúdos de química orgânica e educação física no ensino médio, em escola situadas no campo, com o intuito de fortalecer práticas interdisciplinares no ambiente escolar.

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi uma revisão sistemática da literatura, realizada com base no protocolo Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA). O objetivo foi garantir que a identificação e análise das fontes fossem feitas de forma transparente, organizada e com rigor metodológico. As buscas foram feitas nas bases de dados CAPES e SciELO, focando em publicações indexadas entre 2015 e 2025.

A estratégia de pesquisa utilizou descritores combinados por operadores booleanos: (Química orgânica) E (Atividade física) E (Educação interdisciplinar) OU (Respostas bioquímicas) OU (Ensino de ciências no campo) NÃO (Educação superior). Foram incluídos artigos em português ou inglês, que passaram por revisão por pares e que apresentavam abordagens interdisciplinares envolvendo química, fisiologia e educação no contexto do ensino médio. Como critérios de exclusão, foram desconsiderados trabalhos que não estavam disponíveis na íntegra, publicações em outros idiomas ou estudos que se concentravam apenas em práticas universitárias ou de alto rendimento esportivo.

A seleção dos estudos foi realizada em quatro etapas: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão final, seguindo o fluxograma PRISMA. As informações foram analisadas qualitativamente e organizados em dois eixos principais: os processos bioquímicos resultantes do exercício físico e as estratégias pedagógicas que incentivam a interdisciplinaridade entre química e educação física. Essa abordagem proporcionou uma compreensão mais abrangente do uso da química orgânica como uma ferramenta de ensino contextualizada, focada na saúde dos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 29 artigos selecionados mostrou que os principais processos bioquímicos que a atividade física induz incluem a glicólise anaeróbica, que é responsável pela produção de ácido láctico, a liberação de endorfinas e o aumento da oxigenação celular. Essas reações envolvem compostos orgânicos como glicose, ácido pirúvico, ATP e neurotransmissores, que geralmente são abordados na química orgânica de maneira abstrata e desconectada da realidade dos estudantes que estudam em escolas situadas nas zonas rurais (Putica; Anđelković; Trivić, 2018). No entanto, quando esses conteúdos são ligados à prática corporal, os alunos demonstram um interesse e uma compreensão muito maiores, pois conseguem perceber na própria experiência física os efeitos dessas reações moleculares.

Em relação ao segundo objetivo específico, os estudos indicaram que algumas práticas pedagógicas interdisciplinares têm sido criadas para integrar conteúdos de química e educação física. Isso inclui projetos de monitoramento do ritmo cardíaco utilizando relógios com essa função nas aulas de educação física, simulações metabólicas, uso de jogos didáticos e experimentos com medições de pH e fadiga muscular em laboratórios de ciências nas escolas. De acordo com Ferreira *et al.* (2024), essas práticas ajudam a desenvolver competências científicas e promovem a conexão entre teoria e prática, aproximando o ensino das experiências corporais dos alunos que moram no campo. A Tabela 1 resume os principais processos bioquímicos identificados e suas implicações na atividade física.

Tabela 1 – Processos bioquímicos durante a atividade física e seus efeitos fisiológicos.

PROCESSO BIOQUÍMICO	COMPOSTO ORGÂNICO ENVOLVIDO	EFEITO FISIOLÓGICO OBSERVADO
Glicólise anaeróbica	Ácido láctico	Dor muscular, sensação de queimação
Produção de endorfinas	Neurotransmissores peptídicos	Sensação de bem-estar, analgesia
Ciclo de Krebs	ATP, NADH	Geração de energia, resistência física
Beta-oxidação	Ácidos graxos	Uso de lipídios como fonte energética
Fosforilação oxidativa	$\text{ADP} + \text{Pi} \rightarrow \text{ATP}$	Recuperação energética pós-exercício

Fonte: Elaboração própria com base nos artigos analisados (2024).

A Tabela 1 revela que a atividade física vai muito além de ser apenas um fenômeno biomecânico; ela é também um processo químico fascinante, cheio de reações complexas que acontecem em vários sistemas do corpo. Sob essa ótica, fica claro que o ensino de

química orgânica pode se beneficiar imensamente da interdisciplinaridade com a educação física, usando o corpo em movimento como uma ferramenta de aprendizado. Como Santana e Reis (2023) destaca, o aprendizado se torna muito mais significativo quando está ligado às experiências concretas do indivíduo, o que reforça a ideia de uma educação crítica, contextualizada e integrada no campo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo trouxe à luz a importância dos processos bioquímicos que acontecem durante a atividade física, como a produção de ácido láctico, a liberação de endorfinas e a geração de energia através de diferentes vias metabólicas. Esses conceitos fundamentais da química orgânica, quando integrados ao ensino da educação física em escolas da zona rural, se tornam muito mais acessíveis e significativos para os alunos que vivem no campo. As estratégias pedagógicas interdisciplinares que foram identificadas mostram um grande potencial para conectar ciência e movimento, promovendo uma aprendizagem que faz sentido e valoriza a saúde. No entanto, uma limitação que se destacou neste estudo foi a falta de investigações empíricas que avaliem de maneira sistemática o impacto dessas práticas integradas na aprendizagem dos estudantes. Por isso, recomenda-se neste trabalho que futuras pesquisas desenvolvam projetos de intervenção nas escolas, com avaliações pedagógicas e fisiológicas, para consolidar propostas que unam o ensino de química, as práticas corporais e a promoção da saúde no contexto da educação básica no campo.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

FERREIRA, C. S. R.; ALVES, E. S.; CASTRO, M. C.; FRIEDRICHSEN, J. S. A.; FIGUEIREDO, A. L.; SILVA, A. M.; RAMOS, A. da S.; GOMES, E. da S.; SILVA, C. R. da; SANTOS, O. O. Teaching chemistry in an interdisciplinary environment: an exploratory approach. *Research, Society and Development*, v. 13, n. 3, p. e13613345444, abr. 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i3.45444. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/45444>. Acesso em: 9 jul. 2025.

PUTICA, K.; ANĐELKOVIĆ, S. D.; TRIVIĆ, D. D. The effects of employing a contextual approach to teaching organic chemistry on improving conceptual understanding and knowledge application among students of a science and mathematics high school. *Nastava i Vaspitanje*, v. 67, n. 1, p. 75–93, 2018. Disponível em: <https://doaj.org/article/db33b68de0b54eac85bbad1a60276cbf>. Acesso em: 9 jul. 2025.

SANTANA, T. O.; REIS, E. S. Os estímulos de aprendizagem na prática da educação contextualizada para a convivência com o semiárido. *Contexto & Educação*, Canoas, v. 38, n. 120, p. 1–14, 2023. DOI: 10.21527/2179-1309.2023.120.9400. Disponível em: *DOAJ*. Acesso em: 9 jul. 2025.

SILVA, A. C. de S.; MONTEIRO, A. de O.; SILVA, S. A. da; JUCÁ, S. C. S.; PASCOAL,

C. V. P. Reflexões sobre o ensino tradicionalista de Química e uma comparação entre os mecanismos de ensino: demonstração em campo e software de simulação interativa. *Research, Society and Development*, v. 8, n. 8, e37881214, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i8.1214. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1214>. Acesso em: 29 maio 2025.

EDUCAÇÃO PARA O SANEAMENTO AMBIENTAL: UMA REVISÃO SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NA PROMOÇÃO DA SAÚDE COMUNITÁRIA

Márliton Pereira dos Santos¹; Josilene Martins Inez²; Larissa Damaris Teixeira da Silva³.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

²Universidade de Uberaba (UNIUBE), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3167821176813462>

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1576764076598308>

PALAVRAS-CHAVE: Educação sanitária e ambiental. Alfabetização científica. Interdisciplinaridade escolar.

ÁREA TEMÁTICA: Outras.

INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental é um dos pilares fundamentais para garantir a saúde pública, especialmente em comunidades onde a falta de infraestrutura básica favorece a disseminação de doenças transmitidas pela água. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, milhões de pessoas no Brasil ainda enfrentam a falta de acesso à água potável e a um sistema de esgoto adequado, o que resulta em infecções intestinais, parasitas e outros problemas de saúde que poderiam ser evitados (Trovão *et al.*, 2025). Nesse cenário, as escolas situadas nas zonas rurais se tornam um espaço essencial para compartilhar conhecimentos sobre prevenção, cuidado com o meio ambiente e promoção da saúde coletiva.

Apesar da importância desse tema, o ensino de Ciências e Matemática ainda é pouco integrado ao saneamento ambiental do campo, sendo frequentemente tratado de maneira isolada e desconectada das realidades locais. Questões como o tratamento da água, a análise da qualidade da água, as estatísticas de doenças infecciosas e o uso consciente dos recursos naturais podem ser abordadas de forma interdisciplinar, ajudando a desenvolver a consciência sanitária desde os primeiros anos escolares (Rocha *et al.*, 2025). Assim, surgiu a pergunta: como o ensino de Ciências e Matemática pode realmente contribuir para a educação sanitária e a promoção da saúde nas comunidades escolares rurais?

Acreditou-se que metodologias pedagógicas que combinam conhecimentos científicos, habilidades matemáticas e práticas de saneamento ajudam a desenvolver atitudes preventivas e fortalecem a conexão entre a escola e as necessidades reais da comunidade rural. A razão para realizar esta pesquisa foi a importância de revisar experiências educativas que promovem a alfabetização científica e matemática, dialogando com questões urgentes de saúde ambiental no campo. Isso contribui para formar indivíduos críticos, participativos e comprometidos com o bem comum.

OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivos específicos identificar projetos escolares que integram conteúdos de Ciências e Matemática com temas como o tratamento da água, estatísticas de doenças transmitidas pela água e práticas de saneamento básico no campo. Além disso, buscou-se avaliar os resultados educacionais dessas abordagens, focando na conscientização dos estudantes sobre a importância da higiene, do uso responsável da água e da prevenção de doenças, tanto em ambientes escolares quanto comunitários.

METODOLOGIA

Este trabalho foi uma revisão sistemática da literatura, desenvolvida com base no protocolo Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA). As pesquisas foram realizadas nas bases de dados CAPES e SciELO, abrangendo publicações entre 2015 e 2025, com um foco especial em estudos empíricos e revisões interdisciplinares voltadas para o ensino fundamental.

A estratégia de pesquisa utilizou descritores combinados com operadores booleanos, como: (Educação sanitária no campo) E (Ensino de Ciências) E (Matemática escolar) OU (Saneamento ambiental) OU (Doenças de veiculação hídrica) NÃO (Educação superior). Foram incluídos estudos em português ou inglês, que passaram por revisão por pares e que abordassem práticas educativas relacionadas à saúde pública, qualidade da água, tratamento de resíduos e conscientização sobre higiene e prevenção de doenças. Os critérios de exclusão abrangeram artigos que não estavam disponíveis na íntegra, publicações sem embasamento científico ou que se concentravam exclusivamente em cursos técnicos ou na formação universitária.

A seleção dos materiais passou por quatro etapas: primeiro, fez-se uma identificação inicial dos artigos; em seguida, leu-se os títulos e resumos; depois, verificou-se a elegibilidade; e, por fim, incluiu-se os estudos relevantes. As informações que foram coletados foram organizados em categorias temáticas que se referem aos conteúdos curriculares, metodologias utilizadas e resultados alcançados. A análise dos dados e informações foi qualitativa, o que permitiu identificar padrões recorrentes nas estratégias pedagógicas e os efeitos educacionais relacionados à formação de hábitos de higiene e à conscientização

sanitária dos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos 31 estudos selecionados mostrou que práticas educativas que conectam os conteúdos de Ciências e Matemática ao tema do saneamento ambiental têm ajudado a aumentar a consciência sanitária dos alunos, especialmente em escolas situadas em áreas com histórico de vulnerabilidade hídrica, como a área rural. Em relação ao primeiro objetivo específico, foram identificados projetos escolares que abordam desde o ciclo da água e o tratamento de esgoto até o monitoramento da qualidade da água, utilizando medições de pH, turbidez e contagem de microrganismos. Esses projetos, frequentemente acompanhados de atividades práticas, visitas técnicas ou simulações em laboratório, facilitam a compreensão dos conceitos científicos e, ao mesmo tempo, aproximam os alunos de questões que impactam diretamente suas comunidades rurais (Instituto Mondó, 2025).

Além disso, muitos dos trabalhos analisados incorporaram conteúdos matemáticos, como estatísticas de doenças transmitidas pela água, gráficos de consumo de água e cálculos sobre desperdício doméstico, ligando a aprendizagem matemática à formação de valores voltados para a preservação ambiental e a saúde coletiva. Essas metodologias promovem uma leitura crítica da realidade e o desenvolvimento de habilidades que vão além da sala de aula, incentivando atitudes preventivas no dia a dia. A Tabela 1 resume algumas das experiências encontradas, relacionando os temas abordados, os conteúdos interdisciplinares e os principais resultados educacionais.

Tabela 1 – Práticas educativas interdisciplinares sobre saneamento ambiental.

TEMA TRABALHADO	CONTEÚDOS INTEGRADOS	RESULTADOS EDUCACIONAIS OBSERVADOS
Tratamento da água na escola	Ciências (química da água) + Matemática (medidas)	Compreensão do ciclo da água e redução no desperdício
Gráficos de doenças por água contaminada	Ciências (biologia) + Estatística	Reconhecimento da importância da água potável
Consumo consciente de água	Matemática (cálculo de litros) + Educação ambiental	Mudança de hábitos no uso da água
Higiene e prevenção de verminoses	Ciências (parasitologia) + Interpretação de dados	Maior adoção de práticas sanitárias em casa

Fonte: Elaboração própria com base nos artigos analisados (2024).

De acordo com a Tabela 1, os projetos escolares que foram analisados não só ajudaram no desenvolvimento cognitivo, mas também promoveram mudanças positivas no comportamento, como a valorização da água tratada, o uso consciente dos recursos e

a prática do autocuidado. De acordo com Bueno (2022), quando os temas de saúde são integrados ao currículo escolar, isso fortalece a cidadania e o protagonismo dos jovens na criação de ambientes mais saudáveis. Assim, a interdisciplinaridade entre Ciências, Matemática e saneamento se mostra uma estratégia eficaz para formar estudantes críticos e engajados na defesa da saúde pública e do meio ambiente no campo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta revisão mostraram que unir o ensino de Ciências e Matemática com temas de saneamento ambiental tem um impacto positivo na formação de estudantes mais conscientes, críticos e engajados na promoção da saúde da comunidade rural. As práticas pedagógicas que foram analisadas indicam que uma abordagem interdisciplinar não só ajuda na aprendizagem dos conteúdos curriculares, mas também no desenvolvimento de atitudes preventivas e sustentáveis, especialmente em áreas com vulnerabilidade sanitária, como no campo. O uso de dados estatísticos, experimentos e projetos focados no tratamento da água e na prevenção de doenças transmitidas pela água se mostraram eficazes em mudar os hábitos dos alunos e fortalecer a conexão entre a escola e a comunidade. No entanto, uma limitação deste estudo foi a falta de publicações que avaliem o impacto dessas ações a longo prazo, especialmente no que diz respeito à eficácia das práticas de higiene fora do ambiente escolar. Por isso, é recomendável que futuras pesquisas se aprofundem no monitoramento dos efeitos dessas metodologias sobre a saúde coletiva e invistam na criação de materiais didáticos interdisciplinares que possam ser utilizados em diferentes contextos educacionais, principalmente no contexto das zonas rurais.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BUENO, D. R. A participação juvenil no Programa Saúde na Escola (PSE): uma reflexão sobre o papel da gestão federal. *Saúde em Debate*, v. 46, suplemento 3, p. 29–44, nov. 2022. DOI: 10.1590/0103-1104-2022E302I. Acesso em: 11 jul. 2025.

INSTITUTO MONDÓ. Projeto “Fonte de Futuro”: implantação de sistema de filtragem de água e educação ambiental em escolas públicas de áreas indígenas e rurais no Marajó-PA. *Instituto Mondó*, Breves, PA, mar. 2025. Disponível em: <https://institutomondo.com.br/projeto-implanta-sistema-de-filtragem-de-agua-para-melhorar-desempenho-de-estudantes-no-marajo/>. Acesso em: 11 jul. 2025.

ROCHA, Helena Midori Kashiwagi da; CAVALCANTE, Katia Viana; COSTA, Valéria Sandra de Oliveira; MALHEIROS, Tadeu Fabricio; KRËMPI, Daniela Alessandra. Curso de Educação a Distância “Água como Elemento Interdisciplinar no Ensino nas Escolas”: Ação na Educação Básica por meio de Parceria entre a Rede PROFCIAMB e a ANA, Brasil. *Journal of Sustainability Perspectives*, v. 3, p. 20838, 2023. DOI: <https://doi.org/10.14710/jsp.2023.20838>. Acesso em: 10 jul. 2025.

TROVÃO, N.; NEVES-SILVA, P.; PINHEIRO, L. C.; PEIXOTO, S. V.; HELLER, L. Changes in access to water and incidence of waterborne diseases after the Vale dam collapse in Brumadinho (MG), Brazil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 26, e230010, 2023. <https://doi.org/10.1590/1980-549720230010>. Acesso em: 11 jul. 2025.

A ENGENHARIA MECÂNICA NA MODERNIZAÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS: UMA REVISÃO DOS IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE E SUSTENTABILIDADE

Márliton Pereira dos Santos¹; Josilene Martins Inez²; Larissa Damaris Teixeira da Silva³.

¹Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/9108027233206294>

²Universidade de Uberaba (UNIUBE), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/3167821176813462>

³Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Janaúba, Minas Gerais.

<http://lattes.cnpq.br/1576764076598308>

PALAVRAS-CHAVE: Mecanização agrícola. Eficiência operacional. Inovação tecnológica.

ÁREA TEMÁTICA: Outras.

INTRODUÇÃO

A modernização do setor agrícola tem avançado nas últimas décadas, impulsionada por inovações tecnológicas da engenharia mecânica. Isso é especialmente evidente no desenvolvimento de máquinas agrícolas que são mais eficientes, sustentáveis e seguras. Tratores, colheitadeiras e implementos estão sendo equipados com tecnologias de ponta, projetadas para atender às crescentes demandas de produtividade, enquanto minimizam os impactos ambientais da atividade rural. A mecanização do campo, quando combinada com soluções inovadoras, melhora significativamente a eficiência operacional, permitindo que as tarefas sejam realizadas com mais precisão, menos desperdício de insumos e maior conforto para os operadores. No entanto, ainda enfrentamos desafios, como o alto consumo de combustível, a compactação excessiva do solo e os custos elevados de aquisição e manutenção dos equipamentos modernos (Xu *et al.*, 2023).

Nesse contexto, este estudo se propôs a investigar a seguinte questão: de que maneira as inovações da engenharia mecânica aplicadas às máquinas agrícolas podem contribuir para uma produtividade sustentável no setor agropecuário? A hipótese foi que os avanços tecnológicos da engenharia mecânica não apenas aumentam a produtividade agrícola, mas também ajudam a reduzir os impactos ambientais, tornando o uso das máquinas mais eficiente e responsável. A importância desta pesquisa se justifica pela necessidade de integrar conhecimento técnico e inovação nas práticas agrícolas, especialmente diante

das mudanças climáticas, da escassez de recursos naturais e da demanda por alimentos produzidos de forma sustentável (Zhang *et al.* 2024).

OBJETIVO

Os objetivos do presente estudo foram identificar as inovações tecnológicas em máquinas agrícolas que foram desenvolvidas pela engenharia mecânica e que ajudaram a aumentar a eficiência operacional no campo. Além disso, buscou-se avaliar os impactos dessas tecnologias na sustentabilidade ambiental, especialmente no que diz respeito à redução do consumo de combustível, à diminuição da compactação do solo e à melhoria das condições de trabalho dos operadores.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada através de uma revisão sistemática da literatura, adotando uma abordagem qualitativa, com uma natureza básica e objetivos exploratórios. Para garantir um rigor metodológico, seguiu-se o protocolo Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA), que orienta a identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos.

As buscas foram feitas nas bases de dados CAPES e SciELO, cobrindo publicações entre 2015 e 2025. A estratégia de busca foi criada utilizando operadores booleanos, combinando os seguintes termos: (Máquinas agrícolas) E (Eficiência energética) E (Engenharia mecânica) OU (Mecanização sustentável) NÃO (Tecnologias obsoletas).

Os critérios de inclusão levaram em conta artigos publicados em português ou inglês, revisados por pares, que tratavam diretamente da relação entre inovações mecânicas em equipamentos agrícolas e seus impactos produtivos ou ambientais.

Para os critérios de exclusão, foram descartados trabalhos duplicados entre as bases, documentos que não estavam disponíveis na íntegra e publicações que não tinham uma conexão clara com os temas de engenharia mecânica e sustentabilidade agrícola.

A análise dos dados e informações seguiu as etapas do fluxograma PRISMA, garantindo transparência, confiabilidade e reprodutibilidade na seleção das evidências científicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos artigos revisados mostrou que a engenharia mecânica tem sido fundamental para o avanço da mecanização agrícola, trazendo melhorias significativas na eficiência operacional, na sustentabilidade e na qualidade de vida dos trabalhadores rurais. Inovações em tratores, colheitadeiras e implementos agrícolas têm reduzido o consumo

de combustíveis fósseis, graças à adoção de sistemas híbridos, motores eletronicamente controlados, materiais leves e duráveis, além de mecanismos automatizados de precisão (Dalboni *et al.* 2022). Esses recursos não só aumentaram o desempenho, mas também diminuíram o impacto ambiental, incentivando práticas agrícolas que preservam o solo.

Outro aspecto importante que foi identificado é o aumento da ergonomia e da segurança no trabalho rural. Máquinas equipadas com cabines climatizadas, comandos eletrônicos acessíveis e sensores de vibração e inclinação ajudam a reduzir acidentes de trabalho e doenças ocupacionais (Xu *et al.*, 2023). Além disso, a implementação de tecnologias que se alinham à agricultura de precisão possibilitou o mapeamento de áreas produtivas, o controle automático da aplicação de insumos e o registro de dados para análises estratégicas.

A Figura 1 apresenta um exemplo de trator de última geração, equipado com sistemas de controle assistido por GPS.

Figura 1 – Modelo de trator agrícola inteligente com controle eletrônico integrado via GPS.



Fonte: ConectarAgro (2020).

Essa imagem mostra como a engenharia mecânica se une aos sistemas de automação agrícola, ressaltando o papel dos sensores integrados e dos algoritmos de controle na otimização do uso de recursos e na diminuição da necessidade de intervenção humana direta. A Tabela 1 resume os principais benefícios e limitações encontrados nas publicações científicas sobre a modernização de máquinas agrícolas sob a perspectiva da engenharia mecânica.

Tabela 1 – Benefícios e limitações da engenharia mecânica na modernização agrícola.

ASPECTO AVALIADO	BENEFÍCIOS IDENTIFICADOS	LIMITAÇÕES APONTADAS
Eficiência operacional	Redução do tempo de trabalho e aumento da produtividade	Alto custo de aquisição e manutenção
Sustentabilidade ambiental	Menor emissão de gases e menor compactação do solo	Necessidade de fontes de energia renovável
Ergonomia e segurança	Redução de fadiga e riscos ocupacionais	Carência de formação técnica em regiões remotas
Integração tecnológica	Otimização via sensores, GPS e conectividade	Dependência de infraestrutura tecnológica

Fonte: Elaborada a partir da revisão sistemática (2025).

A análise da Tabela 1 mostra que, apesar de a modernização oferecer benefícios claros para a agricultura, sua implementação ainda depende de fatores como o investimento inicial, o acesso a tecnologias e a capacitação técnica dos operadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, a engenharia mecânica desempenha um papel fundamental na transformação da agricultura, aumentando a produtividade de forma responsável em relação ao meio ambiente. As tecnologias aplicadas às máquinas agrícolas têm melhorado a eficiência do trabalho no campo, promovendo tanto a sustentabilidade quanto a segurança. Contudo, os custos e a infraestrutura ainda são desafios que dificultam sua adoção em larga escala. Pesquisas futuras precisam focar em soluções acessíveis para pequenos agricultores e em estratégias educativas para a formação técnica no meio rural.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CONECTARAGRO. Conheça as funcionalidades do GPS agrícola. Blog ConectarAGRO, 3 jul. 2020. Disponível em: <https://blog.conectaragro.com.br/conheca-funcionalidades-do-gps-agricola/>. Acesso em: 19 jul. 2025.

DALBONI, M.; MOCÊRA, F.; CROVI, D. P.; COZZI, R.; RÉ, P. R.; COLAKOĞLU, A. Numerical performance investigation of a hybrid eCVT-specialized agricultural tractor. *Applied Sciences*, v. 12, n. 5, art. 2438, maio 2022. DOI: 10.3390/app12052438. Acesso em: 18 jul. 2025.

XU, J.; LAI, F.; HONG, Y.; XU, X. Comparative Analysis of Vibration Impact on Operator Safety for Diesel and Electric Agricultural Tractors. *Agronomy*, v. 7, n. 2, art. 40, fev. 2023. DOI: 10.3390/agronomy7020040. Acesso em: 18 jul. 2025.

XU, J.; LAI, F.; HONG, Y.; XU, X. Does agricultural mechanization improve agricultural environmental efficiency? *Frontiers in Environmental Science*, v. 11, art. 1344903, 2023. DOI: 10.3389/fenvs.2023.1344903. Acesso em: 17 jul. 2025.

ZHANG, H.; LIU, J.; WANG, Z.; et al. Advancing climate resilience: technological innovations in plant-based, alternative and sustainable food production systems. *Discover Sustainability*, v. 5, art. 423, nov. 2024. DOI: 10.1007/s43621-024-00581-z. Acesso em: 18 jul. 2025.

TENDÊNCIAS METODOLÓGICAS E VARIÁVEIS INDICADORAS NA AVALIAÇÃO DA PROVISÃO DE ÁGUA NO CERRADO

Wellington Ribeiro Martins¹; Joana D'arc Bardella Castro².

¹Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, Goiás. <http://lattes.cnpq.br/9632863918793916>

²Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, Goiás. <http://lattes.cnpq.br/8583382182237707>

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado. Modelagem. Provisão hídrica.

ÁREA TEMÁTICA: Outras

INSTITUIÇÃO DE FOMENTO: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG).

INTRODUÇÃO

A provisão de água configura-se como um dos serviços ecossistêmicos mais essenciais para a manutenção dos sistemas socioecológicos, sobretudo em regiões sujeitas à intensa sazonalidade hídrica e crescente pressão antrópica (Denny; Granziera; Gonçalves, 2020). No Brasil, o bioma Cerrado desempenha papel estratégico na regulação hídrica em escala continental, por abrigar cabeceiras de importantes bacias hidrográficas sul-americanas. Contudo, a intensificação do uso da terra, principalmente pela conversão de áreas naturais em sistemas agrícolas, tem comprometido sua capacidade de sustentar os fluxos hídricos no médio e longo prazo (Melo, 2017).

Diversas abordagens científicas vêm sendo empregadas para compreender como alterações no uso e cobertura da terra, bem como as mudanças climáticas, afetam a provisão hídrica no Cerrado. Essas abordagens variam desde medições de campo até modelagens hidrológicas e climáticas, utilizando distintas variáveis como proxies da disponibilidade de água (Moura; Oliveira, 2024). Ainda assim, são escassas as sínteses que sistematizem, de forma integrada, os métodos empregados e as variáveis mais utilizadas nos estudos sobre a provisão de água como serviço ecossistêmico nesse bioma.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo sintetizar criticamente os enfoques metodológicos utilizados para avaliar a provisão de água no Cerrado, com foco especial nos tipos de modelagem e nas variáveis empregadas como indicadores. A análise pretende identificar padrões recorrentes e lacunas de pesquisa, contribuindo para o direcionamento de investigações futuras.

OBJETIVO

Este trabalho visa sintetizar e analisar as principais metodologias e variáveis hidrológicas utilizadas em estudos sobre a provisão de água no Cerrado, a fim de identificar padrões e lacunas de pesquisa, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de gestão e conservação dos recursos hídricos no bioma.

METODOLOGIA

Foi realizada uma análise de escopo baseada em publicações científicas indexadas nas bases Web of Science e Scopus. A busca utilizou uma string construída a partir de três eixos temáticos — serviços ecossistêmicos, provisão de água e Cerrado — combinados por operadores booleanos (AND/OR) e truncamento (*): (“ecosystem service” OR “serviços ecossistêmicos” OR “ecosystem services modelling” OR “modelagem de serviços ecossistêmicos” OR modelling OR modeling) AND (“water” OR “água” OR “water supply” OR “water availability” OR “hydrology” OR “provisioning”) AND (“Cerrado” OR “Brazilian savanna”).

A busca resultou em 723 registros, sendo 505 da Web of Science e 218 da Scopus. Após a remoção de duplicatas (n = 190), restaram 533 artigos. Aplicando-se o critério de inclusão — estudos sobre provisão de água no Cerrado com base em modelagem ou métodos quantitativos — foram selecionados 89 artigos. Destes, quatro estavam indisponíveis para leitura completa, resultando em 85 trabalhos analisados.

Cada artigo foi classificado de acordo com: (i) tipo de modelagem ou método empregado para mensurar a provisão de água; e (ii) variável-chave utilizada como indicador da provisão hídrica. A organização e sistematização das informações foram realizadas em planilhas eletrônicas, permitindo análise descritiva das tendências metodológicas e métricas utilizadas.

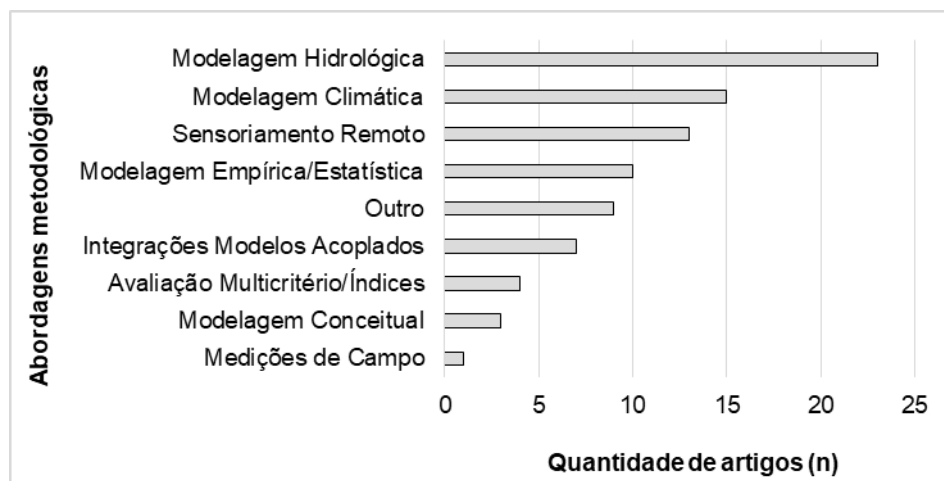
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estratégias metodológicas identificadas demonstraram predominância da modelagem hidrológica (n = 23), com destaque para o uso de modelos como SWAT, MGB-IPH e HBV. Modelagens climáticas também foram recorrentes (n = 15), frequentemente associadas a cenários RCP do CMIP5 ou CMIP6. O sensoriamento remoto (n = 13) e as modelagens empíricas ou estatísticas (n = 10), como regressões e análise de componentes principais, configuraram abordagens intermediárias. Modelos acoplados, que integraram aspectos hidrológicos, sociais ou de uso da terra, foram observados em 7 estudos, refletindo uma tendência recente de capturar interações complexas em sistemas socioambientais.

Métodos menos frequentes incluíram avaliações multicritério e índices compostos (n = 4), como MapES e InVEST, sugerindo espaço para expansão metodológica. Medições de

campo isoladas foram raras ($n = 1$), indicando lacuna relevante, sobretudo para calibração de modelos. Outros nove trabalhos foram classificados como “outros” pela diversidade de abordagens híbridas ou pouco descritas. A Tabela 1 sintetiza a frequência das diferentes abordagens metodológicas utilizadas nos estudos analisados.

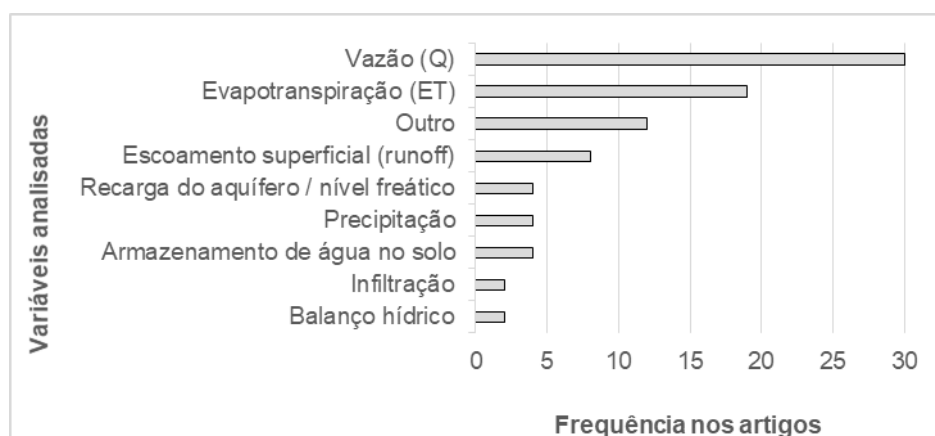
Tabela 1: Distribuição das abordagens metodológicas utilizadas para mensurar a provisão de água no Cerrado.



Fonte: Organizado pelos autores.

Quanto às variáveis utilizadas como indicadores da provisão de água, a vazão (Q) foi a mais recorrente ($n = 30$), seguida da evapotranspiração (ET) ($n = 19$) e do escoamento superficial (RUNOFF) ($n = 8$), como demonstra a Tabela 2. Outras variáveis menos frequentes incluíram precipitação, recarga do aquífero/nível freático, armazenamento de água no solo, infiltração e balanço hídrico, todas com até quatro ocorrências. A Tabela 2 apresenta a distribuição das variáveis-chave identificadas nos estudos, destacando aquelas mais utilizadas como proxies da disponibilidade hídrica.

Tabela 2: Principais indicadores hidrológicos utilizados na avaliação da provisão de água no Cerrado.



Fonte: Organizado pelos autores.

Essa predominância de indicadores superficiais reflete a facilidade de obtenção de dados via modelos hidrológicos e sensoriamento remoto, mas também aponta para menor atenção a processos subsuperficiais, como infiltração profunda e recarga de aquíferos, essenciais para a sustentabilidade hídrica no Cerrado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstrou que as pesquisas sobre provisão de água no Cerrado se concentram predominantemente em modelagens hidrológicas e climáticas, com foco em variáveis como vazão e evapotranspiração. Essa ênfase, embora relevante, revela lacunas importantes na investigação de processos subterrâneos e da dinâmica do solo. A ampliação da diversidade metodológica, com a incorporação de coletas empíricas e métricas subsuperficiais, mostra-se fundamental para sustentar estratégias mais eficazes de conservação e uso sustentável da água, especialmente frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pela intensificação do uso da terra.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) para o primeiro autor, processo nº 202410267000768.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- DENNY, D. M. T.; GRANZIERA, M. L. M.; GONÇALVES, A. F. Comitês de Bacia Hidrográfica: Governança e Efetividade na Gestão de Recursos Hídricos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 227–247, 2020.
- MELO, S. W. C. Desenvolvimento Rural no Cerrado, Desenvolvimento e Envolvimento das Famílias Agroextrativistas. **Guaju: Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 111–131, 2017.
- MOURA, D. M. B. de; DE OLIVEIRA, I. J. Mapeamento da Favorabilidade Hídrica na Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, como Subsídio às Políticas de Segurança Hídrica de Goiânia (GO). **Revista Geográfica Acadêmica**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 136–162, 2024.

TRANSFORMAÇÕES NA AGROPECUÁRIA E NO USO DA TERRA EM FORMOSO (MG) ENTRE 1990 E 2023

Leticia Tondato Arantes¹; Arthur Pereira dos Santos²; Alessandro Xavier da Silva Junior³; Darllan Collins da Cunha e Silva⁴.

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1169961640150212>

²Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/4312522940689041>

³Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/6761981647525186>

⁴Universidade Estadual Paulista (UNESP), Sorocaba, São Paulo. <http://lattes.cnpq.br/1323110670876692>

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnologias. Cerrado Mineiro. MapBiomas.

ÁREA TEMÁTICA: Outros

INTRODUÇÃO

A análise das mudanças no uso e cobertura da terra é essencial para compreender as transformações ambientais, econômicas e sociais em regiões agrícolas, especialmente no contexto brasileiro, onde a agropecuária exerce papel central na economia e na modificação da paisagem. A intensificação da produção agropecuária, aliada à expansão das fronteiras agrícolas, tem resultado em distintas alterações nos ecossistemas (Lahsen et al., 2016; Arantes et al., 2021).

Essas mudanças são especialmente relevantes no Cerrado, segundo maior bioma brasileiro, reconhecido por sua importância ecológica e, ao mesmo tempo, por ser um dos principais polos de produção agropecuária do país (Strassburg et al., 2017). A fronteira agrícola avançou sobre extensas áreas de vegetação nativa nas últimas décadas, impulsionada por fatores como modernização tecnológica, aumento da demanda por commodities e políticas públicas voltadas ao agronegócio (Pires, 2020).

A compreensão das mudanças no uso e cobertura da terra exige a análise de séries históricas consistentes, capazes de representar, de forma contínua e comparável, as transformações ocorridas ao longo do tempo. Nesse contexto, o uso de imagens de satélite, aliado a técnicas de sensoriamento remoto e mapeamento sistemático, possibilita o monitoramento multitemporal de grandes extensões territoriais. Essas ferramentas permitem identificar padrões de conversão de vegetação nativa para usos agropecuários, bem como processos de intensificação produtiva, oferecendo subsídios técnicos essenciais para o planejamento territorial sustentável e para a formulação de políticas públicas voltadas à conservação ambiental e ao uso racional dos recursos naturais.

OBJETIVO

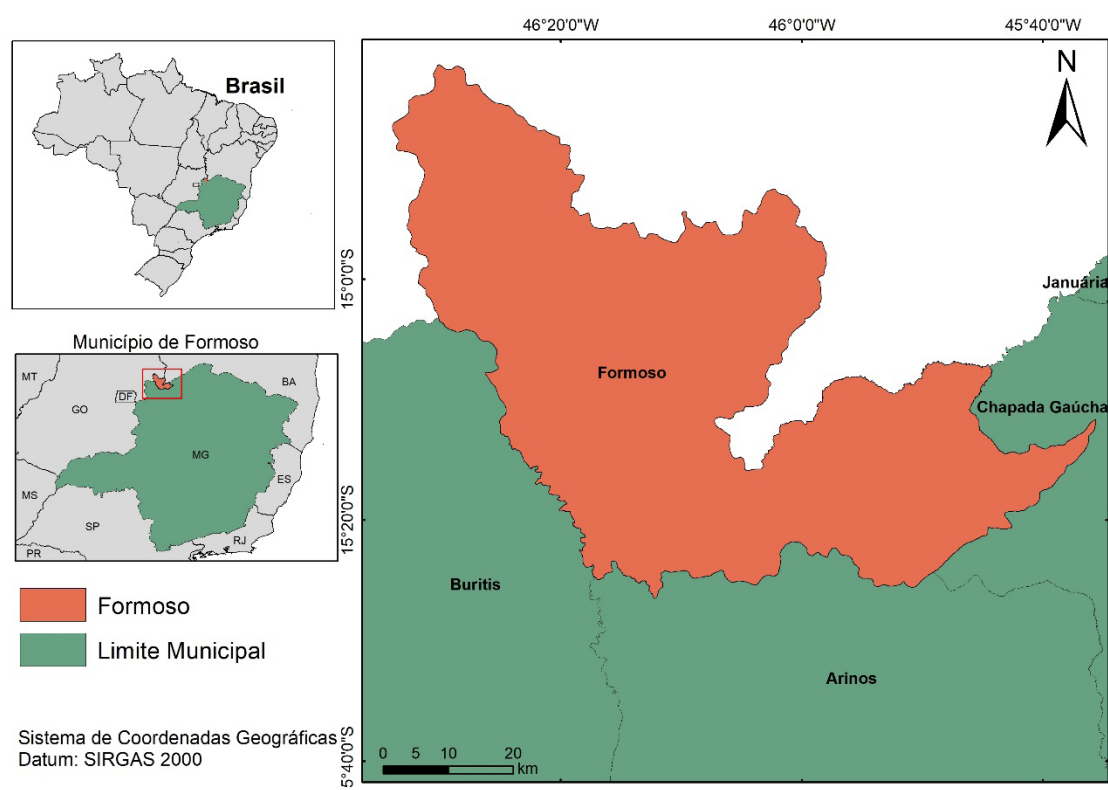
Analisar a evolução das classes de uso e cobertura da terra no município de Formoso (MG), no período de 1990 a 2023, a partir de dados do MapBiomas, visando identificar padrões espaço-temporais de transformação e suas implicações.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de Formoso, na Mesorregião do Noroeste de Minas Gerais, com área aproximada de 3.686 km² (Figura 1). A economia local tem forte base na agropecuária, seguida pelos setores de serviços, administração pública e indústria (IBGE, 2024).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Os Autores (2025).

Base de Dados e Procedimentos de Análise

Foram utilizados dados da Coleção 9 do MapBiomas, recortados para os limites do município, abrangendo as classes originais de uso e cobertura da terra no período de 1990 a 2023. As classes foram agrupadas em três categorias: Agropecuária (pastagem, agricultura e silvicultura), Vegetação Nativa (formações florestais, savânicas, campestres e

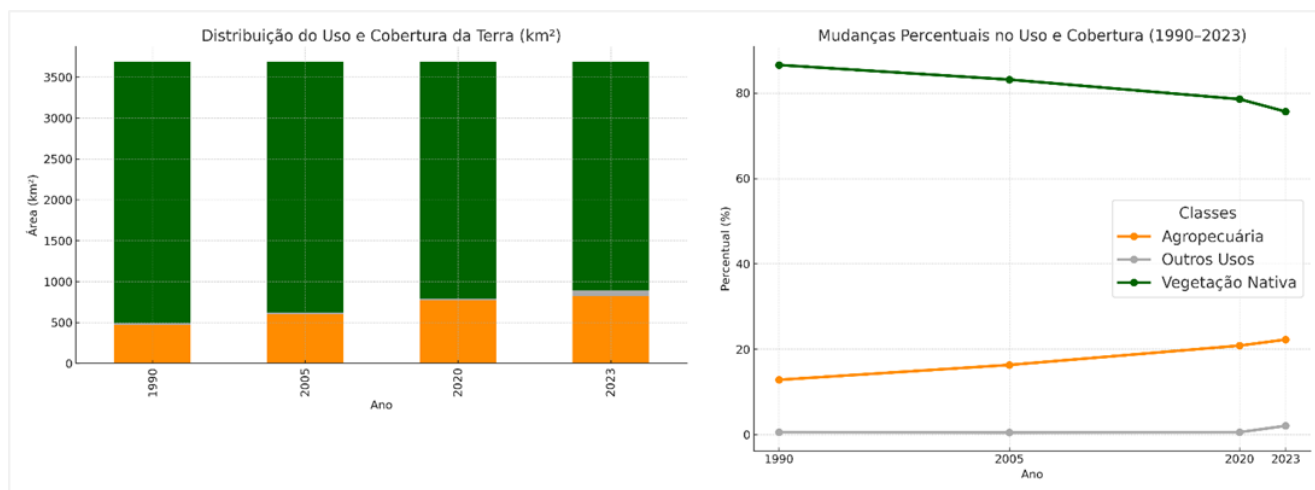
campos alagados) e Outros Usos (áreas urbanizadas, mineração, corpos d'água e outras áreas não vegetadas).

Os dados foram processados e representados graficamente utilizando a biblioteca Matplotlib. As áreas anuais de cada classe de uso do solo foram ajustadas de forma proporcional, de modo que a soma correspondesse à área do município. Esse procedimento assegurou a comparabilidade temporal e a consistência dos valores ao longo de toda a série histórica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados de uso e cobertura da terra obtidos evidenciou mudanças expressivas na configuração territorial de Formoso ao longo do período de 1990 a 2023. Em 1990, a vegetação nativa (soma das formações florestais, savânicas e campestres) correspondia a aproximadamente 81,8% do território municipal, enquanto a agropecuária (pastagens e culturas agrícolas) ocupava cerca de 13,8%. Já em 2023, a vegetação nativa reduziu-se para 73,0%, e a agropecuária expandiu-se para 21,8% da área total do município (Figura 2).

Figura 2: Distribuição e mudanças percentuais no uso e cobertura da terra em Formoso por classes, no período de 1990 a 2023.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do MapBiomass – Coleção 9.0 (2024).

O avanço da agropecuária foi sustentado principalmente pela expansão das áreas de pastagem e pelo crescimento significativo das lavouras temporárias, especialmente a soja, cuja presença aumentou de 65,6 km² em 1990 para 350,9 km² em 2023. Este processo foi acompanhado pela redução das formações campestres e savânicas, indicando conversão direta dessas áreas para uso produtivo. Já a categoria “outros usos”, o qual inclui áreas urbanizadas, mineração, corpos d'água e afloramentos rochosos manteve participação

reduzida no total, variando de 4,4% em 1990 para 5,2% em 2023, refletindo crescimento urbano modesto e a presença de atividades extrativas pontuais.

Essas mudanças sugerem que o município segue a tendência observada em diversas regiões do Cerrado, onde a expansão agrícola ocorre em paralelo à diminuição de ecossistemas nativos (MMA, 2023; Santos et al., 2024; Arantes et al., 2025). Tal dinâmica traz desafios para a conservação ambiental e para o equilíbrio entre produção agropecuária e preservação da biodiversidade. A conversão de vegetação nativa para pastagens e agricultura, embora represente ganhos econômicos, está associada a impactos ambientais como a fragmentação de habitats e a redução da capacidade de regulação hídrica.

Adicionalmente, a trajetória observada em Formoso indica um processo de intensificação da produção agropecuária, que tende a se consolidar nos próximos anos, impulsionado pela adoção de tecnologias de mecanização e cultivo em larga escala. Embora essa modernização possa contribuir para o aumento da produtividade, ela também reforça a necessidade de políticas públicas voltadas à restauração de áreas degradadas, ao manejo sustentável das pastagens e à criação de corredores ecológicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As transformações no uso e cobertura da terra em Formoso (MG) nas últimas três décadas indicam uma tendência de intensificação produtiva, com impactos diretos sobre a configuração territorial. Diante desse cenário, o município tem a oportunidade de avançar em estratégias que aliem competitividade agrícola e gestão ambiental, adotando tecnologias de produção sustentável e fortalecendo o planejamento territorial. Manter o monitoramento sistemático dessas mudanças é fundamental para orientar políticas locais e garantir o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação do Cerrado.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

- Arantes, L. T. et al. (2021). **Surface runoff associated with climate change and land use and land cover in southeast region of Brazil**. Environmental Challenges, 3.
- Arantes, L. T. et al. (2025). **Transformações espaciais e ambientais no uso da terra em João Pinheiro (MG): Dinâmicas e implicações para o Bioma Cerrado entre 1990 e 2020**. Cuyonomics – Investigaciones en Economía Regional, 9(15), 113-134.
- IBGE. **Formoso (MG)**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/formoso.html>. Acesso em: 11 ago. 2025.
- Lahsen, M. (2016). **Desvalorizando e superexplorando o Cerrado brasileiro em nosso perigo**. Meio ambiente: ciência e política para o desenvolvimento sustentável, 58 (6), 4-15.
- MapBiomas. (2024). Projeto MapBiomas – Coleção 9.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil (1985–2023). Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org/>.

Acesso em: 8 ago. 2025.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Relatório Anual de Desmatamento no Brasil – SAD Cerrado 2023**. Brasília, DF: MMA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma>. Acesso em: 11 ago. 2025.

Pirês, M. O (2020). '**Cerrado**', old and new agricultural frontiers. *Brazilian Political Science Review*, São Paulo, 14(1), 1-28.

Santos, A. P. et al. (2024). **Avaliação da expansão agropecuária como forma de indicador de degradação ambiental na mesorregião Noroeste do estado de Minas Gerais, Brasil**. *GeoFocus*, 33, 7-26.

Strassburg, B. B. N. et al. (2017). **Moment of truth for the Cerrado hotspot**. *Nature Ecology & Evolution*, 1 (99), 1–3.

PERSPECTIVA DO REÚSO DE UM EFLUENTE ORIUNDO DA ETE DE UMA USINA NUCLEAR NA IRRIGAÇÃO DE PLANTAS BIOINDICADORAS DE RADIAÇÃO

José Clementino da Silva Filho¹.

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, Rio de Janeiro.

DOI: 10.47094/IICOBRAP.2025.RE/1

PALAVRAS-CHAVE: Ambiental. Esgoto. Rejeito.

ÁREA TEMÁTICA: Outras

INTRODUÇÃO

A monitoração e o controle dos parâmetros ambientais em uma usina nuclear e no seu entorno é de fundamental importância na manutenção de suas atividades e na segurança das comunidades periféricas a ela.

Os rejeitos líquidos em uma indústria são oriundos principalmente dos processos industriais, das águas pluviais e da estação de tratamento de esgotos. Considerando que a água é um bem finito na natureza, é imprescindível que se promova a preservação e restauração deste recurso ambiental, e sua utilização racional e permanente, com o objetivo de manter o equilíbrio ecológico (BRASIL, 1981).

O efluente oriundo de uma ETE e descartado como rejeito no meio ambiente poderia ser utilizado como recurso hídrico a ser empregado como matéria-prima em outros processos relacionados à atividade da usina, proporcionando múltiplos usos para a água (BRASIL, 1997). A otimização do consumo de água em todos os seus ciclos dentro de uma usina nuclear, sobretudo no reúso de efluentes sanitários, ajuda na redução e no controle de perdas, estimula sua racionalização e fomenta a eficiência energética.

A irrigação de áreas verdes possibilita o desenvolvimento de plantas que podem ajudar na monitoração da radiação na área externa de usinas nucleares, tendo em vista que algumas plantas servem como indicadores radioativos, como a mostarda e o tabaco, e as flores da espécie *Tradescantia* (IBRAHIM et al, 2012).

OBJETIVO

O objetivo geral deste estudo é analisar os parâmetros de qualidade do efluente de uma Estação de Tratamento de Esgotos, com o objetivo de investigar a potencialidade ambiental do seu uso na irrigação de plantas que ajudam a monitorar a radiação do ambiente, considerando seus parâmetros físicos, químicos, biológicos, orgânicos e inorgânicos de qualidade da água.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado em uma Estação de Tratamento de Esgotos de uma usina nuclear situada no município de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro, ao longo do ano de 2023. A metodologia de pesquisa adotada neste trabalho pode ser classificada como uma pesquisa documental de natureza conceitual aplicada, segundo abordagem qualitativas, de objetivo exploratório, com lógica indutiva, de resultados aplicados e com coleta e processamento de dados secundários. Para a avaliação da qualidade dos parâmetros de irrigação foram considerados diversos indicadores ambientais, e em seguida comparados com os exigidos nas normas ambientais vigentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os padrões legais de descarte do efluente gerado nas estações de tratamento de esgoto são estabelecidos por um compilado de normas. As principais normas relativas ao descarte são a CONAMA 430, a CONEMA 90 (NOP45), e a CONEMA 93 (NOP48).

Os parâmetros pH, temperatura, sólidos sedimentáveis, materiais flutuantes, MBAS e óleos e graxas encontram-se com valores dentro da faixa especificada pela legislação ambiental no ano de 2023.

Os parâmetros DBO e sólidos suspensos permaneceram abaixo do limite determinado pela legislação vigente durante a maior parte do ano de 2023. Os valores só ultrapassaram o limite durante a parada para recarregamento do combustível nuclear – período em que a usina aumenta consideravelmente o número de colaboradores –, mas que encontra respaldo na legislação devido a alta taxa de eficiência de remoção da carga orgânica biodegradável na ETE (acima de 70%).

A monitoração dos parâmetros Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total não é obrigatória, mesmo sendo continuamente analisada de forma preventiva pelo laboratório externo contratado.

Com base nestes resultados, pode-se avaliar o seu reúso tendo como referência as principais normas nacionais de irrigação em áreas verdes. A norma NBR 13.969/1997 orienta o uso da água residual para irrigação de jardins, campos agrícolas e pastagens somente como água não potável, não recomendando o uso para irrigação de hortaliças e frutas de ramas rastejantes, mesmo desinfetado. A norma permite o uso de águas de classe 4, ou seja, aquelas que não requerem um tratamento adicional, para reúso em pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual, tendo o cuidado de interromper a irrigação pelo menos 10 dias antes da colheita.

Outra norma que lista os parâmetros a serem analisados na irrigação com efluentes é a Resolução CONAMA 503/2021, que inclui no seu texto os critérios para o reúso em sistemas de fertirrigação de efluentes oriundos de indústrias de alimentos, bebidas,

laticínios, frigoríficos e graxarias. Mesmo não havendo correlação com usinas nucleares, este documento foi incluído na comparação pelo fato de permitir a introdução diretamente no solo dos nutrientes ou quaisquer elementos químicos de interesse agrônomo contidos no efluente, onde não se contempla nas demais normas. Além dos critérios descritos na CONAMA 430/2011, a resolução trata de forma diferenciada alguns parâmetros de importância relacionados a adubação do solo, como fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio e alumínio. É autorizado o reúso de efluente estabilizado em quaisquer culturas para fins de pesquisa, bem como uso em solos para o cultivo de cortinas verdes, jardins e gramados. Porém, além do efluente, o solo também precisa ser monitorado com frequência.

Já o estado de São Paulo, através da Resolução Conjunta SES/SMA/SSRH nº 01, de 28 de junho de 2017, estabelece padrões mínimos para a utilização da água de reúso direto e não potável, para fins urbanos. Percebe-se que esta resolução se vale de parâmetros ligados principalmente a potabilidade da água, podendo se tornar mais abrangente de acordo com os múltiplos usos da água residual. Para uso em irrigação paisagística, que é aquela praticada na irrigação de parques, jardins, campos de esporte e de lazer urbanos ou áreas verdes em condomínios, cemitérios ou taludes de rodovias (não se incluindo a irrigação para usos agrícolas, pastoreio e florestais), foi admitido o seu uso com restrição severa (URS).

A norma NBR 16.783 também versa sobre a qualidade da água de reúso. Destinada para usos não potáveis em edificações, a norma apresenta padrões para utilização da água residual em diversas aplicações, inclusive na irrigação paisagística de parques, jardins, campos urbanos de esporte e lazer, e áreas verdes de qualquer espécie, excluindo a irrigação para fins agrícolas e/ou florestais.

Comparando os valores obtidos na ETE de uma usina nuclear com aqueles indicados nas legislações consideradas, conclui-se que os parâmetros temperatura, pH, sólidos sedimentáveis, materiais flutuantes, surfactantes, sólidos suspensos, óleos e graxas, nitrogênio total e fósforo total encontram-se dentro dos limites de todos os documentos técnicos analisados. O critério Fósforo Total apresenta valores limite em algumas normas para o descarte em ambientes lênticos e lóticos, porém não há menção para descarte no solo ou no mar. O dado Sólidos Sedimentáveis não é utilizado como indicador pelas publicações analisadas, que preferem o uso dos Sólidos Dissolvidos.

Já o parâmetro DBO encontra-se fora de todos os limites estipulados nos documentos analisados. Sua média anual é puxada para cima principalmente nos meses em que a usina realiza a parada para a troca do elemento combustível, onde a empresa mais do que dobra a sua quantidade de colaboradores, gerando assim um aumento substancial na quantidade de esgoto gerado e gerando uma sobrecarga na estação de tratamento de efluentes. Para a utilização no processo de irrigação de áreas verdes, é necessário que o efluente passe por tratamentos biológicos aeróbios adicionais, sobretudo nos meses de parada para reabastecimento, com vista a aumentar o tempo de exposição das bactérias

com a carga orgânica e reduzir o DBO do efluente.

A comparação entre os parâmetros analisados pela estação de tratamento de esgotos e aqueles requisitados pelas resoluções, normas e documentos técnicos considerados foi prejudicada pela ausência de diversas análises, que não fazem parte do rol dos parâmetros exigidos pela CONAMA 430/2011, CONEMA 90/2021 e CONEMA 93/2021. Variáveis como cor, espuma, contagem bacteriológica, coliformes termotolerantes (fecais, totais, E. Coli), ovos helmintos, condutividade elétrica, Razão de Adsorção de Sódio, cloro residual, cloretos, nitritos, nitratos, turbidez e DQO, dentre outros, possibilitaria uma comparação mais efetiva do estado real do efluente perante as exigências técnicas e legais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de fontes alternativas de água, como o reúso de efluentes provenientes de estações de tratamento de esgotos, apresenta-se como uma ferramenta muito valiosa para o enfrentamento da escassez hídrica no Brasil e no mundo. Verifica-se que a legislação de reúso de efluentes para fins agrícolas, florestais e paisagísticos não potáveis ainda é incipiente, principalmente devido à complexidade do tratamento e aos altos custos quando comparado ao abastecimento de água tradicional. Na ausência de legislação específica, buscam-se por normas correlatas. Com base na comparação com diversas normas e documentos técnicos relacionados ao tema, verificou-se que a água residual atendeu em parte aos critérios estabelecidos, tendo a necessidade de aprofundar o tratamento secundário e terciário deste efluente para o atendimento completo das especificações. Verificou-se também o carecimento de dados a respeito dos demais indicadores contemplados nas normas, que ajudariam a embasar os meios de tratamento, armazenamento, transporte, aplicação e destinação final dos efluentes reservados ao reúso. Por fim, percebe-se que a irrigação de plantas bioindicadoras de radiação com este efluente ajudaria na arborização de áreas livres e manteria um monitoramento mais eficiente da radiação emitida por uma usina nuclear.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 13969**. Rio de Janeiro. 60 p. 1997.

_____. **NBR 16783**. Rio de Janeiro. 19 p. 2019.

BRASIL. CONAMA. **Resolução Nº 430 de 13/05/2011 (Federal)**. DOU, Brasília, 16 mai. 2011.

_____. CONAMA. **Resolução CONAMA 503, de 14 de dezembro de 2021 (Federal)**. DOU, Brasília, 16 dez. 2021.

_____. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. DOU, Brasília, DF, 02 set. 1981, p. 1120.

_____. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. DOU, Brasília, DF, 09 jan. 1997, p. 470.

IBRAHIM, Rasli. et al. **Plants as warning signal for exposure to low dose radiation**. In: R&D Seminar 2012: Research and Development Seminar 2012, Bangi (Malásia), 26-28 set. 2012. p 1-9.

SÃO PAULO. **Resolução Conjunta SES/SMA/SSRH N° 01, de 28 de Junho de 2017**. DOE, São Paulo, 29 jun. 2017.



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 