VOLUME 1

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE:

uma abordagem interdisciplinar



ORGANIZADORA
Alyne Freire de Melo

Wissen editora
2026

VOLUME 1

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE:

uma abordagem interdisciplinar



ORGANIZADORA
Alyne Freire de Melo

Wissen Editora
2026

Alyne Freire de Melo
Organizadora

Educação Ambiental e Sustentabilidade: uma abordagem interdisciplinar

Volume 1

Wissen editora
Teresina-PI, 2026

©2026 *by* Wissen Editora
Copyright © Wissen Editora
Copyright do texto © 2026 Os autores
Copyright da edição © Wissen Editora
Todos os direitos reservados

Direitos para esta edição cedidos pelos autores à Wissen Editora.

Todo o conteúdo desta obra, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). A obra de acesso aberto (Open Access) está protegida por Lei, sob Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional, sendo permitido seu *download* e compartilhamento, desde que atribuído o crédito aos autores, sem alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editores Chefe: Dr. Junielson Soares da Silva
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Dra. Denise dos Santos Vila Verde
Dra. Adriana de Sousa Lima

Projeto Gráfico e Diagramação: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Imagem da Capa: Canva / Inteligência Artificial

Edição de Arte: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Revisão: Os autores
A Organizadora

Informações sobre a Editora
Wissen Editora
Homepage: www.editorawissen.com.br
Teresina – Piauí, Brasil
E-mail: wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:
@wisseneditora

EQUIPE EDITORIAL

Editores-chefes

Dr. Junielson Soares da Silva
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Dra. Denise dos Santos Vila Verde
Dra. Adriana de Sousa Lima

Equipe de arte e editoração

Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Me. Isaquiel de Moura Ribeiro Azevedo

CONSELHO EDITORIAL

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Dr. Felipe Górski - Secretaria de Educação do Paraná (SEED/PR)
Dra. Patrícia Pato dos Santos - Universidade Anhanguera (Uniderp)
Dr. José Carlos Guimarães Júnior - Governo do Distrito Federal (DF)

Ciências Biológicas e da Saúde

Dra. Francijara Araújo da Silva - Centro Universitário do Norte (Uninorte)
Dra. Rita di Cássia de Oliveira Ângelo - Universidade de Pernambuco (UPE)
Dra. Ana Isabelle de Gois Queiroz - Centro Universitário Ateneu (UniAteneu)

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Dr. Allan Douglas Bento da Costa - Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Dra. Vania Ribeiro Ferreira - Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Dr. Agmar José de Jesus Silva – Secretaria de Educação do Amazonas (Seduc/AM)

Linguística, Letras e Artes

Dra. Conceição Maria Alves de A. Guisardi - Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Dr. Danni Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Dr. Isael de Jesus Sena - Culture, Education, Formation, Travail (CIRCEFT)
Dra. Mareli Eliane Graupe - Universidade do Planalto Catarinense (Uniplac)
Dr. Rodrigo Avila Colla - Rede Municipal de Ensino de Esteio, RS
Dra. Erika Giacometti Rocha Berribili - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Dr. Douglas Manoel Antonio De Abreu P. Dos Santos - Universidade de São Paulo (USP)
Dra. Aline Luiza de Carvalho - Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG)
Dr. José Luiz Esteves - Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR)
Dr. Claudemir Ramos - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)
Dra. Daniela Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Dr. Wilson de Lima Brito Filho - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Dra. Cleonice Pereira do Nascimento Bittencourt- Universidade de Brasília (UnB)
Dr. Jonata Ferreira de Moura - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Dra. Renata dos Santos - Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Conselho Técnico Científico

Dr. Anderson de Souza Gallo - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
Dra. Antônia Alikaene de Sá - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Ma. Talita Benedcta Santos Künast - Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Dra. Irene Suelen de Araújo Gomes – Secretaria de Educação do Ceará (Seduc /CE)
Ma. Tamires Oliveira Gomes - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)
Ma. Aline Rocha Rodrigues - União Das Instituições De Serviços, Ensino E Pesquisa LTDA (UNISEPE)
Me. Mauricio Pavone Rodrigues - Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)
Esp. Rubens Barbosa Rezende – Faculdade UniFB
Me. Luciano Cabral Rios – Secretaria de Educação do Piauí (Seduc/PI)
Me. Jhenys Maiker Santos - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Dr. Francisco de Paula S. de Araújo Júnior – Instituto Federal da Bahia (IFBA)
Ma. Anna Karla Barros da Trindade - Instituto Federal do Piauí (IFPI)
Dra. Elaine Fernanda dos Santos - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Ma. Lilian Regina Araújo dos Santos - Universidade do Grande Rio (Unigranrio)
Dra. Luziane Said Cometti Lélis - Universidade Federal do Pará (UFPA)
Ma. Márcia Antônia Dias Catunda - Devry Brasil
Ma. Marcia Rebeca de Oliveira - Instituto Federal da Bahia (IFBA)
Ma. Mariana Morais Azevedo - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Dra. Marlova Giuliani Garcia - Instituto Federal Farroupilha (IFFar)
Ma. Rosana Maria dos Santos - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Ma. Rosana Wichineski de Lara de Souza - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Ma. Simone Ferreira Ângelo - Escola Família Agrícola de Belo Monte - MG
Ma. Suzel Lima da Silva - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Ma. Tatiana Seixas Machado Carpenter - Escola Parque
Me. Cássio Joaquim Gomes - Instituto Federal de Nova Andradina / Escola E. Manuel Romão
Me. Daniel Ordane da Costa Vale - Secretaria Municipal de Educação de Contagem
Me. Diego dos Santos Verri - Secretária da Educação do Rio Grande do Sul
Me. Fernando Gagno Júnior - SEMED - Guarapari/ES
Me. Grégory Alves Dionor - Universidade do Estado da Bahia (UNEB)/ Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Me. Lucas Pereira Gandra - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); UNOPAR, Polo Coxim/MS
Dr. Lucas Peres Guimarães – Secretaria Municipal de Educação de Barra Mansa - RJ
Dr. Luiz Otávio Rodrigues Mendes - Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Me. Mateus de Souza Duarte - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Me. Milton Carvalho de Sousa Júnior - Instituto Federal do Amazonas (IFAM)
Dr. Sebastião Rodrigues Moura - Instituto Federal de Educação do Pará (IFPA)
Dr. Wanderson Diogo A. da Silva - Universidade Estadual do Ceará (UECE)
Ma. Heloisa Fernanda Francisco Batista - Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Ma. Telma Regina Stroparo - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)
Dr. Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Educação Ambiental e Sustentabilidade: uma abordagem interdisciplinar

Volume 1

http://www.doi.org/10.52832/wed.216

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Educação ambiental e sustentabilidade [livro eletrônico]: uma abordagem interdisciplinar: volume 1 / organizadora Alyne Freire de Melo. -- Teresina, PI: Wissen Editora, 2026.
PDF

Vários autores.
ISBN 978-65-6219-008-3
DOI 10.52832/wed.216

1. Ecologia 2. Educação ambiental 3. Meio ambiente - Conservação 4. Sustentabilidade ambiental I. Melo, Alyne Freire de.

26-385245.0 CDD-304.2

Índices para catálogo sistemático:

1. Educação ambiental 304.2

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Informações sobre a Wissen Editora
Homepage: www.editorawissen.com.br
Teresina - Piauí, Brasil
E-mail: wisseneditora@gmail.com

Como citar ABNT: MELO, Alyne Freire de. **Educação Ambiental e Sustentabilidade: uma abordagem interdisciplinar.** v. 1, Teresina-PI: Wissen Editora, 2026. 328 p. DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.216

Teresina-PI, 2026

SOBRE A ORGANIZADORA

Alyne Freire de Melo



Possui graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas e Pedagogia. Especialização em Ensino de Biologia. Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí. Doutora em desenvolvimento e Meio Ambiente_ PRODEMA, pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), atuando nos temas de Etnobotânica em Comunidades Quilombolas no Interior do Maranhão. Tem experiência em ministração de biociências como Histologia, Embriologia, Genética, Biologia Celular e Molecular, Anatomia humana, entre outras. Docente de Programa de Formação de Professores atuando em diversas disciplinas e temas, principalmente em "Metodologias Ativas de Ensino". Atualmente, docente do Curso de Ciências Biológicas Licenciatura, da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

APRESENTAÇÃO

As questões ambientais contemporâneas, impõem à sociedade desafios cada vez mais complexos, que ultrapassam os limites das diferentes áreas do conhecimento e exigem novas formas de compreender e intervir na realidade. A degradação dos ecossistemas, a perda da biodiversidade, as alterações no uso e na ocupação do solo, o desmatamento, a poluição dos recursos hídricos, os problemas relacionados ao saneamento básico, a geração de resíduos sólidos e as diferentes formas de vulnerabilidade socioambiental constituem fenômenos associados, cujas causas e consequências estão profundamente relacionadas às formas como os seres humanos produzem, ocupam e transformam os territórios.

Nesse cenário, a Educação Ambiental apresenta-se, como um importante campo de formação, reflexão e transformação social, pois mais do que transmitir conhecimentos sobre o ambiente, educar ambientalmente significa favorecer a construção de valores, atitudes, conhecimentos e práticas capazes de contribuir para relações mais equilibradas entre sociedade e natureza. Significa, também, reconhecer que a sustentabilidade envolve dimensões ecológicas, sociais, culturais, econômicas, políticas e educacionais, que precisam ser compreendidas de maneira articulada e transdisciplinar.

E sob essa perspectiva que se insere o presente *e-book*, Educação Ambiental e Sustentabilidade: uma abordagem interdisciplinar, em seu primeiro volume, reúne estudos, experiências e reflexões voltados à compreensão das relações socioambientais em diferentes contextos. A obra nasce do reconhecimento de que a complexidade dos problemas ambientais e fomenta a aproximação entre diferentes campos do saber, entre conhecimentos científicos e saberes tradicionais e, sobretudo, da necessidade de aliar teoria e prática no contexto da sustentabilidade.

Os capítulos reunidos nesta coletânea percorrem diferentes territórios, sujeitos, ecossistemas e práticas educativas, compondo um mosaico de experiências que evidencia a amplitude da Educação Ambiental. Buscou-se apresentar uma

O Capítulo 1, volta-se à análise dos impactos das ações antrópicas, sobre os recursos hídricos. Ao abordar a vulnerabilidade de um ambiente específico, o capítulo chama atenção para os efeitos cumulativos das intervenções antrópicas e para a necessidade de estratégias de conservação que considerem as características e necessidades de cada território.

A dimensão territorial das questões ambientais é aprofundada no Capítulo 2, retratando a análise das transformações no uso e na ocupação do solo, permite compreender, como as intervenções humanas modificam as paisagens e interferem na dinâmica dos recursos hídricos. O

capítulo evidencia, portanto, a necessidade de integrar conhecimentos ambientais, territoriais e sociais na compreensão dos processos de transformação dos espaços.

No Capítulo 3, a discussão ambiental aproxima-se diretamente das condições de vida e da saúde da população. O saneamento básico constitui um dos elementos fundamentais para a qualidade ambiental e para a promoção da saúde coletiva. Ao abordar essa problemática em escala local, o capítulo evidencia que a sustentabilidade também depende da garantia de direitos e de condições adequadas de vida.

A relação entre Educação Ambiental e recursos aquáticos é objeto de estudo do Capítulo 4, onde a piscicultura é apresentada como possibilidade de articulação entre conhecimento científico, práticas produtivas e educação ambiental, especialmente a partir da discussão sobre qualidade da água e conservação dos ambientes aquáticos.

O Capítulo 5, estabelece uma interessante conexão temporal ao utilizar o conhecimento paleontológico como possibilidade de reflexão sobre a história da vida, as transformações ambientais e a responsabilidade da sociedade diante do futuro do planeta. Ao aproximar passado, presente e futuro, o capítulo demonstra que conhecer a história da Terra pode contribuir para ampliar a consciência sobre a necessidade de conservação ambiental.

O Capítulo 6, evidencia o potencial dos espaços naturais como ambientes educativos. As trilhas ecológicas, possibilitam experiências de contato direto com a natureza, favorecendo a observação, a sensibilização e a construção de conhecimentos a partir da experiência. A proposta reforça a importância de metodologias que ultrapassem os limites físicos da sala de aula e aproximem os estudantes das realidades ambientais de seus territórios.

Na mesma perspectiva de ampliação dos espaços de aprendizagem, o Capítulo 7, aborda diferentes formas pelas quais os sujeitos constroem conhecimentos e percepções sobre o ambiente, ao considerar tanto os espaços formais de educação quanto as experiências cotidianas e os conhecimentos construídos socialmente, o capítulo contribui para uma compreensão mais ampla dos processos de formação da consciência socioambiental.

O capítulo 8 direciona a discussão, para uma das principais problemáticas ambientais brasileiras: a supressão da vegetação. A experiência apresentada demonstra o papel da escola na sensibilização dos estudantes diante dos impactos provocados pelo desmatamento e na construção de atitudes voltadas à conservação dos recursos naturais. O Capítulo 9, destaca também o ambiente escolar e suas práticas pedagógicas, como espaço de construção de conhecimentos e sensibilização diante da problemática das queimadas.

Complementando essa perspectiva, no ambiente escolar, o Capítulo 10, apresenta a horta como espaço pedagógico para trabalhar temas relacionados à sustentabilidade, alimentação,

biodiversidade, cuidado com o solo e responsabilidade ambiental. A experiência demonstra como uma prática aparentemente simples pode articular conhecimentos científicos, participação coletiva e aprendizagem significativa.

A Saúde Ambiental é o objeto de estudo do Capítulo 11, no qual, estabelece uma importante articulação entre saúde, ambiente e educação. Ao identificar desafios relacionados à saúde ambiental, o capítulo reforça a necessidade de ações educativas capazes de reconhecer os fatores ambientais que interferem na qualidade de vida e de estimular estratégias de prevenção, participação e cuidado coletivo.

A problemática dos resíduos é tratada no Capítulo 12, fomentando uma discussão sobre gerenciamento de resíduos sólidos, e aproxima a Educação Ambiental, das práticas institucionais e da responsabilidade coletiva. O capítulo evidencia que a sustentabilidade exige mudanças não apenas nos comportamentos individuais, mas também nas formas de organização e gestão dos espaços educativos e sociais.

O Capítulo 13, amplia a discussão ao incorporar a dimensão social, cultural e política da sustentabilidade. A valorização do babaçu e dos conhecimentos associados às comunidades que dele dependem demonstra que a conservação ambiental não pode ser dissociada dos direitos, dos modos de vida e dos saberes tradicionais. Nesse sentido, o capítulo aproxima Educação Ambiental, sustentabilidade, justiça social e valorização cultural e "Saber tradicional".

A dimensão da diversidade e das relações étnico-raciais aparece no Capítulo 14, a abordagem dos autores, evidencia que processos educativos comprometidos com a formação integral precisam considerar a diversidade humana, a identidade e o reconhecimento das diferenças. A discussão amplia a concepção de Educação Ambiental ao relacioná-la à valorização dos sujeitos, das identidades e das relações socioculturais.

O Capítulo 15, apresenta outra experiência educativa fundamentada na relação entre teoria e prática. A integração entre vermicompostagem e horta escolar possibilita abordar questões relacionadas ao aproveitamento de resíduos orgânicos, à fertilidade do solo, à produção de alimentos e ao consumo responsável, constituindo uma experiência concreta de sustentabilidade no ambiente educativo.

O Capítulo 16, acrescenta à coletânea uma discussão fundamental sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. As abelhas nativas desempenham funções essenciais nos ecossistemas, especialmente relacionadas à polinização. Sua conservação envolve, portanto, não apenas a proteção de uma determinada fauna, mas a manutenção de processos ecológicos fundamentais para o equilíbrio ambiental.

Na sequência, o Capítulo 17, reforça a importância do conhecimento sobre a biodiversidade como estratégia para sua conservação. O registro de espécies nativas e ameaçadas contribui para ampliar o conhecimento sobre os recursos naturais presentes nos territórios e pode subsidiar ações de educação, conservação e planejamento ambiental.

O Capítulo 18, direciona o olhar para a biodiversidade vegetal e para os conhecimentos relacionados ao uso de plantas medicinais. A abordagem contribui para a valorização da flora local, para o reconhecimento da importância dos conhecimentos associados às espécies utilizadas pelas comunidades, estabelecendo diálogo entre conservação da biodiversidade e cultura.

Por fim, o Capítulo 19, a revisão de literatura trata da problemática dos recursos Resíduos agroindustriais, fomentando a importância da economia circular e orientando sobre o uso de materiais sustentáveis, oriundo desses resíduos.

A diversidade de temas abordados demonstra que a Educação Ambiental e Sustentabilidade, não se limita a uma única problemática ou a um determinado espaço educativo. Ela atravessa diferentes dimensões da vida social e pode ser construída em escolas, comunidades, universidades, áreas naturais, territórios tradicionais e espaços de produção e convivência.

Essa diversidade constitui uma das principais riquezas do *e-book*. Os estudos não apresentam uma única maneira de compreender ou praticar a Educação Ambiental no contexto da Sustentabilidade, ao contrário, revelam diferentes caminhos possíveis, construídos a partir das especificidades de cada território, comunidade, instituição e grupo social.

A sustentabilidade, nessa perspectiva, não deve ser compreendida apenas como conservação dos recursos naturais. Ela envolve a construção de relações mais equilibradas entre sociedade, economia, cultura e natureza, considerando os direitos das populações, a valorização dos territórios, a conservação da biodiversidade e a responsabilidade com as gerações presentes e futuras. Assim, este e-book pretende constituir-se como espaço de diálogo entre diferentes saberes e experiências, contribuindo para o fortalecimento da Educação Ambiental como campo de conhecimento, prática pedagógica e instrumento de transformação social.

Espera-se que os textos aqui reunidos possam inspirar novas pesquisas, práticas educativas, projetos interdisciplinares e ações de intervenção socioambiental, fortalecendo o compromisso coletivo com a conservação da natureza e com a construção de sociedades mais justas, conscientes e sustentáveis.

Alyne Freire de Melo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 20

VULNERABILIDADE DO RIACHO SÃO JOSÉ POR AÇÕES ANTRÓPICAS INFLUENCIANDO NA PERDA DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA 20

Carlos Augusto Silva de Azevedo 20

Maria Aparecida de Gois Almeida 20

Alyne Freire de Melo 20

DOI: 10.52832/wed.216.1262 20

CAPÍTULO 2 40

RIOS INVISÍVEIS: DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MARGEM ESQUERDA DO BAIXO RIO ANIL 40

Hugo de Andrade Sousa 40

Alyne Freire de Melo 40

DOI: 10.52832/wed.216.1263 40

CAPÍTULO 3 56

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO SANEAMENTO BÁSICO EM UNIÃO-PI 56

Janete Barros da Silva 56

Luís Gonzaga de Araújo Júnior 56

Gilson Viana Claudino Filho 56

Francisco das Chagas Silva Barros 56

Maria do Amparo de Moura Macêdo 56

Oskar de Almeida Silva 56

Santina Barbosa de Sousa 56

DOI: 10.52832/wed.216.1264 56

CAPÍTULO 4 78

A PSICULTURA COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: APRENDENDO SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA E SUSTENTABILIDADE 78

Janete Barros da Silva 78

Gilson Viana Claudino Filho 78

Luís Gonzaga de Araújo Júnior 78

Francisco das Chagas Silva Barros 78

Maria do Amparo de Moura Macêdo 78

Oskar de Almeida Silva 78

Santina Barbosa de Sousa 78

DOI: 10.52832/wed.216.1265 78

CAPÍTULO 5 102
DO PASSADO AO FUTURO: A PALEONTOLOGIA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL 102
Ana Beatriz Gomes Brito 102
José Nilson Cardoso dos Santos 102
Pedro Rafael Lopes Barbosa 102
Sara Graziela Costa de Sousa 102
Sérgio Kauan Lima dos Santos 102
Aciel Tavares Ribeiro 102
Edimar Campelo Araújo 102
Osiel César da Trindade Junior 102
DOI: 10.52832/wed.216.1266 102
CAPÍTULO 6 113
TRILHA ECOLÓGICA COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PERCEPÇÕES DISCENTES SOBRE O CERRADO E OS CURSOS D'ÁGUA 113
Joyce Caroline Alves de Oliveira 113
Milena Moreira dos Santos 113
Stephany Cristy Alves Quina 113
Thayson Cruz da Silva 113
Victor Gabriel Gomes Muniz 113
Aciel Tavares Ribeiro 113
Edimar Campelo Araújo 113
Osiel César da Trindade Junior 113
DOI: 10.52832/wed.216.1267 113
CAPÍTULO 7 126
FONTES FORMAIS E INFORMAIS DE APRENDIZAGEM AMBIENTAL E PERCEPÇÕES SOCIOAMBIENTAIS: ESTUDO COM ESTUDANTES DO IFMA CAMPUS CODÓ 126
Gabriela da Silva e Silva 126
Diuari Kevin de Araújo Guimarães 126
Jaine de Almeida Nascimento 126
Gilcivan Fernandes da Silva 126
Kailane Nascimento Guimarães 126
Maria Kaline Sousa Araújo 126
Aciel Tavares Ribeiro 126

Edimar Campelo Araújo 126
Osiel César da Trindade Junior 126
DOI: 10.52832/wed.216.1268 126
CAPÍTULO 8 137
EDUCAÇÃO AMBIENTAL: SENSIBILIZAÇÃO PARA O COMBATE AO DESMATAMENTO COM ALUNOS EM ESCOLA DO ENSINO FUNDAMENTAL EM CAXIAS – MA 137
Carlos Augusto Silva de Azevedo 137
Breno Costa Sousa 137
DOI: 10.52832/wed.216.1269 137
CAPÍTULO 9 159
PRÁTICAS EDUCATIVAS NO AMBIENTE ESCOLAR: A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA DE CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE QUEIMADAS 159
Kauan da Conceição Araújo 159
João Marcelo da Silva Santos 159
Maria do Espírito Santo Moura da Silva 159
Luciana Alves da Luz Soares 159
Elmary da Costa Fraga 159
DOI: 10.52832/wed.216.1270 159
CAPÍTULO 10 176
A HORTA ESCOLAR COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: Contribuições para a conscientização ecológica dos alunos 176
Solange da Silva Costa 176
Alyne Freire de Melo 176
DOI: 10.52832/wed.216.1271 176
CAPÍTULO 11 192
IDENTIFICAÇÃO DE DESAFIOS RELACIONADOS A SAÚDE AMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM COMUNIDADES URBANAS 192
Adrize Medran Rangel 192
Maraiza Mendes Feijó 192
Lusiane Oliveira Souza 192
Larissa Silva Teixeira 192
Guilherme Gonçalves Wachholz 192
Gustavo Ferreira de Castro 192
Karina Pinto Carvalho 192

Kethlin Giovanna da Silva Ramos 192
Roberta Machado Karsburg 192
Eduarda Medran Rangel 192
DOI: 10.52832/wed.216.1272 192
CAPÍTULO 12 213
AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SEMANA ACADÊMICA: UM ESTUDO DE CASO 213
Karina Pinto Carvalho 213
Maraiza Mendes Feijó 213
Lusiane Oliveira Souza 213
Larissa Silva Teixeira 213
Guilherme Gonçalves Wachholz 213
Gustavo Ferreira de Castro 213
Kethlin Giovanna da Silva Ramos 213
Adrize Medran Rangel 213
Roberta Machado Karsburg 213
Eduarda Medran Rangel 213
DOI: 10.52832/wed.216.1273 213
CAPÍTULO 13 226
LEI DO BABAÇU LIVRE: CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE E VALORIZAÇÃO DOS SABERES TRADICIONAIS 226
Katiane Alencar Falcão 226
Alyne Freire de Melo 226
DOI: 10.52832/wed.216.1274 226
CAPÍTULO 14 239
JABOTICABA, TEU OLHAR NOTURNO: A IDENTIDADE ÉTNICO-RACIAL DO FENÓTIPO EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO NO CEARÁ 239
Irene Suelen de Araújo Gomes 239
Cristina Arimatea de Araújo 239
Jéssica Maria Fontenele Pereira 239
Francisca Mikeline Nascimento da Silva 239
DOI: 10.52832/wed.216.1275 239
CAPÍTULO 15 252
RELATO DE EXPERIÊNCIA COM VERMICOMPOSTAGEM E HORTA NA ESCOLA NO INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE CAMPUS CAMAQUÃ (RS) 252

Luciana Rodrigues Nogueira 252
Claudiani Jaskulski 252
Douglas Pinho De Ávila 252
Maria Eduarda De Souza Sábio [4] 252
Raiane Da Cunha Perez 252
Rafaela Bachaus Centeno 252
Julia De Moura Bortowski 252
Fabio Bubolz Jeske 252
DOI: 10.52832/wed.216.1276 252
CAPÍTULO 16 264
DIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO (MELIPONÍNEOS) EM COMUNIDADES RURAIS DE PIO IX, PIAUÍ, BRASIL 264
Mariana de Nazaré Fortaleza 264
Alane Borges Rodrigues 264
Elizângela Nascimento de Sousa 264
Lucilânia Rodrigues Carvalho 264
Márcia de Barros Nogueira Sousa 264
Janete Barros da Silva 264
Santina Barbosa de Sousa 264
Ana Paula dos Santos Correia Lima da Silva 264
Maria do Amparo de Moura Macêdo 264
DOI: 10.52832/wed.216.1277 264
CAPÍTULO 17 279
CONSERVAÇÃO DA FLORA DA CAATINGA: REGISTRO DE ESPÉCIES NATIVAS E AMEAÇADAS NA COMUNIDADE FORMIGA, SIMPLÍCIO MENDES, PIAUÍ, BRASIL 279
Lucilânia Rodrigues Carvalho 279
Alane Borges Rodrigues 279
Elizângela Nascimento de Sousa 279
Mariana de Nazaré Fortaleza 279
Márcia de Barros Nogueira Sousa 279
Janete Barros da Silva 279
Santina Barbosa de Sousa 279
Ana Paula dos Santos Correia Lima da Silva 279

Maria do Amparo de Moura Macêdo 279
DOI: 10.52832/wed.216.1278 279
CAPÍTULO 18 293
DIVERSIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS EM ÁREAS DE CAATINGA NO MUNICÍPIO DE INHUMA – PI, BRASIL 293
Elizângela Nascimento de Sousa 293
Alane Borges Rodrigues 293
Lucilânia Rodrigues Carvalho 293
Mariana de Nazaré Fortaleza 293
Márcia de Barros Nogueira Sousa 293
Janete Barros da Silva 293
Santina Barbosa de Sousa 293
Ana Paula dos Santos Correia Lima da Silva 293
Maria do Amparo de Moura Macêdo 293
DOI: 10.52832/wed.216.1279 293
CAPÍTULO 19 315
VALORIZAÇÃO DA CINZA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CONTEXTO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: PROPRIEDADES, VARIABILIDADE E POTENCIAIS APLICAÇÕES 315
Manuela Mendes Souza 315
João Victor Piccini Veloso 315
Ricardo Bortoletto-Santos 315
Lisandro Simão 315
DOI: 10.52832/wed.216.1280 315

CAPÍTULO 1

VULNERABILIDADE DO RIACHO SÃO JOSÉ POR AÇÕES ANTRÓPICAS INFLUENCIANDO NA PERDA DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA

VULNERABILITY OF THE SÃO JOSÉ STREAM DUE TO ANTHROPOGENIC ACTIONS INFLUENCING THE LOSS OF BIOLOGICAL DIVERSITY

Carlos Augusto Silva de Azevedo
Doutor Ciências Biológicas/Entomologia, Universidade Estadual do Maranhão/Campus Caxias, Docente do Departamento de Química e Biologia (UEMA, discente Especialização em Sustentabilidade (UEMANET), Caxias-MA, Brasil

Maria Aparecida de Gois Almeida
Mestra em Biodiversidade, Ambiente e Saúde pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias, MA, Brasil

Alyne Freire de Melo
Licenciada em Ciências Biológicas e Pedagogia. Especialista em Metodologia do Ensino de Biologia. Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí, Docente do Centro de Estudos Superiores de Coelho Neto (CESCN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Coelho Neto - MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1262



Resumo: O riacho São José vem sofrendo sérios danos devido ações antrópicas como: desmatamento, queimadas, assoreamento, dejetos e efluentes orgânicos, lixos domiciliares carreados pelas chuvas e uso irracional do solo entre outros, que estão provocando a perda da diversidade biológica. É fundamental se conhecer esses impactos, visto que os riachos são fortemente vulneráveis aos impactos em função do seu volume, sua relação com a vegetação ripária e a perda da biodiversidade, posto que muitos dos organismos são sensíveis a poluição e a redução da integridade do habitat. Portanto o estudo objetiva analisar os impactos das ações antrópicas e das mudanças no uso e ocupação do solo sobre a vulnerabilidade ambiental dos riachos São José, com foco na perda da diversidade biológica. O riacho São José pode ser classificado como um ambiente de integridade intermediária a degradada, apresentando valores estimados entre 0,3 e 0,5 o que indica um ecossistema impactado, com provável redução de organismos sensíveis e predominância de espécies tolerantes às alterações ambientais e com um comprometimento ecológico do sistema hídrico, evidenciando a necessidade de implementação de medidas de recuperação ambiental, sobretudo relacionadas à recomposição da vegetação ciliar e ao controle das fontes de degradação antrópica.

Palavras-chave: Impactos Ambientais. Recursos hídricos. IIA. Perda de integridade. Recursos hídricos.

Abstract: The São José stream has been suffering serious damage due to anthropogenic actions such as deforestation, fires, siltation, organic waste and effluents, household waste carried by rain, and irrational land use, among others, which are causing the loss of biological diversity. Understanding these impacts is fundamental, since streams are highly vulnerable to these impacts due to their volume, their relationship with riparian vegetation, integrity. Therefore, this study aims to analyze the impacts of anthropogenic actions and changes in land use and occupation on the environmental vulnerability of the São José streams, focusing on the loss of biological diversity. The São José stream can be classified as an environment with intermediate to degraded integrity, presenting estimated values between 0.3 and 0,5 which indicates an impacted ecosystem, with a probable reduction in sensitive organisms and a predominance of species tolerant to environmental changes, and with an ecological compromise of the water system, highlighting the need to implement environmental recovery measures, especially related to the restoration of riparian vegetation and the control of anthropogenic degradation sources.

Keywords: Environmental impact. Water resources. IIA.. Loss of integrity. Water resources.

1 INTRODUÇÃO

Nos ecossistemas aquáticos macroinvertebrados como insetos aquáticos são organismos representantes da diversidade biológica presentes em ambientes lóticos ou lênticos, em variados tipos de substratos e condições ambientais. São ecossistemas complexos e com grande variabilidade ambiental possibilitando a existência de elevada biodiversidade, extremamente especializada e cuja distribuição são determinadas pelas condições ambientais, gerando a ocorrência de táxons com distintos graus ecofisiológicas em um único gradiente ambiental (Benone *et al.,* 2017; Lynch *et al.,* 2023).

Nos ambientes aquáticos, alterações na cobertura vegetal nativa para atividades humanas, especialmente em grandes áreas, pode ocasionar mudanças ambientais profundas e severas, que

podem em diferentes escalas local à global, afetar os padrões de biodiversidade e prestação de serviços ecossistêmicos (Hassan *et al.,* 2020). A vegetação ripária nos ecossistemas aquáticos é fundamental para a manutenção e a integridade, serve como regulador térmico, proteção contra erosão, impede a retenção de sedimentos, fornece matéria orgânica, presença de micro-habitats para proteção, abrigo, alimentação de organismos (Petsch *et al.*, 2022). Tendo ainda fatores como pH, tipo de substrato, temperatura da água, concentração de oxigênio dissolvido, cobertura vegetal, que podem controlar a ocorrência de macroinvertebrados aquáticos (Allan *et al.,* 1997), como a perda da diversidade biológica (Monteles *et al.,* 2021).

O uso e a ocupação do solo e as ações antrópicas, marcada como qualquer forma de destinação, ocupação urbana ou agrícola ocasionada por plantios, criação de animais, silvicultura, represamento de água, exposição de solo ou outra intervenção humana podem causar alterações na configuração e cobertura do solo (Di Gregorio; Jansen, 2005), como provenientes do desenvolvimento socioeconômico, o aumento populacional e expansão demográfica (Lambin *et al.,* 2003) promovendo alterações na biodiversidade, de ordem climática e hidrológicas e modifica o ecossistema como entrada de fluxo de energia (alóctone/autóctone), que resulta geralmente na homogeneização dos habitats aquáticos (Hepp *et al.,* 2010, Huang *et al.*, 2019).

Atualmente, no contexto do monitoramento ambiental, destaca-se o Índice de Integridade Ambiental (IIA) proposto por Nessimian *et al.* (2008)e vem sendo amplamente aplicado em estudos no Brasil, inclusive no estado do Maranhão (Franco *et al.*, 2023; Sousa *et al.*, 2024). Esse índice se constitui uma ferramenta para avaliação da qualidade ambiental e os efeitos da mudança de paisagem dentro de um ecossistema. Esse índice considera múltiplas variáveis como: o uso da terra e da zona ribeirinha, tipo de leito, morfologia do canal, largura da mata ciliar, dispositivo de retenção, sedimento do canal, leito do rio, vegetação aquática, detritos entre outros (Nessimian *et al.*, 2008; Carvalho *et al.,* 2013).

No Leste Maranhense à rede hídrica é constituída de olhos d'água, nascentes, córregos, riachos, brejos, rios açudes, lagoas e lagos, inseridos dentro do bioma Cerrado. Esse bioma possui períodos de baixas pluviométricas que compromete a limitações hídricas, além de ações antrópicas, como a perda de cobertura vegetal, queimadas, uso de agrotóxicos, monoculturas, pecuária ocasionando perdas significativas na diversidade biológica dos organismos aquáticos (Leitão *et al.,* 2018; Nessimian *et al.,* 2008; Dala-Corte *et al.,* 2020), alterando a estrutura dos habitats, das características físico-químicas e ocasionando perda da biodiversidade (Miguel *et al.,* 2017). Portanto, alterações nos sistemas hídricos e a perda de diversidade biológica necessitam ser conhecidas para se verificar o quanto já se perdeu e poderá ser perdido ao longo dos anos, especial dos organismos aquáticos; com ênfase as ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) por serem considerados como bioindicadoras de qualidade ambiental (Merritt *et al.,* 2008).

No município de Caxias, a rede hídrica vem se modificando de forma rápida devido ações antrópicas como: desmatamento, queimadas, assoreamento, dejetos e efluentes orgânicos, lixos domiciliares carreados pelas chuvas e o uso irracional do solo, ocasionando perda da diversidade biológica. Esses ecossistemas são vulneráveis a esses impactos em função do seu volume hídrico e sua relação com a vegetação ripária (Dudgeon, 2010) e muitos dos organismos presentes serem sensíveis a poluição e a redução da integridade do habitat (Suriano *et al.,* 2010; Zeni *et al.,* 2017; Dala-Corte *et al.,* 2020).

Os riachos São José, Ponte, Balneário Veneza, Itapecuruzinho, Ouro, riacho dos Cocos, são importantes ecossistemas hídricos de pequeno porte que desempenham funções ecológicas cruciais, como manutenção da biodiversidade, regulação do microclima e recarga de aquíferos do Rio Itapecuru, na cidade de Caxias. No entanto, assoreamento, poluição e perda de cobertura vegetal nativa, têm impactado de forma direta a biodiversidade local (Silva; Conceição, 2011) Para isso, há uma necessidade de se realizar de forma rápida levantamentos quanto ao uso da terra, dos recursos hídricos, e da perda da diversidade biológica presentes nos ecossistemas aquáticos no Leste maranhense e no município de Caxias, antes que se perca sem o conhecimento pela ciência.

Diante dos problemas presentes nestes ecossistemas, busca-se a realização de pesquisa no riacho São José, pertencente a rede hídrica do município de Caxias, que vem sofrendo severas alterações antrópicas. Os dados obtidos poderão contribuir para auxiliar na tomada de decisões acerca da conservação dos ecossistemas aquáticos, impedir a diminuição da diversidade numérica de indivíduos aquáticos, verificar sua correlação com os desequilíbrios ambientais, investigar e elaborar possíveis medidas de mitigação e conservação, relacionadas a proteção dos recursos hídricos e a sustentabilidade.

Com base no exposto temos como problema de pesquisa: Como as ações antrópicas e as alterações no padrão de uso e ocupação do solo, têm contribuído para o aumento da vulnerabilidade ambiental dos riachos São José, e como esses impactos influenciam na perda da diversidade biológica nessas áreas? Temos como hipótese a ser confirmada: a. As ações antrópicas (como desmatamento, lançamento de efluentes, ocupação irregular e agricultura intensiva) estão diretamente relacionadas ao aumento da vulnerabilidade ambiental do riacho., b. A perda da vegetação ripária e a poluição hídrica têm provocado o declínio de espécies nativas e a homogeneização biológica.

O estudo possui como objetivo geral: Analisar os impactos das ações antrópicas e das mudanças no uso e ocupação do solo sobre a vulnerabilidade ambiental do riacho São José, com foco na perda da diversidade biológica. E como objetivos específicos: Identificar as principais atividades humanas nas áreas de influência do riacho São José como deposição de lixo doméstico,

hospitalar, esgotos, áreas de assoreamento, queimadas, retirada de mata ciliar etc.; verificar no local de estudo como a presença ou ausência de vegetação ripária infuencia na perda da diversidade e caracterizar o Riacho São José, utilizando o Indice de Integridade Ambiental (IIA) proposto por Nessimian *et al.* (2008).

Estratégias como a restauração de matas ciliares, implantação de sistemas de saneamento eficientes e o monitoramento biológico com o uso de organismos bioindicadores, são essenciais para mitigar os impactos da urbanização e promover a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos urbanos (Callisto *et al.,* 2001). Neste contexto, o estudo busca evidenciar lacunas no conhecimento acerca da diversidade dos insetos aquáticos, a integridade do riacho, a influencia as ações antrópicas na perda da diversidade biológica no riacho São José do município de Caxias (MA). Os dados obtidos poderão subsidiar ações de biomonitoramento da qualidade de água, conservação da biodiversidade aquática e formulação de políticas públicas voltadas à proteção e recuperação dos ambientes degradados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

O estudo trata-se de uma pesquisa de campo, de abordagem qualitativa e de natureza exploratória e descritiva. O estudo foi realizado no município de Caxias, localizado na região Leste Maranhense, tendo como área de estudo o riacho São José, inserido em área urbana e periurbana do referido município.

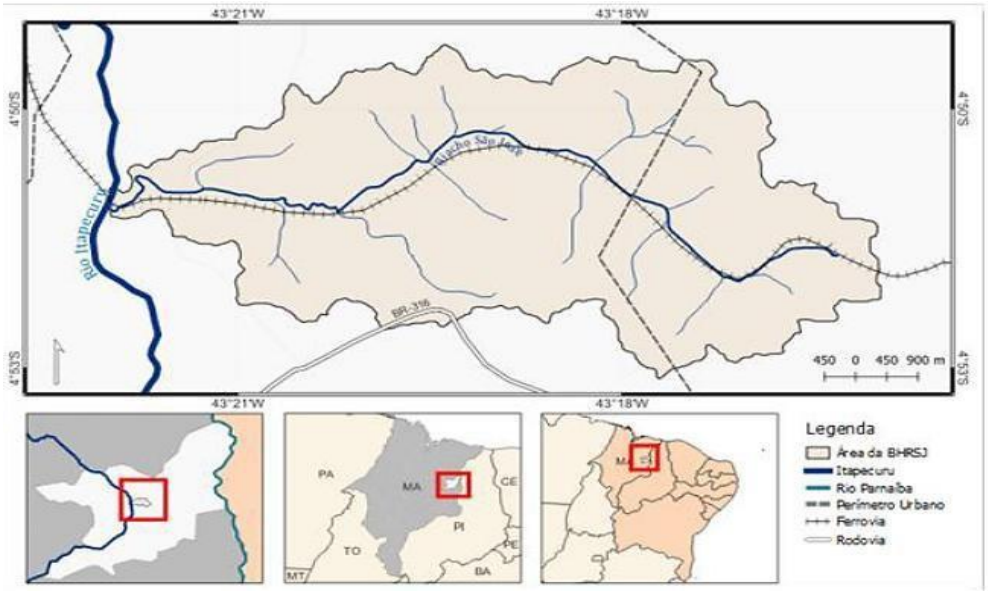
2.2 Área de Estudo e Público-alvo

A área de estudo compreende a Bacia Hidrográfica do Riacho São José (BHRSJ), situada no município de Caxias, Maranhão, com predominância na zona urbana (Figura 1). O município de Caxias situa-se entre as coordenadas 4º51'32" S e 43º21'2"W, possui aproximadamente 166.159 habitantes e densidade demográfica 31,94 hab/km² segundo IBGE (2023).

Caxias é classificada como uma cidade de médio porte e com intensa dinâmica socioespacial devido a implementação de conjuntos residenciais, crescimento populacional acelerado e atividades como a agricultura, monoculturas de soja, arroz, cana-de-açúcar, pastagens associadas à supressão da vegetação original, ocasionando perda de mata ciliar (Andrade *et al.* 2023). Estudo realizado por Honorato, Santos e Moraes (2020) evidenciam que entre os anos de 1988 e 2018, o município de Caxias sofreu intenso processo de crescimento urbano, construção de grandes residenciais, áreas vegetadas substituídas por residências e empreendimentos públicos e privados promovendo alterações geomorfológicas como a descaracterização dos canais naturais intensificando os

impactos sobre os ecossistemas aquáticos urbanos.

Figura 1 – Mapa de localização da bacia do Riacho São José.



Fonte. Adaptado de: Andrade *et al.* (2023).

A Bacia Hidrográfica do Riacho São José, possui aproximadamente 13 km de extensão, com nascentes localizadas fora do perímetro urbano do município de Caxias. Sua área de drenagem é estimada em cerca de 38 Km², com perímetro aproximada de 45 km. O riacho é um importante afluentes do rio Itapecuru, desaguando na localidade do Porto da Galiana, em Caxias. Segundo a classificação proposta por Strahler (1952), esta bacia hidrográfica possui 17 tributários de primeira ordem, três de segunda ordem e um de terceira ordem, com um contingente urbano ocupando aproximadamente 29% da sua área e em 11 bairros (Andrade *et al.*, 2021).

2.3 Metodologia da pesquisa

No estudo considerou-se quatro pontos do riacho considerando as condições ambientais das áreas investigadas. Durante a atividade de campo, ocorreu registros fotográficos de forma sistemática do local, para documentar as condições ambientais e os impactos existentes como: a presença de resíduos (domestico, hospitalar, industrial, comercial), lançamente de efluentes, assoreamento, supressão da mata ciliar. Esses registros subsidiaram as análises qualitativa e a descrição detalhada dos ambientes estudados.

Adicionalmente foi aplicado o Índice de Integridade Ambiental (IAA) conforma o protocolo de Nessimian *et al.* (2008), que contempla 12 atributos funcionais relacionados a estrutura e o funcionamento do ecossistema aquático. Dentre os atributos temos: o tipo de leito, a morfologia do canal, largura e conservação da mata ciliar, estruturas de retenção, composição de sedimentos,

leito do riacho entre outros (Nessimian *et al.* 2008; Carvalho *et al.* 2013).

2.4 Análise de dados

A caracterização do ambiente em estudo foi realizado com base no Índice de Integridade de Habitat (IIH) de Nessimian *et al.* (2008) e adotado posteriormente por Brasil *et al.* (2020), onde escores ≤ 6 são classificados como "alterados", e escores ≥ 7 considerados "preservados".

Os dados foram analisados de forma descritiva e interpretativa, buscando estabelecer relação entre o grau de integridade ambiental, os tipos de impactos antrópicos e a integridade ambiental. No processo a discussão buscou contemplar aspectos relacionados a degradação ambiental os efeitos nos insetos considerados indicadores de qualidade ambiental.

Foram considerados aspectos como instrumentos legais, as políticas públicas voltadas para a proteção dos recursos hídricos e sua aplicabilidade dentro do contexto local, a elaboração de recomendações voltadas à gestão ambiental e a conservação do riacho São José e reflexões sobre a conservação de riachos no ambiente urbano no leste maranhense

3 RESULTADOS

Ao longo do riacho São José evidência um conjunto de impactos ambientais, característicos de sistemas aquáticos inseridos em áreas urbanas e periurbanas e com fortes influencias de ações antrópicas. No estudo pode-se observar um sério comprometimento na qualidade ambiental, que se reflete em aspectos físico-químicos, biológicos e ambientais.

No primeiro ponto analisado, há a presença excessiva de resíduos sólidos constituídos de materiais plásticos, fios, garrafas PET retidos em estruturas naturais como raízes, pedaços de tijolos oriundos de construções, detritos depositados as margens e no leito do riacho, processos erosivos como exposição do solo e das raízes ocasionando instabilidade geomorfológica, o aumento da turbidez da água e alterações da morfologia do canal, retenção e transporte de sedimentos para o leito. É observado o assoreamento do leito do riacho com a redução da profundidade do canal devido a deposição de sedimentos finos acumulados, galhos, raízes expostas e matéria orgânica. A coloração turva e escurecida da água, sugere elevada concentração de matéria orgânica e de sedimentos em suspensão, possivelmente associados ao aporte de sedimentos e poluentes. No segundo ponto (Figura 2 A-B) observa-se a presença de vegetação ripária relativamente preservada, entretanto há elevado grau de degradação ambiental por deposição inadequada de resíduos sólidos. Há acúmulo expressivo de resíduos, constituídos majoritariamente por materiais plásticos, garrafas PET, embalagens e sacolas, como consequência, a contaminação

do solo por substâncias potencialmente tóxicas e a introdução de microplásticos que afetam os compartimentos abióticos, a biota local e a integridade ecológica do local. configurando um quadro de degradação difusa, associado à ausência ou ineficiência de gestão pública de resíduos e práticas inadequadas de descarte pela comunidade em geral.

Figura 2 A-B. Locais de deposição de resíduos domiciliares ao longo das margens do riacho São José na cidade de Caxias, MA.



Fonte: Azevedo, C.A.S. 2026.

Há evidência de degradação solo com sinais de compactação e presença de resíduos não biodegradáveis misturados a matéria orgânica em decomposição, contribuindo para redução da infiltração de água, alteram a dinâmica de nutrientes e comprometem os processos ecológicos fundamentais. A vegetação ripária embora presente, possui sinais de estresse ambiental, com acúmulo de resíduos dificultando a regeneração natural e favorecendo a substituição de espécies nativas por espécies oportunistas ou exóticas. Observa-se a lixiviação de compostos químicos provenientes dos resíduos sólidos, comprometendo a qualidade da água, favorecendo a eutrofização e a redução do oxigênio dissolvido.

No terceiro ponto (Figura 3) observa-se elevada alteração antrópica, com a presença de estrutura de drenagem em concreto associada à lançamentos direto de efluentes. A água de coloração escura e aspecto turvo, indicam potencial contaminação por matéria orgânica e poluentes e comprometimento da qualidade da água. A presença de tubo de drenagem sugere lançamento de efluentes possivelmente domésticos e pode reduzir a concentração de oxigênio dissolvido e intensificar o processo de eutrofização, impactando na biota aquática.

Verifica-se o acúmulo de resíduos sólidos e matéria orgânica no leito do riacho (folhas, galhos e sedimentos), reduzindo a capacidade de escoamento e aumentando riscos de alagamentos. Tem-se a deposição irregular de resíduos, ausência de cobertura vegetal contínua, em algumas áreas

com vegetação arbustiva e arbórea. Esses fatores caracterizam o ambiente como moderadamente a fortemente impactado, mesmo apresentando um potencial para a recuperação, especialmente pela presença da cobertura vegetal remanescente.

Figura 3 – Ponto de efluentes e escoamentos de dejetos residenciais no riacho São José.



Fonte: Azevedo, C.A.S. (2026).

No quatro ponto (Figura 4 A-B), observa-se forte influência antrópica, mas com certa resiliência ecológica. As margens possui a presença de mata ciliar, espécies arbustivas e arbóreas e vegetação introduzida como bananeiras, amêndoas, bambus e capins de corte, que contribuem para a proteção do solo, sombreamento do corpo hídrico e retenção de sedimentos. Contudo, a água possui coloração escura, indicando possível contaminação por matéria orgânica ou efluentes, comprometendo da qualidade físico-química do recurso hídrico e possível diminuição do oxigênio dissolvido impactando nas comunidades biológicas aquáticas.

Figura 4. A-B. Trecho do Riacho São José em área urbana com influência antrópica. A. Plantações de bananeira e plantações de capim. B. Amendoeira e blocos de construção no leito do riacho.



Fonte: Azevedo, C.A.S. (2026).

Quanto aos critérios estabelecidos por Nessimian *et al.*, (2008), para a avaliação do Índice de Integridade Ambiental (IIA), o riacho São José ao longo do seu trecho no perímetro urbano, evidenciam fortes alterações estruturais, tendo como principais fatores observados a redução ou ausência de vegetação ripária em determinados trechos, instabilidade das margens, indícios de assoreamento e elevada presença de interferências antrópicas, como resíduos sólidos domiciliares, hospitalares, entulhos de construções civil, presença de animais em decomposição comprometendo a heterogeneidade ambiental aquática e reduzindo a disponibilidade de micro-habitats essenciais à manutenção da biodiversidade.

Segundo a avaliação pelo IIA, o riacho São José pode ser classificado como um ambiente de integridade intermediária a degradada, com valores estimados entre 0,3 e 0,5, que indica um ecossistema significativamente impactado, com provável redução de organismos sensíveis e predominância de espécies tolerantes às alterações ambientais. Tais aspectos revelam um comprometimento do recurso hídrico e evidenciando a necessidade de recuperação ambiental, com ênfase na recomposição da vegetação ciliar, controle das fontes de poluição e adoção de práticas sustentáveis quanto ao uso e ocupação do solo as margens desse recurso hídrico

4 DISCUSSÃO

O Riacho São José, hoje apresenta um conjunto de impactos ambientais fortemente associados às alterações antrópicas, em se tratando dos trechos urbanos e periurbanos. A presença e acumulo de resíduos, plásticos depositados ao longo de suas margens e retidos em substratos como galhos e sedimentos, em grande parte oriundo do descarte inadequado de resíduos comprometem a qualidade da água, e podem liberar substâncias tóxicas durante sua decomposição e afetar de forma direta a biota aquática deste riacho (Tucci, 2008; Allan; Castillo, 2007).

A erosão das margens, evidenciando a exposição do solo, raízes e sedimentos acumulados no leito do riacho, está associada a degradação ou ausência de vegetação ripária, e segundo Tundisi & Tundisi (2010) favorece o processo de erosão e facilita no transporte de sedimentos para o leito do riacho, resultando no assoreamento, perda da qualidade ambiental aquática e alterações na morfologia do canal, como a redução do fluxo hídrico e ocasionando a simplificação estrutural do habitat (Allan; Castilho, 2007).

A perda da vegetação ripária afeta de forma direta as espécies como os insetos aquáticos (Garcia, 2019), onde o aporte de matéria orgânica particulada, a redução de folhiço, diminui a disponibilidade de alimento e podem ocasionar mudanças físicas, como a redução da profundidade e da velocidade da água, reduz os habitats e as assembleias de macroinvertebrados (Martins *et al.,* 2016; Cummins *et al.,* 1989. Garcia, 2019), visto que a biota aquática geralmente utilizam os

substratos principalmente raízes e folhas como proteção, abrigo, alimentação e reprodução (Allan, 2014).

A coloração turva da água em diversos trechos, sugere uma mudança na qualidade físico-química, possivelmente relacionadas ao aumento da turbidez e à presença de matéria orgânica em suspensão. Essas alterações podem levar à redução de oxigênio e comprometer todo um processo ecológico e comprometer a sobrevivência de diferentes organismos aquáticos, especialmente os mais sensíveis às mudanças ambientais como os Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera (ETPs). Esses fatores afetam diretamente a biodiversidade local.

A simplificação na estrutura do habitat, devido à baixa diversidade de micro-habitats (ex.: troncos, folhas e substratos variados), contribui para a diminuição da biodiversidade e da resiliência ecológica do sistema. Para Vannote *et al.* (1980), na Teoria do Rio Contínum, a integridade dos riachos de regiões temperadas depende da continuidade dos processos ecológicos ao longo do gradiente fluvial, sendo a vegetação ripária e a entrada de matéria orgânica fundamentais para a manutenção das cadeias tróficas.

4.1 A degradação e a biota aquática

Nos sistemas lóticos os insetos aquáticos contribuem para a degradação do material alóctone (Santos; Rodrigues, 2015) por participarem da liberação e transporte de nutrientes (Wallace; Webster, 1996) e tornarem os recursos disponíveis para outros níveis tróficos devido à conversão de matéria orgânica sendo importante elo entre recursos e teias alimentares (Uieda *et al.*, 2016), entretanto, qualquer alteração nas condições ótimas de habitat afetam de forma negativa a fauna de insetos aquáticos.

As condições atuais do riacho São José influenciam diretamente na composição e estrutura das comunidades aquáticos, especialmente os macroinvertebrados. A presença de sedimentos acumulados, resíduos sólidos e a degradação das margens indicam alterações nos micro-habitats e a estrutura das comunidades aquática, influenciando de forma direta na ocorrência de organismos sensíveis, tolerantes e resistentes à poluição. Dentre os organismos tolerantes à poluição temos a ordem Diptera (Chironomidae), Oliogochaeta, Hirudínea, Nematoda (Callisto *et al.,* 2001; Moreno; Callisto, 2005) em detrimento de grupos mais sensíveis como Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera (ETP) e outros grupos como Odonata, Hemiptera e Coleoptera que podem apresentar diferentes níveis de tolerância, considerados uteis para uma avaliação de qualidade ambiental (Allan; Castillo, 2007).

Os impactos observados, sugerem que as condições sejam desfavoráveis para os grupos mais sensíveis e resultando em uma baixa abundância ou ausência. Estudos mostram que certos grupos

Odonata, Hemiptera aquáticos (Gerromorpha e Nepomorpha) e Coleoptera, apresentam diferentes graus de sensibilidade às alterações ambientais, possuem maior capacidade de adaptação às condições adversas, incluindo alterações na concentração de oxigênio dissolvido, aumento da turbidez e elevada quantidade de matéria orgânica em decomposição (Rosenberg; Resh, 1993). Dessa forma, os impactos observados no Riacho São José refletem processos comuns em sistemas hídricos urbanos e necessitam de ações de manejo e conservação voltadas à recuperação e à melhoria da gestão ambiental dos recursos hídricos locais.

A presença ou ausência de vegetação ripária desempenha papel fundamental na manutenção da qualidade dos riachos, por contribuir na estabilização das margens, na redução de processo erosivo, regulação térmica da água e fornecimento de material alóctone ao ecossistema aquático (Vannote *et al.,* 1980). A supressão da vegetação ripária reduz a oferta de abrigo e recursos alimentares, contribui para a simplificação da comunidade biológica. Esses padrões são amplamente utilizados em estudos ecológicos e ambientais como indicadores da qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos, permiti verificar o grau de conservação ou degradação dos corpos d'água e buscar estratégias de manejo para a recuperação da biota e do ambiente local.

4.2 No contexto da Legislação Ambiental

O Brasil se caracteriza pela alta disponibilidade hídrica. Possuindo uma descarga média dos rios (km^3/ano), e destaca-se como o país mais rico do mundo e com cerca de 12% do total mundial da água doce existente e com mais de 90% do território nacional recebe chuvas entre 1.000 e 3.000 mm/ano (Carvalho *et al*., 2008).

O Riacho São José, evidencia a necessidade de adoção de medidas voltadas a conservação, recuperação ambiental e a fiscalização, com o objetivo de garantir a proteção dos recursos hídricos e da biodiversidade associada. No contexto da legislação ambiental a Constituição Federal no artigo 225 que coloca que todos temos o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial para à qualidade de vida e cabe ao poder público defender e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988), portanto cabe a todos o direito a preservar os ecossistemas aquáticos e sua biodiversidade.

O Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), estabelece que os cursos d'água naturais, devem possuir áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo de suas margens, cuja função é proteção dos recursos hídricos, prevenir processos erosivos, reduzir o assoreamento e conservar a biodiversidade (Brasil, 2012). Portanto, a recomposição da vegetação ripária contribui para estabilizar o solo, reduzir o carreamento de sedimentos e melhorar a qualidade da água. Devendo ser uma medida a ser adotada dentro das políticas públicas e da legislação ambiental.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), estabelece que a água é um bem público e que sua gestão deve assegurar o uso sustentável e a manutenção da sua qualidade (Brasil, 1997). Nesse sentido, ações de monitoramento contínuo da qualidade da água, o controle do lançamento de efluentes e a prevenção do descarte irregular de resíduos sólidos tornam-se fundamentais para a conservação do riacho. De forma complementar a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), estabelece a responsabilidade compartilhada pelo manejo adequado dos resíduos sólidos entre poder público, privado e sociedade, tornando necessário promover ações de gestão como coleta eficiente, destinação final adequada e programas de educação ambiental (Brasil, 2010).

A fiscalização ambiental, realizadas por órgãos competentes em nível municipal e estadual, papel é fundamental na identificação de fontes poluidoras, ocupações irregulares em APPs e outras atividades que comprometam a integridade do ecossistema aquático. Ao ser constatada irregularidades, ocorrer a aplicação de sanções administrativas previstas na Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), contribuindo para a inibição de práticas lesivas ao meio ambiente. No parágrafo 3º do artigo 225 da Constituição Federal, coloca que condutas lesivas ao meio ambiente sujeitam aos infratores a sanções penais e administrativas, além da obrigação de reparação aos danos causados (Brasil, 1988)

Para o incentivo a redução dos impactos ambientais é importante a implementação de programas de Educação Ambiental, que segundo o Artigo 255 da Constituição Federal e a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei No 9.795/1999), coloca a promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (Brasil, 1988, 1999), neste sentido a participação comunitária é fundamental para promover a conscientização sobre a conservação dos recursos naturais dentre eles os recursos hídricos.

Além das leis citadas temos o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Órgão Consultivo e Deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), criado pelo Artigo 6 , inciso II, da Lei 6.938/81 que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, responsável pela formulação de resoluções que representaram importantes instrumentos normativos para a gestão da qualidade dos recursos hídricos.

4.3 As Políticas Públicas Municipais na proteção dos recursos hídricos

As políticas públicas municipais possui papel estratégico na proteção e gestão sustentável dos recursos hídricos, especialmente em cursos d'água em áreas urbanas ou periurbanas. No âmbito municipal, diversas ações podem ser implementadas para redução dos impactos ambientais e conservação dos recursos hídricos, como o Plano Diretor e o Zoneamento Ambiental

considerados instrumentos orientadores para proteção ambiental, orientar o uso e ocupação do solo, delimitar áreas de proteção e garantir a preservação de Áreas de Preservação Permanente (APPs), conforme o Código Florestal Brasileiro.

No município a gestão de saneamento básico, abrangendo o serviço de abastecimento de água, a coleta e tratamento de resíduos, rede de drenagem urbana são essenciais. A ausência e a deficiências destes serviços, contribuem de forma efetiva para a degradação do recurso hídrico. Nesse contexto, implementar políticas alinhadas à Política Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) e à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) são essenciais para reduzir a poluição hídrica e melhorar as condições ambientais dos riachos urbanos.

Adicionalmente, a Secretárias de Meio Ambiente e Urbanismo, são fundamentais na implementação de programas voltados ao monitoramento ambiental e recuperação de áreas degradadas, reposição da vegetação ciliar nativa, controle da erosão, acompanhamento da qualidade da água do estado de conservação das margens e da biodiversidade aquática. O monitoramento contínuo para identificar fontes de poluição, orientar ações de gestão ambiental através de subsídios técnicos para a tomada de decisões baseadas em avaliação da eficácia das políticas públicas.

Portanto, as políticas públicas municipais e a participação social devem ser efetivadas por meios de programas educacionais e de gestão ambiental, envolvendo escolas, universidades, órgãos ambientais, organizações não governamentais, instituições de pesquisa, sociedade civil na conservação dos recursos hídricos.

4.4 Recomendações de gestão pública para a conservação do Riacho São José

Diante dos impactos observados no Riacho São José, recomenda-se a adoção de estratégias integradas de gestão ambiental e políticas públicas para a melhoria, conservação e manutenção da biodiversidade e das funções ecológicas dos ecossistemas aquáticos. Dentro desse processo, recomenda-se a recuperação da vegetação ripária por meio de programas de reflorestamento, visando a redução de processos erosivos e o assoreamento e melhoria da qualidade da água.

Implantação de sistemas eficientes de gestão de resíduos sólidos**,** instalações de pontos de coletas adequados para descarte, incentivo a reciclagem, fortalecimento das políticas de saneamento básico, implementação de sistemas de drenagem urbana sustentáveis e campanhas educativas são ações que promovam mudanças comportamentais na população. Neste aspecto, a promoção de campanhas educativas, mutirões de limpeza e projetos de ciência cidadã podem fortalecer a conscientização ambiental e incentivar práticas sustentáveis no uso e conservação dos recursos aquáticos.

Por fim, a criação de programas permanentes de monitoramento ambiental**,** voltados à

avaliação da qualidade da água, análises físico-químicas da água e estudos com organismos bioindicadores, como macroinvertebrados e insetos aquáticos, são fundamentais para avaliar o estado de conservação do ecossistema e orientar ações de manejo. Portanto, a integração entre planejamento urbano, gestão ambiental e participação social, constitui um elemento essencial participativo visando a implementação de políticas públicas eficazes na conservação do Riacho São José e de outros sistemas hídricos urbanos.

4.5 Implicações para a conservação dos riachos urbanos no leste maranhense

A situação observada no Riacho São José, reflete um cenário recorrente em diversos riachos urbanos no estado do Maranhão, onde a expansão urbana desordenada, o uso inadequado do solo e a ausência de planejamento ambiental têm contribuído para a degradação progressiva dos recursos hídricos. Esses ecossistemas desempenham papel fundamental na manutenção da biodiversidade regional, contribuírem para a recarga hídrica, regulação do microclima e manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais para a população humana (Tundisi; Tundisi, 2010; Tucci, 2008), portanto, conservar os recursos hídricos é fundamental.

O Índice de Integridade Ambiental (IIA) proposto por Nessimian *et al.* (2008) aplicado, evidencias dentro de suas métricas uma baixa integridade ambiental no Riacho São José, apresentando uma, instabilidade das margens, presença de assoreamento, leito arenoso em toda a sua extensão, poluição por resíduos sólidos, lançamento de efluentes, assoreamento, erosão marginal, supressão da mata ciliar. Esses fatores corroboram com estudos de Allan (2014) e Castro(2012) que afirmam que a integridade de ecossistemas aquáticos depende diretamente da conservação da vegetação ripária, por regular o aporte de matéria orgânica, sedimentos e energia no sistema. E que presença de resíduos sólidos fontes de poluição difusa intensificam o processo de degradação ambiental.

A pressão antrópica nos ambientes urbanos, frequentemente resulta em alterações na qualidade da água e na estrutura dos habitats aquáticos, comprometendo o funcionamento ecológico dos sistemas lóticos (Allan; Castillo, 2007). Entretanto, integridade ambiental dos riachos está diretamente associada à conservação da vegetação ripária e à manutenção das características naturais do canal. No entanto, atividades antrópicas como desmatamento das margens, lançamento de resíduos sólidos, expansão urbana desordenada e práticas agropecuárias próximas aos cursos d'água têm intensificado processos de erosão, assoreamento e aumento da turbidez da água desses ecossistemas (Tucci, 2008; Tundisi; Tundisi, 2010).

Alterações ambientais impactam diretamente na estrutura das comunidades biológicas

amplamente utilizados como bioindicadores da qualidade ambiental, uma vez que respondem rapidamente a mudanças nas condições físico-químicas da água e na estrutura do habitat (Buss; Baptista; Nessimian, 2003). Em ambientes degradados há predominância de organismos tolerantes ou resistentes à poluição, enquanto as espécies sensíveis tendem a desaparecer por haver a perda de integridade e qualidade ambiental devido a simplificação da estrutura das comunidades aquáticas.

Considerando que o Cerrado brasileiro, é um importante *hotspots* de biodiversidade do planeta, a conservação dos ecossistemas aquáticos assume uma importância cada vez maior pôr os ecossistemas aquáticos sustentam elevada diversidade de organismos aquáticos e fundamentais na manutenção da conectividade ecológica das paisagens (Myers *et al.,* 2000; Strassburg *et al*.., 2017). Portanto, cabe ações integradas para a implementação de estratégias integradas de conservação como recuperação de áreas degradadas, monitoramento ambiental contínuo, proteção das APPs, restauração da vegetação ripária, controle da poluição e monitoramento ambiental, fundamentais para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos, incluindo os presentes no Leste Maranhense.

A integração entre políticas públicas, instituições de pesquisa, universidades e comunidades locais, pode fortalecer ações de conservação e promover o uso sustentável dos recursos hídricos regionais. Estudos voltados ao monitoramento da biodiversidade aquática, especialmente insetos aquáticos e macroinvertebrados bentônicos, são fundamentais para fornecer informações do estado de conservação e subsidiar estratégias de gestão ambiental baseadas em evidências científicas (Allan; Castillo, 2007; Rosenberg; Resh, 1993).

Portanto, a conservação dos riachos urbanos no leste do Maranhão não apenas contribui para a proteção da biodiversidade aquática regional, mas representa uma estratégia essencial para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e a manutenção dos serviços ecossistêmicos fundamentais para as populações humanas e a sustentabilidade ambiental regional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que o Riacho São José possui sinais claros de degradação ambiental, associados principalmente às pressões antrópicas, decorrentes da ocupação urbana, o uso e ocupação inadequada do solo, supressão da mata ciliar em áreas urbanas e periurbanas. A presença de resíduos sólidos, processos erosivos, acumulo de sedimento no leito e a redução da mata ciliar é um cenário que compromete a qualidade ambiental e do recurso hídrico.

Observa-se uma reduzida heterogeneidade de habitats, alterações nas características físico-químicas da água comprometendo o funcionamento ecológico do riacho. Há uma diminuição da qualidade ambiental e possível redução da diversidade biológica, especialmente organismos sensíveis às alterações ambientais, como macroinvertebrados e insetos aquáticos que dependem de condições

adequadas para sua sobrevivência.

As alterações ambientais identificadas influenciam diretamente a composição e a diversidade das comunidades biológicas presentes no riacho, favorecendo organismos tolerantes ou resistentes às condições de perturbação ambiental, padrão frequentemente observado em riachos urbanos ou periurbanos submetidos a diferentes formas de pressão antrópica, resultando na simplificação das comunidades aquáticas perda de biodiversidade.

A avaliação da integridade ambiental, baseada nos critérios propostos por Nessimian *et al.* (2008), aponta que o riacho apresenta níveis entre intermediário e degradado, indicando comprometimento estrutural do habitat e influência significativa de impactos antrópicos. Esse diagnóstico reforça a urgência na adoção de medidas voltadas à recuperação ambiental, com destaque para a recomposição da vegetação ciliar e o controle das fontes de poluição, tanto pontuais quanto difusas. Dessa forma, ocorre a necessidade de adoção de estratégia de conservação e manejo ambiental incluindo a restauração do riacho, monitoramento da qualidade da água fortalecimento de políticas públicas de saneamento, drenagem,. aplicação efetiva da legislação ambiental, aliada a medidas de recuperação ecológica e gestão sustentável, para garantir a conservação da biodiversidade esse o sistema hídrico.

A participação ativa da população, atuando de forma efetiva na busca de uma sensibilização por meio da educação ambiental, de forma a preservar os recursos hídricos e a biodiversidade existente e s valorização destes ambientes. Destaca-se que a proteção e recuperação dos riachos urbanos do leste do Maranhão representam uma estratégia fundamental para a conservação da biodiversidade aquática e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos associados aos recursos hídricos, garantindo o bem-estar das populações humanas e a preservação dos sistemas naturais

Agradecimentos

Agradeço a orientação recebida pela Profa Dra. Alyne Freire de Melo, a Universidade Estadual do Maranhão e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. D. **Ecologia de riachos: estrutura e função de ecossistemas correntes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters.** 2. ed. Dordrecht: Springer, 2007.

ALLAN, J. D.; ERICKSON, D.L.; FAY, J. The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. **Freshwater Biology**, v. 37, p. 149-161, 1997.

ANDRADE, A. A. *et al*. Dinâmica multitemporal da cobertura vegetal da Sub-Bacia Hidrográfica do Riacho São José, Caxias (Maranhão). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**. v.4, n.1. 2023.

BENONE, N.L. *et al*. Regional controls on physical habitat structure of Amazon streams. **River Research and Applications**, v. 33, n. 5, p. 766–776, jun. 2017. https://doi.org/10.1002/rra.3137

BRASIL. Constituição de1988. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, 2016.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Código Florestal).

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação de qualidade de água de rios. **Caderno de. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 19(2):465-473, mar-abr, 2003.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, p. 71-82, 2001.

CARVALHO, F.G.; *et al*. Efeitos da retirada da vegetação marginal sobre a comunidade de Odonata. **Acta Limnologica Brasiliensia** 25(1):10–18. 2013.

CARVALHO, Y. M. C. *et al*. A legislação brasileira de recursos hídricos como instrumentalização à gestão compartilhada. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. 112-134. 2008.

CASTRO, P. T. C.; HUBER, M. T. F. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. CUMMINS, K.. *et al*. Shredders and riparian vegetation. **BioScience**, n. 39, p. 24-30, 1989.

DALA-CORTE, R. B. *et al*. Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the neotropical region**. Journal of Applied Ecology**, v. 57, n. 7, p. 1391–1402, 2020.

DI GREGORIO, A.; JANSEN, L. J. M. Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual. Environment and Natural Resources Service, GCP/RAF/287/ITA Africover - East Africa Project and Soil Resources, Management and Conservation Service. **Rome**: FAO, 1998. 157 p.

DUDGEON, D. Prospects for sustaining freshwater biodiversity in the 21st century: linking ecosystem structure and function. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 5, p. 422–430, 2010

FRANCO, C. L.; CUNHA, E. J. AZEVEDO, C. A. S. & MOREIRA, F. F. F. Effects of environmental factors and ecological integrity on semiaquatic bugs (Hemiptera: Heteroptera:

Gerromorpha) diversity in Cerrado streams. **Journal of Insect Conservation**. 2023. https://doi.org/10.1007/s10841-023-00514-7

GARCIA, T. **Influência da paisagem em ecossistema de riacho da Amazônia oriental**. 2019, 83p. Tese (Doutorado em Ecologia aquática e pesca). Universidade Federal do Pará,

HASAN, S. S. *et al.* Impact of land use change on ecosystem services: A review. **Environmental Development**, v. 34, p. 100527, Jun. 2020.

HEPP, L. U. et al. Effects of agricultural and urban impacts on macroinvertebrates assemblages in streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Zoologia,** v. 27, n. 1, p. 106–113. 2010. https://doi.org/10.1590/S1984-46702010000100016

HONORATO, A. W. B; SANTOS, L. A; MORAES, L. A. **Expansão urbana e seus impactos ambientais em Caxias (MA):** análise sobre os projetos de habitação de interesse social.

FAÇANHA, A. C; SILVA, C. C; DIAS, O. L. C. (Org.:). **Teresina e as cidades na região**. Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2020.

HUANG, C. et al. Land use/ cover change in the Three Gorges Reservoir area, China: reconciling the land use conflicts between development and protection. **Catena**, v. 175, p. 388–399, 2019. https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.01.002

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE 2023. Disponível em: https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J.; LEPERS, E. Dynamics of land-use and landcover change in tropical regions. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 28, p. 205–241, 2003.

LEITÃO, R. P. *et al.* Disentangling the pathways of land use impacts on the functional structure of fish assemblages in Amazon streams. **Ecography** (Cop) 41:219–232. 2018. doi: 10.1111/ecog.02845

LYNCH, A. J. *et al.* People need freshwater biodiversity**. WIREs Water**. Vol. 10, 3 e1633. 2023

MARTINS, R. T. *et al.* Effects of urbanization on stream benthic invertebrate communities in Central Amazon. **Ecological indicators**, v. 73, p. 480-491, 2016.

MERRITT. R.; CUMMINS, K. **An Introduction to The Aquatic Insects of North**. 5th edition. America. Journal of the North American Benthological Society. 2008.

MIGUEL, T.B. *et al.* A scientometric study of the order Odonata with special attention to Brazil. In **International Journal of Odonatology**. Vol. 20, Issue 1, pp. 27–42. 2017.

MONTELES, J. *et al.* Agriculture impacts benthic insects on multiple scales in the Eastern Amazon. **Biological Conservation**, v. 255, p. 108998, 2021.

MORENO, P.; CALLISTO, M. Indicadores ecológicos e a vida na lama. **Ciência Hoje**, v.213 p.68-71, 2005. MYERS, N. *et al* Biotiversity hotspots for conservation prioritieis. Nature. Vol.403:24. 853-858. Fev. 2000.

NESSIMIAN, J. L. *et al.* Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. **Hydrobiologia**, v. 614, n. 1, p. 117-131. 2008. https://doi.org/10.1007/s10750-008-9441-x

PETSCH, D. K. et al. Serviços ecossistêmicos fornecidos por ecossistemas de rios e planícies alimentares. **Hydrobiologia**, v. 850, p. 2563–2584, 2022. https://doi.org/10.1007/s10750- 022-04916-7

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993.

SOUSA, D.C.; VERAS, D.S.; AZEVEDO, C.A.S..; CUNHA, E.J. & JUEN, L. Efficiency in using genera and families of heteropteran for stream biomonitoring in the Cerrado Biome, Eastern Maranhão, Brazil. **Environ Monit Assess** (2024) 196:1278. https://doi.org/10.1007/s10661-024-13402-7

SILVA, D.J.; CONCEIÇÃO, G.M. Rio Itapecuru: Caracterização Geoambiental e Socioambiental, Município de Caxias, Maranhão, Brasil**. Scientia Plena**. 7, 012401. 2011.

STRAHLER, A. Dynamic Basis of Geomorphology. **Geological Society of America Bulletin**, 63, 923-938. 1952. http://dx.doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[923:DBOG]2.0.CO;2

STRASSBURG, B. B. N. *et al.*, monene of truth for the Carrado botspot. **Nature Ecology & Evolution**, 1, 0099 (2017) **|** Doi: 10.1038/s41559-017-0099| www.nature.com/natecolevol

SURIANO, M. T.; FONSECA-GESSNER, A. A.; ROQUE. F. O.; FROEHLICH, C.G. Choices of macroinvertebrate metrics to evaluate stream conditions in Atlantic Forest, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 175, p. 87–101, 2010.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 97–112, 2008. TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

VANNOTE, R. L. *et al.* The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,** Ottawa, v. 37, n. 1, p. 130–137, 1980.

ZENI, J. O.; HOEINGHAUS, D. J.; CASATTI, L. Effects of pasture conversion to sugarcane for biofuel production on stream fish assemblages in tropical agroecosystems. **Freshwater Biology,** p. 1–13, 2017.

CAPÍTULO 2

RIOS INVISÍVEIS: DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MARGEM ESQUERDA DO BAIXO RIO ANIL

INVISIBLE RIVERS: DYNAMICS OF LAND USE AND OCCUPATION ON THE LEFT BANK OF THE LOWER RIO ANIL

Hugo de Andrade Sousa
Licenciado em Geografia. Especialista em Sustentabilidade, Universidade Estadual do Marnhão (UEMA), São Luis-MA, Brasil

Alyne Freire de Melo
Licenciada em Ciências Biológicas e Pedagogia. Especialista em Metodologia do Ensino de Biologia. Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí, Docente do Centro de Estudos Superiores de Coelho Neto (CESCN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Coelho Neto - MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1263



Resumo: Análise dos problemas ambientais referentes à deposição de efluentes líquidos domésticos diretamente em afluentes na parte da margem esquerda do baixo Rio Anil, aterramento superficial, desmatamento da vegetação nativa, canalização interna, ocasionado à formação dos chamados rios invisíveis, decorrentes do processo de uso e ocupação do solo, na cidade de São Luís capital do Estado do Maranhão, entre os anos de 1955 e 2025 que correspondem ao surto de crescimento urbano da área estuda, associando-os em uma análise socioambiental e de dinâmica de sustentabilidade, bem como a intervenções antropogenéticas e políticas, no contexto da degradação ambiental espacial, geomorfologia urbana, hidrografia local e suas consequências para a sociedade.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Urbanização. Problemas Ambientais

Abstract: Analysis of environmental problems related to the direct discharge of domestic liquid effluents into tributaries on the left bank of the lower Anil River, surface landfilling, deforestation of native vegetation, and internal canalization, resulting in the formation of so-called "invisible rivers," stemming from land use and occupation processes in the city of São Luís, capital of the state of Maranhão, between 1955 and 2025, corresponding to the urban growth surge in the study area. These problems are associated with a socio-environmental and sustainability dynamics analysis, as well as anthropogenetic and political interventions, within the context of spatial environmental degradation, urban geomorphology, local hydrography, and their consequences for society.

Keywords: Sustainability. Urbanization. Environmental Problems.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças espaciais ocorridas nos ambientes urbanos resultam da necessidade inerente de utilização dos recursos naturais pelo homem, que na maioria das vezes não apresenta práticas de preservação, em outras palavras, a sociedade humana se estabelece em determinadas áreas e não desenvolve um uso racional dos bens disponíveis capaz de repor as características naturais da localidade. Numa visão mais tradicionalista, os recursos naturais como, a água, produtos agrícolas, peixes, ferro, são vistos como perpétuos e não apresentam uma preocupação conservacionista por grande parte da população, levando os elementos paisagísticos a perderem a sua identidade, acabando por tornarem-se escassos os recursos devido à degradação ambiental (Conti; Furlan, 1998).

Essa utilização dos recursos naturais é que caracteriza a dinâmica socioambiental, de uma maneira que as práticas culturais, econômicas e sociais se reproduzem através do processo de urbanização, relacionando as atividades humanas sobre o espaço. Dessa maneira, a rede hidrográfica urbana sofre diversas modificações importantes, ocasionadas por esse uso e ocupação modificando seus aspectos físicos e naturais como o caso dos chamados rios invisíveis.

Os rios invisíveis assim são chamados por conta do processo agressivo de uso e ocupação do solo que ao passar do tempo provoca um chamado aterramento e tubulação do

seu curso d'agua e de seus afluentes, aliado ao lançamento dos efluentes líquidos domésticos e industriais, provocando uma degradação ambiental vigente, atingindo o meio biótico local, além das chamadas enchentes, por conta da falta de vazão natural.

> Na atualidade, os modelos convencionais de saneamento e drenagem urbana se perpetuam no cenário de intervenções em fundos de vale. Ainda se predomina a canalização dos cursos de água em estruturas de concreto, canais fechados e margeados em ambos os lados por interceptores de esgotos sanitários, dando lugar a pistas para o trânsito de veículos. Tais intervenções desconfiguram a paisagem que poderia se harmonizar a partir de uma solução mais próxima do natural que, nessas circunstâncias, é totalmente abandonado com a alteração absoluta da estrutura física dos cursos d'água, mudando sua forma e removendo a vegetação do entorno. Além disso, as alternativas convencionais de intervenção nos rios urbanos — e mesmo a supressão de cursos d'água da paisagem — promovem o aumento da velocidade da água e dos picos de cheia, levando a sérios problemas de inundação. (WSTANE, 2013, p.44).

Em São Luís-MA, grande parte das categorias de habitações são caracterizadas pela forma de ocupação desordenada e com 265,1 mil familias em deficit habitacional (IMESC, 2022), com isso, desenvolvem-se diversos problemas ambientais relacionas em aspectos impostos pela urbanização, dentre eles os chamados rios invisíveis, antigos afluentes que abasteciam a rede hidrográfica principal e hoje integram a rede de efluentes líquidos locais. O processo de urbanização das áreas residenciais da margem esquerda do baixo rio anil caracteriza-se pela presença desse fenômeno onde ao longo dos anos não apresentou uma relação sustentável com o meio, somado a falta de políticas públicas eficazes para diminuírem os efeitos.

As modificações espaciais ocasionadas pelo uso e ocupação do solo na área aqui trabalhada tornam-se um aspecto relevante no estudo feito na área da Sustentabilidade, presumindo-se que a falta de sensibilidade e informação ambiental aliado ao contexto histórico de formação territorial das cidades brasileiras, levou a formação desse referido problema, haja vista a falta de um planejamento urbano capaz de resolver ou minimizar os impactos ambientais aqui trabalhado.

Dessa maneira, este estudo objetiva analisar os aspectos modificadores da região localizada à margem esquerda do baixo curso do rio Anil, enfatizando a formação dos rios invisíveis e sua consequência para o ambiente, bem como a necessidade que se tem de tornar esclarecedora a relação de utilização do meio pelo homem para suprir suas necessidades (físicas, econômicas, sociais e outras), a modificação do ambiente em função desses interesses, preservação das áreas ambientais e monitoramento das mesmas, foram os principais motivos para que fosse escolhido o determinado tema.

No caso da presente pesquisa, as transformações antropogênicas no contexto

geomorfológico e hidrográfico são os ramos da Sustentabilidade a serem utilizados, pois se mostra com relevância quando o aspecto a ser analisado é a modificação do espaço pelas atividades humanas e as respectivas consequências que essa transformação pode trazer, abarcando assim, tanto aspectos físicos quanto humanos, dentro de uma relação socioambiental.

Portanto, tornar esclarecedora e buscar formas que resolvam ou que atenuem a essa relação socioambienal dos moradores locais, como instalações de equipamentos que, parcerias governamentais e programas sociais mostrando que uma pratica sustentável é possível e viável para área em questão. O planejamento urbano que prioriza o sistema viário em detrimento da drenagem natural dos rios perpetua a existência de rios invisíveis, sendo que uma abordagem focada na revitalização e reabertura desses cursos d'água (como parques lineares) poderia mitigar problemas de drenagem e valorizar o espaço urbano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso de natureza qualitativa, tendo como unidade de análise a região a margem esquerda do baixo curso do Rio Anil, selecionado pela relevância histórica, social e cultural na cidade São Luís-MA, em dois aspectos importantes: o primeiro referindo-se ao processo de uso e ocupação urbana nos bairros que compõem a área num recorte temporal de 1955 a 2025, enquanto que o segundo mostra a formação dos chamados rios invisíveis e os problemas ambientais decorrentes desse processo

Tais perspectivas foram analisadas numa abordagem estruturalista com base dialética, devido à complexidade de se estudar o fator urbano. Em razão desse enfoque, o trabalho foi subsidiado por uma elaboração de matriz de dados buscando analisar os problemas ambientais em si com suas respectivas causas, consequencias e processos mitigadores. Na questão ambiental, as análises se mantiveram dentro do contexto proposto por Dias (2015), onde se destacaram os problemas ambientais com o seu meio, grau de reversibilidade, ações mitigadoras utilizando uma matriz de dados, bem como representação fotográfica das degradações, sempre mostrando a geomorfologia urbana local e suas relações socioambientais.

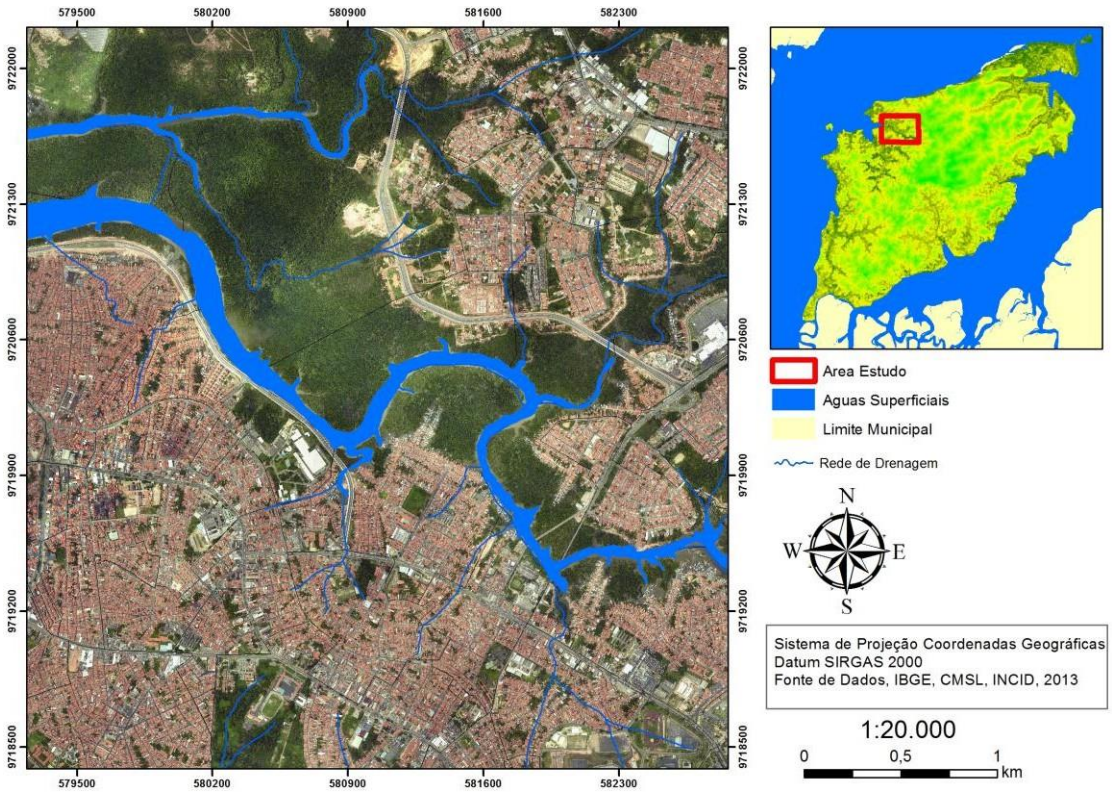
Para a coleta de dados, optou-se pela triangulação de fontes, utilizando: O primeiro momento da análise constou com o levantamento bibliográfico e cartográfico, que serviram de subsídios para a pesquisa. No segundo momento foram procedidas pesquisas nos órgãos responsáveis pelo desenvolvimento do fator urbano na cidade, sendo o IMESC - Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos e secretaria Municipal de Terras e Habitação e Urbanismo (SEMTHURB).

Em relação à pesquisa de campo foi realizado o levantamento fotográfico dos referidos problemas ambientais e com registros foográficos datados dos anos de 2005 e imagens de satélites de 2002 e atuais, ambas utilizadas por Sousa (2016), com o intuito de confrontar com a atualidade mostrando assim a modificação do espaço no período de 20 anos.

2.1 Localização da Área de Estudo

Em relação à localização geográfica a área urbanizada ao longo da margem esquerda do baixo curso do rio Anil se localiza dentro da aglomeração urbana de São Luís, na Ilha do Maranhão (Figura 1). Dista-se aproximadamente 5 km do centro da cidade de São Luís no setor oeste, fazendo parte da bacia hidrográfica do Rio Anil e enquadrada nas seguintes coordenadas geográficas: 2º31'33"S, 44º17'32" W / 2º32'26"S, 44º15'50" W.

Figura 1 – Carta Imagem da Localização Geográfica da margem Esquerda do rio Anil.



Fonte: Sousa, 2016.

Segundo a divisão setorial proposto por pela prefeitura de São luis-MA, através da DIIE-SEPLAN (2023) pode-se destacar aqui os seguintes bairros: Alemanha, parte da Ivar Saldanha, Fé em Deus, parte da Camboa e Liberdade. Segundo a Prefeitura de São Luis, através da Lei de Uso e Ocupação e Zoneamento urbano, divide-se ainda em Zonas residenciais, de

Interesse Social e de Preservação Ambiental, que serão mais bem analisadas nos próximos capítulos. A área de objeto de estudo tem como população aproximada de 50.600 habitantes (IBGE, 2022) e como divisores territoriais as seguintes áreas residenciais: ao norte margem direita do Rio Anil, a Leste Barreto e Vila Palmeira, a oeste Centro; e ao sul João Paulo e Monte Castelo. Toda a área em estudo, também se caracteriza pela presença de duas formas de utilização do território: sendo áreas de ocupação (Liberdade, Camboa, Fé em Deus, parte da Alemha) e conjuntos habitacionais (Alemanha e Ivar Saldanha), demonstrando assim uma parte da configuração territorial de São Luís.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

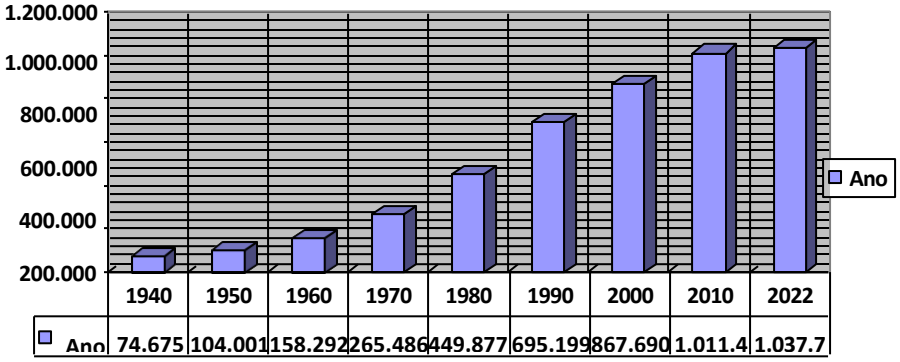
3.1 Dinâmica de Expansão Urbana de São Luís-MA

O processo de urbanização em São Luis-MA está relacionado às características de fundação, tais como as condições naturais, o posicionamento estratégico, a produção econômica do território, dentre outrassses pressupostos determinam-se pela necessidade de exportação dos produtos internos da colônia e guarnição do território, daí a construção de vários fortes e portos comerciais como ponto de partida do fator urbano brasileiro.

Segundo Ferreira (2000), por volta de 1844, São Luís já era considerada a 4º cidade em número populacional, com aproximadamente 30.000 habitantes, mas com uma demanda de serviços públicos incapazes de suprir tal população. O crescimento horizontal fez com que o estado tomasse medidas voltadas à melhoria da estruturação urbana, sendo que "[...] a arrecadação de impostos viabilizaram a instalação de Bondes (1871), chafariz público (1874), energia a gás carbônico (1907), luz e tração elétrica (1918)" (Ferreira, 2000, p. 54). Todas essas obras caracterizaram um dinamismo do fator urbano de São Luis.

Determina-se a fixação de fato da população ludovicense logo após o apogeu industrial, um surto que levou mercado consumidor a se expandir e criar novas áreas residenciais, devido à substituição da mão de obra escrava pela assalariada, fato este que levou o proletariado a se estabelecer próximo às fábricas. Essas novas localidades apresentavam moradias construídas em terrenos de domínio de mangues e igarapés, geralmente representadas por palafitas. São Luís também se enquadra atualmente como uma cidade de porte médio, como uma população de 1.037.775 de habitantes (IBGE, 2022) e Densidade demográfica de 1779, 87 hab/km^2 (IMESC, 2026) e que apresentou um crescimento populacional considerável a partir de 1979 conforme a Figura 2.

Figura 2 - Crescimento Populacional de São Luis-MA (IBGE, 2022).



Fonte: IBGE, 2022.

No contexto dos bairros da área estudo temos áreas que serviam para práticas econômicas voltadas para a agricultura de subsistência e criação de gado, Matadouro Público de São Luís e em seguida a ocupação de palafitas. O processo de expansão de fato, se deu através do aterramento e asfaltamento da região em razão das instalações de Indústria de óleo onde hoje funciona o Hospital do Locomotor Sara Kubitschek.

A consolidação e automação das áreas residenciais aqui analisadas se devem em razão das presentes intervenções públicas administrativas e aumento populacional na área, essas áreas passaram por mudanças significativas ao longo do tempo em razão da tentativa da administração pública em solucionar a problemática populacional crescente.

Aliado a esse aumento populacional nesse período demonstra-se também as mudanças na paisagem. A principal e talvez a mais sensível diga respeito à construção da Avenida Quarto Centenário, que passa por toda área aqui estudada ao longo da margem esquerda do baixo Rio Anil, com o sentido de ligar a cabeceira da Ponte Bandeira Tribuzzi até o bairro da Alemanha, criando assim uma rota alternativa para melhoria do trânsito na cidade.

As imagens a seguir demonstram claramente as mudanças ocorridas na margem esquerda do rio Anil, principalmente o que tange a Avenida quarto centenário, uma comparação de fotos áreas de 2002 e 2025 mostrando a evolução da referida obra de engenharia.

Figura 3 - Imagem aérea de 2002 e 2025 da margem esquerda do baixo Rio Anil.



Fonte: ZEE, 2002 e Yande maps, 2025.

3.2 Problemática ambiental: Rios Invisíveis

Analisar os impactos que resultam do processo de uso e ocupação do solo requer a contextualização do problema dentro do ramo de desenvolvimento sustentável aliado com as mudanças espaciais e geomorfológicas, ou seja, as formas de relevo terrestre, onde se evidencia os agentes influenciadores que irão definir e modelar a crosta, como conceitua Guerra (1978, p.204): "Ciência que estuda as formas de relevo, tendo em vista a origem, estrutura, natureza das rochas, o clima da região e as diferentes forças Endógenas e exógenas".

A partir do momento em que se coloca o homem como destaque do dinamismo dos sistemas causadores das transformações geomorfológicas, atráves de ações como: deposição direta de efluentes sem tratamentoes liquidos, pavimentação dos afluentes da margem esquerda do Rio Anil. A urbanização é uma das medidas que o ser humano utiliza para se apropriar do meio natural e dentro de uma parcela temporal provoca os impactos ambientais no referido local em que se instala.

A formação dos chamados rios invisíveis parte desse contexto de consequência do processo de urbanização, utilização do espaço sem uso racional e do bem natural. As bacias

hidrográficas urbanas servem como depósito de esgotos sanitários e de degradação ambiental

Essa utilização dos corrégos como dá por conta do cotidiano urbano e de sua normalização dos problemas, ou seja, passa a se inserir na rotina dos moradores que já veem como parte integrante dos equipamentos urbanos existentes. Parte também provocada pelos gestores públicos que historicamente com o crescimento das cidades não acompanharam a resolução dos impactos e adequaram essa realidade ao meio social. Milton Santos coloca da seguinte forma a instalação de sistemas técnicos nas cidades.

> [...] as motivações de uso dos sistemas técnicos são crescentemente estranhas às lógicas locais e, mesmo, nacionais; [...] sua presença [das técnicas] torna-se crescentemente indiferente às condições preexistentes. A poluição e outras ofensas ambientais ainda não tinham esse nome, mas já são largamente notadas — e causticadas — no século XIX, nas grandes cidades inglesas e continentais. E a própria chegada ao campo das estradas de ferro suscita protestos. A reação antimaquinista, protagonizada pelos diversos ludismos, antecipa a batalha atual dos ambientalistas. Esse era, então, o combate social contra os miasmas urbanos. (Santos, 2008, p.237).

Os rios invisíveis assim são chamados por conta do processo agressivo de uso e ocupação do solo que ao passar do tempo provocou um chamado aterramento e tubulação do seu curso d'agua e de seus afluentes, aliado ao lançamento dos efluentes líquidos domésticos e industriais, provocam uma degradação ambiental vigente, atingindo o meio biótico local, além das chamadas enchentes, por conta da falta de vazão natural.

> Os rios enchem, transbordam e inundam áreas ribeirinhas: esta parece ser uma das histórias dos rios e dos homens. A inundação urbana é uma ocorrência tão antiga como a existência das cidades. No entanto, suas margens nunca foram tão densamente ocupadas, os rios tão poluídos, o solo tão impermeável e a ocupação humana tão densa. As águas dos rios, córregos e galerias pluviais transbordam do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte desses sistemas em épocas de grande precipitação; e invadem áreas ocupadas pela população, geralmente as de menor poder aquisitivo, que, devido à valorização do solo, se instalam em locais de maior risco. (WSTANE, 2013, p.40).

Na área da margem esquerda do baixo curso do rio anil, a expansão urbana provocou e continua provocando problemas ambientais dentro do contexto da sustentabilidade. A relação socioambiental existente no local estabelece mudanças significativas no relevo, muita das vezes atingindo pontos impossíveis de resolução, como no caso dos afluentes do rio anil que são utilizados como depósitos de efluentes líquidos sem devido tratamento.

No que tange a questão da problemática ambiental da bacia hidrográfica foram identificados 09 (nove) pontos de lançamentos de efluentes líquidos não tratados (esgotos

domésticos), dos quais 06 são afluentes diretos do Rio Anil, o que identificamos os rios invisíveis, conforme visita in loco realizada nos dias 20 e 28.10.2025.

Analisando-se um espaço temporal compreendido entre 1955 até 2025 (Fase do surto urbano em São Luís), referenciam-se os problemas ambientais existentes de uma forma para um melhor entendimento da situação que um tipo de degradação pode provocar no ambiente, utilizando-se uma matriz de dados proposto por Dias (2015), relaciona-se assim.

Quadro 1 - Matriz de dados das degradações ambientais existentes.

Meio	Impacto ambiental	Forma	Tempo	Reversibilidade	Estratégia de Mitigação
Físico	Modificação da Geomorfologia Local	Direta	Curto prazo	Irreversível	Implementação de Projetos que visem urbanização e controle das ocupações em áreas de encosta e aterros
Físico	Lançamento dos efluentes domésticos na Bacia Hidrográfica do Anil e seus afluentes	Direta	Longo Prazo	Parcialmente Reversível	Construção de coleta de esgoto sanitário, estação elevatória e de estação de tratamento de esgoto (em andamento).

Fonte: Adaptada de DIAS (2015).

Toma-se, portanto a identificação dos problemas ambientais a área de estudo: modificação da geomorfologia local com aterramento e impermeabilização do solo e degradação ambiental das bacias hidrográficas e surgimentos dos rios invisíveis, no caso em questão os afluentes que fazem parte da Bacia Hidrográfica, além do aparecimento de área alagáveis por conta dessa canalização.

No que diz respeito à modificação geomorfológica do local por diversos aspectos, começando pela à devastação do mangue, pelo aterramento das áreas pantanosas para o crescimento das áreas residenciais. Na fase de implantação as casas constituíam-se por palafitas, tendo logo em seguida o asfaltamento e aterramento dos manguezais. Outro ponto bastante interessante na área em questão, diz respeito a construção da Avenida IV Centenário, onde a mesma foi construída ao longo de toda a margem esquerda do baixo curso do Rio Anil. A referida obra aterrou parte do manguezal, causando impermeabilização do solo, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 - Avenida IV Centenário na margem esquerda do Baixo Curso do Rio Anil.



Fonte: Brazil Map (2026).

A dejeção dos efluentes domésticos, se caracterizam como outro de degradação ambiental que ocorre na Bacia Hidrográfica. Todos os efluentes domésticos das áreas em estudo são despejados nos canais que se tornaram rios invisíveis e provocam consequentemente a morte e poluição do rio (Figura 5). A canalização dos afluentes como vetores de esgotos domésticos, demonstra claramente uma tentativa mal planejada de políticas públicas em solucionar o problema em virtude do aumento populacional sofrido nos últimos anos.

Figura 5 - Afluente canalizado despejando efluentes líquidos no Rio Anil.



Fonte: Autores, 2026.

Entender os lançadores de esgoto em bacias hidrográficas urbanas é encarar um dos maiores desafios do saneamento moderno. Em cidades de crescimento acelerado, o rio muitas vezes deixa de ser um recurso vivo e passa a ser tratado, erroneamente, como uma "extensão da rede de drenagem".

O principal motor da poluição hídrica urbana é a ocupação informal. Quando populações se estabelecem em áreas de mananciais ou encostas sem infraestrutura básica, o descarte direto nos corpos d'água torna-se a única alternativa (embora precária) para os dejetos domésticos. Soma-se obras de engenharia mal planejadas, deficiência na gestão dos resíduos líquidos e sólidos. Ocasionando problemas e eutrofização, assoreamento, risco a saúde pública, proliferação de doenças

Um desses afluentes fica localizado no bairro do "Caratatiua", onde com o passar dos anos e crescimento urbano o local, foi automaticamente canalizado e utilizado como fonte coletora do esgoto doméstico. A prancha de imagem denota a evolução da área em questão no que tange evolução dos equipamentos urbanos (Figura 6).

Figura 6 - Afluente do Rio Anil no Caratatiua canalizado formando o Rio Invisível.



Fonte: Autores, 2026.

Denota-se tambem interveções públicas que o Estado realiza na tentativa de solucionar a problemática das degradações ambientais, mesmo que muitas das vezes essas intervenções acabam não sendo adequadas para essas soluções. A importância das políticas públicas está na tentativa de minimizar e evitar essas perturbações estabelecendo uma postura preventiva, com diretrizes voltadas para o uso de recursos naturais de um modo mais racional possível e melhorando a qualidade ambiental (Ross, 2001).

Dentre as principais intervenções da administração pública estadual na área que ocorre destacam-se os seguintes pontos: construção de uma estação de tratamento de esgoto sanitário no afluente que sai próximo ao bairro da Alemanha (Figura 7), iniciado no ano de 2015 e que atualmente ainda se encontra em fase de funcionamento, mostrando toda a demora do setor público em conclusão da obra.

Figura 7- Construção da Estação de tratamento de esgoto na área de margem esquerda do Rio Anil.



Fonte: Autores, 2026.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as principais intervenções da administração pública estadual na área que ocorre destacam-se os seguintes pontos: construção de uma estação de tratamento de esgoto sanitário no afluente que sai próximo ao bairro da Alemanha (Figura 04), iniciado no ano de 2015 e que atualmente ainda se encontra em fase de funcionamento, mostrando toda a demora do setor público em conclusão da obra.

Determinar os problemas ambientais de uma referida área significa analisar os processos causadores e sua consequência para o meio, inserindo os agentes como impulsionadores desta dinâmica. O processo de evolução histórica por que passa as cidades brasileiras, representadas pela urbanização, se caracteriza como algo permanente ao estudo das degradações, pois através da reprodução do homem sobre o ambiente, na necessidade de usufruir os recursos naturais é que se indica o estágio de mudanças que se encontra o relevo terrestre.

Em São Luis, devido ao surto de crescimento urbano que aconteceu nas últimas décadas, houve uma intensificação dos problemas ambientais principalmente nas bacias hidrográficas do município. O crescimento horizontal se deu principalmente pelas áreas de ocupação e construções financiais de conjuntos habitacionais, onde ambas serviram para abarcar a população crescente. Os bairros localizados a margem esquerda do baixo curso do rio anil se enquadram dentro desse contexto.

O problema ambiental dos rios invisíveis derivado do crescimento urbano nas áreas residenciais aqui analisadas qualifica-se como uma série de consequências de diversos fatores inseridos a eles, tais como: falta de conscientização ecológica por parte da população, ocupação

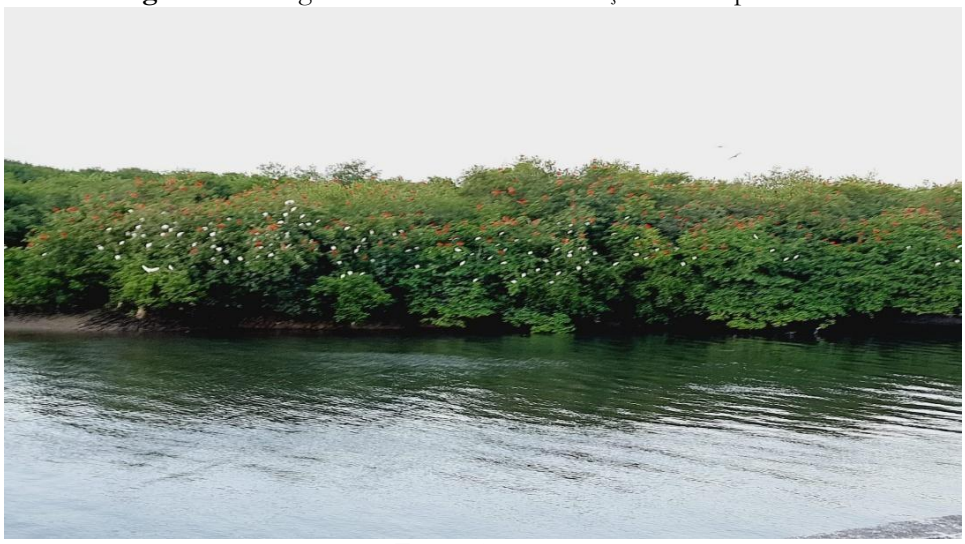
desordenada e inexistência de políticas públicas capazes de suprir determinadas problemáticas.

Sendo assim, a administração pública assume o papel fundamental de agente capaz de solucionar ou minimizar os impactos ambientais demonstrando e agindo de uma forma que possa ordenar a ocupação espacial de um determinado município e enquadrar essas suas áreas residenciais com locais de preservação natural. A área em estudo torna-se propicia para tais intervenções públicas.

Nos bairros aqui trabalhados, denota-se a tentativa de aplicação de políticas públicas na resolução de certos problemas, como a construção de uma unidade de tratamento de esgoto e de construção de residências dignas em substituição de palafitas em áreas de manguezais. Todas essas medidas caracterizam-se como resoluções momentâneas que não visam uma projeção espacial de como os impactos possíveis das obras de engenharias.

Portanto, a responsabilidade de preservação e solução sobre a questão ambiental, parte da ação conjunta entre poder público e comunidades locais, interagindo entre si para a construção de uma sociedade que possa de maneira razoável, estabelecer uma relação socioambiental sem conflito entre homem e meio (Figura 8).

Figura 8 - Imagem do Rio Anil em Interação com espécies animais.



Fonte: Autores, 2026.

REFERÊNCIAS

CARTA. **São Luís**. Acesso em 11/04/2005. In: SOUSA, Hugo de Andrade Sousa. **Problemas Ambientais Resultantes da Dinâmica de Ocupação Espacial no Bairro da Alemanha e suas imediações, São Luis-MA.** 2005. 84 f. Monografia de Conclusão do Curso de Geografia Licenciatura-UFMA, São Luis, 2016.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. **Geoecologia:** o clima, os solos e a biota. Geografia do Brasil.

2.ed. Tradução . São Paulo: EDUSP, 1998.Acesso em: 15 jan. 2026.

DIIE-SEPLAN, **Divisão Territorial de São Luís-MA**. Disponível emhttps://diieseplan.saoluis.ma.gov.br/. Acesso 25/01/2026.

FERREIRA, A. J. de A. Interpretação geográfica para São Luis. **Revista GEOUSP**, São Paulo, n.7, p.51-58, jun.2000.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico.** 6 ed. Rev. E Atual.- Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em http://www.ibge.gov.br. Acesso 14/12/2025.

IMAGEM. **São Luís**. Escala Indeterminável Disponível em Yand Maps Acesso em 14/01/2026.

IMAGEM. **São Luís**. Escala Indeterminável Disponível em Brazil map. Acesso em 20/01/2026.

IMESC, **Boletim social do Maranhão**. Disponível em https://imesc.ma.gov.br. Acesso 25/01/2026.

MAPA. **São Luís**. Escala Indeterminável Disponível em http://www.google.com.br/maps/@-2.4369138,-44.2715589//. Acesso em 22/03/2021.

MARANHAO (Estado)- Secretaria do Estado de Planejamento (SEPLAN-MA). Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão-ZEE-MA. Disponível em http://www.zee,ma.gov.br. Acesso em 11/04/2005. In: SOUSA, Hugo de Andrade Sousa. **Problemas Ambientais Resultantes da Dinâmica de Ocupação Espacial no Bairro da Alemanha e suas imediações, São Luis-MA.** 2005. 84 f. Monografia de Conclusão do Curso de Geografia Licenciatura-UEMA, São Luis, 2016.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** 6 ed. São Paulo: Contexto, 2001 – (Repensando Geografia).

SANTOS, L. C. A. dos; BARBOSA, R. dos S.; DIAS, L. J. B.(org.). **Recursos Hídricos e Desenvolvimento Regional: Experiências Maranhenses**. – São Luís: EDUEMA, 2015.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. São Paulo. EDUSP.2008.

WSTANE, C. **Gestão de Águas Urbanas: Mobilização Social em Torno de Rios Invisíveis, Belo Horizonte-MG**. 2013. 195 f. Dissertação de Conclusão de Mestrado-UFMG, Belo Horizonte, 2013.

CAPÍTULO 3

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO SANEAMENTO BÁSICO EM UNIÃO-PI

SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACTS OF BASIC SANITATION IN UNIÃO, PIAUÍ, BRAZIL

Janete Barros da Silva
Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/PRODEMA,Teresina-PI, Brasil

Luís Gonzaga de Araújo Júnior
Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), União-PI, Brasil

Gilson Viana Claudino Filho
Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), União-PI, Brasil

Francisco das Chagas Silva Barros
Graduando em Letras Inglês pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Brasil

Maria do Amparo de Moura Macêdo
Doutora em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina - PI, Brasil

Oskar de Almeida Silva
Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina - PI, Brasil

Santina Barbosa de Sousa
Doutora em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Docente da Secretaria de Educação do Estado do Piauí (SEDUC-PI), Teresina-PI, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1264

Resumo: O impacto socioambiental é um problema recorrente nas áreas urbanas, pois afeta diretamente a saúde humana, a qualidade de vida, a economia e, sobretudo, o meio ambiente. Objetivou-se, por meio deste estudo, analisar os impactos socioambientais decorrentes da ausência e da ineficiência da rede de esgotamento sanitário nos bairros Santa Helena, Vila Nova Conquista e Nova União, localizados no município de União-PI. A pesquisa buscou evidenciar os problemas ambientais que afetam diretamente a saúde da população e a qualidade do meio ambiente, considerando que os moradores convivem diariamente com a falta de saneamento básico, a poluição causada pelo esgoto e o descarte inadequado de resíduos sólidos. A metodologia utilizada consistiu na realização de visitas técnicas às áreas mais afetadas e na aplicação de formulários semiestruturados aos moradores dos bairros estudados, permitindo a coleta de informações sobre as condições ambientais e sanitárias locais. Os resultados evidenciaram diversos impactos socioambientais, dentre os quais se destacam o descarte inadequado de resíduos, a presença de lagoas de esgoto a céu aberto, instalações elétricas irregulares e o processo de urbanização acelerada sem o devido planejamento urbano. Conclui-se que esses problemas comprometem significativamente a qualidade ambiental, além de representarem riscos à saúde e à segurança da população.

Palavras-chave: Bairros. Resíduos. Meio ambiente. Poluição.

Abstract: Socio-environmental impacts constitute a recurring problem in urban areas, as they directly affect human health, quality of life, the economy, and, above all, the environment. This study aimed to analyze the socio-environmental impacts resulting from the lack and inefficiency of the sewage system in the neighborhoods of Santa Helena, Vila Nova Conquista, and Nova União, located in the municipality of União, Piauí, Brazil. The research sought to highlight the environmental issues that directly affect public health and environmental quality, considering that residents face daily challenges related to the lack of basic sanitation, sewage pollution, and the improper disposal of solid waste. The methodology consisted of technical field visits to the most affected areas and the application of semi-structured questionnaires to local residents, allowing the collection of information regarding environmental and sanitary conditions. The results revealed several socio-environmental impacts, including the inadequate disposal of waste, the presence of open sewage ponds, irregular electrical installations, and accelerated urbanization without proper urban planning. It was concluded that these problems significantly compromise environmental quality and pose risks to the health and safety of the local population.

Keywords: Neighborhoods. Waste. Environment. Pollution.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico constitui um dos principais pilares para a promoção da saúde pública, da qualidade ambiental e do desenvolvimento sustentável, sendo reconhecido como um direito essencial à dignidade humana. A disponibilidade de serviços adequados de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana e manejo dos resíduos sólidos influencia diretamente as condições de vida da população, reduzindo a incidência de doenças, preservando os recursos naturais e promovendo maior equilíbrio entre o crescimento urbano e a conservação ambiental. Entretanto, apesar dos avanços observados nas últimas décadas, grande parte dos municípios brasileiros ainda enfrenta significativas deficiências na infraestrutura sanitária,

especialmente nas áreas periféricas e de expansão urbana, onde a ocupação ocorre frequentemente de maneira desordenada e sem planejamento adequado (Brasil, 2020).

A expansão acelerada das cidades brasileiras, impulsionada pelo crescimento populacional e pela intensa migração para os centros urbanos, produziu profundas transformações no espaço geográfico. Em muitos municípios, esse crescimento ocorreu sem o devido acompanhamento por políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial, resultando na formação de bairros desprovidos de infraestrutura básica, pavimentação, drenagem pluvial, coleta regular de resíduos sólidos e sistemas eficientes de esgotamento sanitário. Como consequência, essas áreas passaram a apresentar elevados índices de degradação ambiental e maior vulnerabilidade social, comprometendo não apenas o meio ambiente, mas também a saúde e o bem-estar das populações residentes (Tucci, 2012; ONU, 2023).

Nesse contexto, os impactos socioambientais decorrentes da precariedade do saneamento básico configuram-se como um dos principais desafios enfrentados pelas cidades brasileiras. A ausência ou deficiência na coleta e no tratamento de esgoto favorece a contaminação do solo, dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, além de comprometer a qualidade da água utilizada para abastecimento humano, irrigação e atividades produtivas. Da mesma forma, a disposição inadequada de resíduos sólidos intensifica processos de poluição, proliferação de vetores de doenças, assoreamento de cursos d'água e degradação da paisagem urbana, ampliando os riscos ambientais e sanitários (SNIS, 2024).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2023), milhões de pessoas em todo o mundo ainda vivem sem acesso a serviços seguros de saneamento, realidade que favorece a disseminação de enfermidades de veiculação hídrica, como diarreias infecciosas, hepatites virais, leptospirose, esquistossomose e diversas parasitoses intestinais. Essas doenças atingem principalmente populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica, evidenciando que os problemas relacionados ao saneamento extrapolam a dimensão ambiental e assumem caráter social, econômico e humanitário.

No Brasil, embora o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020) tenha estabelecido metas para universalização dos serviços até 2033, os indicadores nacionais ainda revelam desigualdades significativas entre regiões e municípios. Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2024) demonstram que milhões de brasileiros permanecem sem acesso à coleta de esgoto e que parte significativa dos efluentes gerados continua sendo lançada diretamente nos corpos hídricos sem tratamento adequado. Essa realidade evidencia a necessidade

de investimentos contínuos em infraestrutura, gestão pública eficiente e políticas ambientais integradas.

No estado do Piauí, diversos municípios ainda convivem com limitações históricas relacionadas à infraestrutura urbana e ao saneamento ambiental. Em União-PI, essas dificuldades tornam-se evidentes nos bairros Santa Helena, Vila Nova Conquista e Nova União, onde a expansão urbana ocorreu sobre áreas anteriormente ocupadas por ecossistemas naturais, sem que houvesse planejamento territorial compatível com o crescimento populacional. Nessas localidades observam-se problemas como ocupações irregulares próximas a lagoas de estabilização de esgoto, ausência de rede coletora eficiente, descarte inadequado de resíduos sólidos, deficiência na drenagem urbana e redução significativa da vegetação nativa da Mata dos Cocais.

O bairro Santa Helena teve seu processo de ocupação intensificado a partir de 2016, nas proximidades do anel viário do município de União-PI. A área anteriormente correspondia a uma antiga fazenda caracterizada por expressiva diversidade de fauna e flora, atualmente bastante reduzida em consequência da expansão urbana. Processo semelhante ocorreu no bairro Vila Nova Conquista, formado inicialmente por ocupações espontâneas em uma área originalmente coberta pela Mata dos Cocais. Posteriormente, mediante parcelamento do solo, consolidou-se o bairro Nova União, localizado nas proximidades de uma lagoa de estabilização de esgoto administrada pela empresa responsável pelos serviços estaduais de abastecimento e saneamento.

A proximidade entre áreas residenciais e estruturas destinadas ao tratamento de esgoto, associada à deficiência na infraestrutura sanitária e ao crescimento urbano desordenado, potencializa diversos impactos socioambientais. Entre eles destacam-se a emissão constante de odores desagradáveis, a proliferação de insetos e roedores, a contaminação ambiental, a degradação da paisagem e a redução da qualidade de vida dos moradores. Além disso, a disposição inadequada dos resíduos sólidos em vias públicas e terrenos baldios favorece a obstrução de sistemas de drenagem, aumentando o risco de alagamentos durante os períodos chuvosos e contribuindo para a contaminação dos recursos hídricos.

Esses impactos refletem diretamente sobre as condições de saúde da população. A exposição contínua a ambientes contaminados favorece a ocorrência de doenças infecciosas e parasitárias, especialmente entre crianças e idosos, grupos considerados mais vulneráveis. Além dos efeitos físicos, os problemas ambientais também repercutem sobre aspectos psicológicos e sociais, uma vez que a degradação do espaço urbano reduz a sensação de pertencimento, aumenta a percepção de abandono pelo poder público e contribui para processos de exclusão social. Conforme argumenta Bauman (2005), a modernidade produz "resíduos humanos", marginalizando

populações que permanecem invisibilizadas diante das desigualdades socioeconômicas e ambientais.

Além da atuação governamental, torna-se indispensável fortalecer ações permanentes de educação ambiental como instrumento de transformação social. Conforme estabelecido pela Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), a construção de uma consciência ambiental crítica contribui para modificar hábitos relacionados ao descarte de resíduos, ao uso racional da água e à conservação dos espaços urbanos. Nesse sentido, compreender a percepção dos moradores acerca dos problemas ambientais locais representa importante estratégia para subsidiar políticas públicas participativas e promover maior envolvimento comunitário na preservação do ambiente.

Diante desse cenário, esta pesquisa justifica-se pela necessidade de compreender os impactos socioambientais associados à deficiência do saneamento básico nos bairros Santa Helena, Vila Nova Conquista e Nova União, no município de União-PI, analisando as condições ambientais, sanitárias e sociais que influenciam diretamente a qualidade de vida da população residente. Busca-se compreender como a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis, associada à insuficiência dos serviços públicos de saneamento e à inadequada gestão dos resíduos sólidos, contribui para o aumento dos riscos ambientais e da vulnerabilidade social dessas comunidades. Espera-se que os resultados obtidos possam subsidiar futuras ações de planejamento urbano, gestão ambiental e formulação de políticas públicas voltadas à promoção da saúde, da sustentabilidade e da melhoria da qualidade de vida da população local.

Além da insuficiência da infraestrutura urbana, a ocupação desordenada do solo representa um dos principais fatores responsáveis pelo agravamento dos impactos socioambientais nas cidades brasileiras. O crescimento urbano sem planejamento favorece a instalação de moradias em áreas ambientalmente frágeis, como margens de rios, lagoas, encostas e áreas sujeitas à inundação, comprometendo tanto os ecossistemas naturais quanto a segurança das populações residentes. Segundo Jacobi (2003), a expansão urbana acelerada, associada à ausência de políticas públicas integradas, amplia os processos de degradação ambiental e acentua as desigualdades sociais, tornando as populações de baixa renda as mais vulneráveis aos riscos ambientais.

Nos bairros Santa Helena, Vila Nova Conquista e Nova União, observa-se justamente essa dinâmica de ocupação, marcada pela instalação de residências em áreas próximas à lagoa de estabilização de esgoto, pela supressão parcial da vegetação da Mata dos Cocais e pela deficiência dos serviços públicos de infraestrutura. Essas transformações alteraram significativamente a paisagem natural da região, reduzindo a biodiversidade local e comprometendo funções ecológicas

importantes, como a infiltração da água no solo, a proteção dos recursos hídricos e a manutenção do microclima urbano.

A Mata dos Cocais constitui um importante ecótono entre os biomas Cerrado, Caatinga e Amazônia, caracterizando-se pela predominância de espécies vegetais como o babaçu (*Attalea speciosa*), a carnaúba (*Copernicia prunifera*) e o buriti (*Mauritia flexuosa*). Além de seu elevado valor ecológico, esse ecossistema possui expressiva importância econômica e social para as comunidades locais, fornecendo alimentos, fibras, madeira, óleos e outros recursos naturais. A expansão urbana desordenada sobre essas áreas resulta na fragmentação da vegetação nativa, na perda de habitats e na redução dos serviços ecossistêmicos essenciais para a manutenção da qualidade ambiental (MMA, 2023).

No município de União-PI, tais problemas adquirem maior relevância devido à proximidade desses bairros com áreas alagáveis e com o rio Parnaíba, um dos principais cursos d'água da região Nordeste. A qualidade das águas superficiais influencia diretamente atividades econômicas tradicionais, especialmente a pesca artesanal, praticada por diversas famílias residentes, sobretudo no bairro Vila Nova Conquista. A contaminação desses ambientes por efluentes domésticos e resíduos sólidos compromete não apenas a biodiversidade aquática, mas também a segurança alimentar e a geração de renda da população local.

A literatura científica demonstra que os impactos do saneamento inadequado não se restringem às dimensões ambientais. Trata-se de um problema multidimensional que afeta diretamente indicadores sociais, econômicos e educacionais. Crianças residentes em áreas com deficiência de saneamento apresentam maiores índices de absenteísmo escolar em decorrência de doenças infecciosas, enquanto adultos sofrem redução da produtividade laboral em função do aumento dos agravos à saúde. Consequentemente, elevam-se também os custos do sistema público de saúde, tornando o investimento em saneamento uma das estratégias mais eficientes para prevenção de doenças e redução dos gastos públicos (Trata Brasil, 2024).

Sob essa perspectiva, o conceito de vulnerabilidade socioambiental torna-se fundamental para compreender a realidade das comunidades investigadas. Conforme Acselrad (2006), a vulnerabilidade resulta da combinação entre exposição aos riscos ambientais e desigualdades socioeconômicas, sendo intensificada quando determinados grupos sociais possuem menor capacidade de adaptação ou acesso às políticas públicas. Assim, populações residentes em bairros periféricos tendem a sofrer de maneira mais intensa os efeitos da degradação ambiental, justamente por apresentarem menor disponibilidade de infraestrutura urbana, serviços públicos e mecanismos institucionais de proteção social.

Associado ao conceito de vulnerabilidade encontra-se o princípio da justiça ambiental, que defende a distribuição equitativa dos benefícios e dos ônus decorrentes do desenvolvimento econômico. Segundo Acselrad, Mello e Bezerra (2009), os problemas ambientais costumam atingir de maneira desproporcional populações socialmente vulneráveis, evidenciando que a degradação ambiental também constitui uma forma de desigualdade social. Nos bairros pesquisados, essa realidade manifesta-se na convivência cotidiana dos moradores com esgoto a céu aberto, odores desagradáveis, resíduos sólidos acumulados e deficiência dos serviços públicos essenciais.

Nesse contexto, torna-se indispensável fortalecer políticas públicas integradas que articulem saneamento básico, planejamento urbano, educação ambiental e participação comunitária. A universalização dos serviços de saneamento, prevista pelo Novo Marco Legal do Saneamento Básico, representa importante avanço institucional; entretanto, sua efetivação depende de investimentos contínuos, gestão pública eficiente e participação ativa da sociedade civil na formulação, implementação e fiscalização das políticas públicas (Brasil, 2020).

A educação ambiental também desempenha papel estratégico nesse processo. Mais do que promover mudanças individuais de comportamento, ela busca desenvolver cidadãos críticos e conscientes acerca da relação entre sociedade e natureza. Conforme Loureiro (2012), a educação ambiental crítica possibilita compreender que os problemas ambientais decorrem de processos históricos, políticos, econômicos e culturais, exigindo soluções coletivas fundamentadas na participação democrática e na sustentabilidade.

Diante dessa realidade, a presente pesquisa busca responder ao seguinte problema científico: de que maneira a ocupação urbana em áreas próximas à lagoa de estabilização de esgoto, associada à deficiência do saneamento básico, contribui para o aumento da vulnerabilidade socioambiental e dos riscos à saúde da população residente nos bairros Santa Helena, Vila Nova Conquista e Nova União, no município de União-PI?

Partindo desse questionamento, estabelecem-se as seguintes hipóteses: (i) a deficiência da infraestrutura sanitária compromete diretamente a saúde e a qualidade de vida da população; (ii) a ausência de planejamento urbano favoreceu a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis, ampliando os impactos ambientais; (iii) o descarte inadequado de resíduos sólidos intensifica a degradação ambiental e aumenta os riscos de doenças; e (iv) a insuficiência de ações permanentes de educação ambiental dificulta a participação comunitária na conservação do espaço urbano.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar os impactos socioambientais decorrentes da deficiência do saneamento básico nos bairros Santa Helena, Vila Nova Conquista e Nova União, no município de União-PI, buscando compreender as relações existentes entre

infraestrutura urbana, saúde pública, percepção ambiental e qualidade de vida da população. Como objetivos específicos, pretende-se investigar os impactos provocados pela disposição inadequada de resíduos sólidos e pela presença de esgoto a céu aberto; identificar os principais riscos socioambientais enfrentados pelos moradores; analisar a percepção da comunidade acerca das condições ambientais do bairro; e discutir possíveis estratégias de mitigação fundamentadas no planejamento urbano sustentável, na educação ambiental e no fortalecimento das políticas públicas de saneamento.

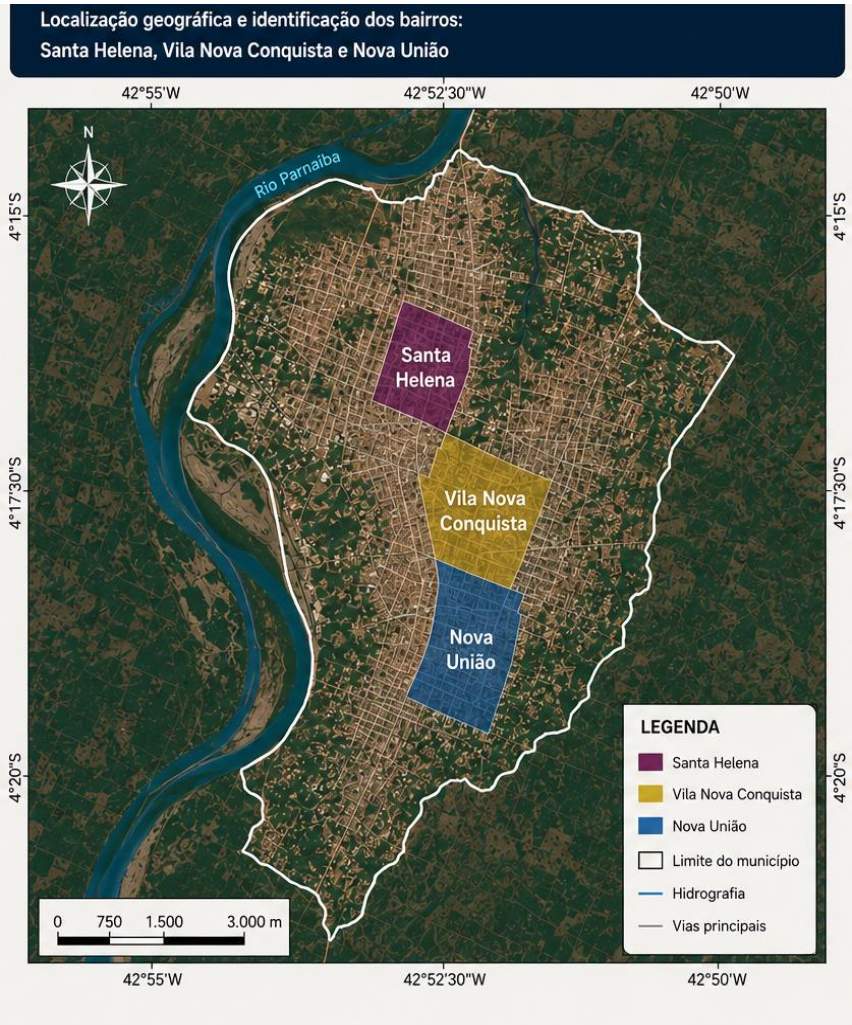
Espera-se que os resultados obtidos contribuam para ampliar o conhecimento científico acerca das condições socioambientais das áreas periféricas do município de União-PI, fornecendo subsídios para a formulação de políticas públicas voltadas à universalização do saneamento básico, à promoção da saúde coletiva, à conservação ambiental e à melhoria da qualidade de vida da população. Além disso, a pesquisa fortalece o debate sobre justiça socioambiental e desenvolvimento sustentável, evidenciando que o acesso ao saneamento básico ultrapassa a dimensão da infraestrutura, constituindo um direito fundamental indispensável para a construção de cidades mais saudáveis, inclusivas e ambientalmente equilibradas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

Segundo os dados do IBGE, o município de União está localizado na microrregião de Teresina e na mesorregião Centro-Norte Piauiense, compreendendo área de 1.170,742 km², tendo como limites ao norte os municípios de Miguel Alves e Lagoa Alegre, ao sul Teresina e José de Freitas, a Leste José de Freitas e Lagoa Alegre e a Oeste o Estado do Maranhão, fazendo divisa com os municípios maranhenses de Caxias e Coelho Neto (Aguiar, 2004). De acordo com o Censo Demográfico de 2022 do IBGE, a população total é de 47.896 habitantes, apresentando densidade demográfica de 39,39 hab/km² (IBGE, 2022). Possui temperaturas mínimas de 24 ºC e máximas de 39 ºC. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.440,7mm. A região é caracterizada por uma vegetação de Cerrado e Caatinga (Aguiar, 2004). Segue o mapa de localização (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização dos Bairros alvo do estudo, na Cidade de União do Piauí, Nordeste do Brasil.



Fonte: Adaptado pelos autores, IBGE 2026.

2.2 Tipo de pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como qualiquantitativa, pois envolve tanto a análise de dados quantitativos quanto qualitativos relacionados à percepção dos moradores e às condições socioambientais dos bairros estudados. Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa de campo, realizada diretamente no local investigado, permitindo o contato direto com a realidade vivenciada pela população.

2.3 Coleta de dados

Os dados coletados foram analisados com base em uma abordagem qualitativa e quantitativa. Na primeira etapa deste trabalho, foram realizadas uma pesquisa de campo e

observações do local de destino final dos resíduos sólidos urbanos. Foram realizados anotações e registros fotográficos do local. Na segunda etapa do trabalho, foi aplicado um Questionário de Pesquisa de Opinião (Apêndice A). Também foi necessário solicitar autorização do líder da associação dos moradores da Vila, para realizar o estudo e registro das imagens (Anexo B).

Segundo Gil (2008), "pode-se definir questionário como a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores e comportamento presente ou passado".

O questionário de pesquisa de opinião foi aplicado a 14 participantes. As perguntas e questões foram respondidas no momento da abordagem de campo. O estudo prioriza manter o anonimato dos participantes que responderam e sem nenhum tipo de coerção.

As pesquisas de opinião são consultas verbais ou escritas de caráter pontual, realizadas por meio de metodologia específica, através da qual o participante é convidado a expressar sua preferência, avaliação ou o sentido que atribui a temas, atuação de pessoas e organizações, ou a produtos e serviços; sem possibilidade de identificação do participante pelo pesquisador. Trata-se de uma definição técnica e normativa, amplamente utilizada no campo das ciências sociais, estatística e marketing para descrever o conceito de pesquisa de opinião.

Desta forma, este trabalho utilizou uma metodologia de pesquisa de opinião com participantes não identificados, sendo dispensado do registro em Comitê de Ética em Pesquisa, conforme Resolução CNS 510/2016 (Brasil, 2026).

Durante a realização da pesquisa de campo, foi utilizada uma motocicleta de uso pessoal para o deslocamento entre os bairros investigados. Além disso, foram adquiridos materiais necessários para a aplicação da pesquisa, como prancheta, resma de papel A4 para elaboração de esboços, impressão do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e dos questionários de opinião aplicados.

2.4 Amostra da pesquisa

A pesquisa contou com a participação de 14 pessoas entrevistadas, sendo uma delas o líder comunitário que entre outros, residente no bairro Vila Nova Conquista, encontrado e disposto a responder o restante no bairro Nova União e áreas adjacentes mais afetadas pela ausência de saneamento básico e pelos problemas ambientais identificados durante o estudo. Os participantes abordados vivem nas áreas investigadas, possibilitando uma melhor compreensão acerca dos

impactos socioambientais enfrentados pela comunidade. A faixa etária seguiu as padronizações do IBGE, com entrevistados acima de 18 anos (IBGE, 2016).

2.5 Análise dos dados

Os dados obtidos por meio dos questionários foram organizados, tabulados e analisados utilizando planilhas eletrônicas no Microsoft Word 2026, permitindo a organização das informações coletadas. Além disso, foram utilizados recursos de inteligência artificial para auxiliar na organização visual das figuras, imagens e elementos gráficos apresentados ao longo do trabalho, contribuindo para uma melhor apresentação e interpretação dos resultados da pesquisa.

Conforme as diretrizes da Portaria CNPq nº 2.664/2026, declaro para fins de integridade acadêmica que este trabalho utilizou ferramentas de Inteligência Artificial Generativa em etapas específicas de sua elaboração.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos por meio das visitas técnicas e dos formulários aplicados aos moradores dos bairros Santa Helena, Vila Nova Conquista e Nova União permitiu identificar uma série de problemas socioambientais relacionados à deficiência do sistema de esgotamento sanitário local.

Os resultados demonstram que a ausência de infraestrutura adequada de saneamento básico tem contribuído para a degradação ambiental e para o comprometimento da qualidade de vida da população, descrito por muitos em conversas pós-entrevistas. Entre os principais problemas observados destacam-se a presença de esgoto a céu aberto, o descarte inadequado de resíduos sólidos, a ocorrência de instalações elétricas irregulares e o crescimento urbano desordenado. Esses fatores representam importantes riscos à saúde pública, além de impactarem negativamente os recursos naturais e o equilíbrio ambiental da área estudada. Foram registradas imagens do esgoto a céu aberto nos bairros retratados em União e que revelam o quanto a população sofre com a situação grave exposta (Figura 2).

Figura 2 - Imagens mostrando a realidade do esgoto a céu aberto nos bairros estudados.

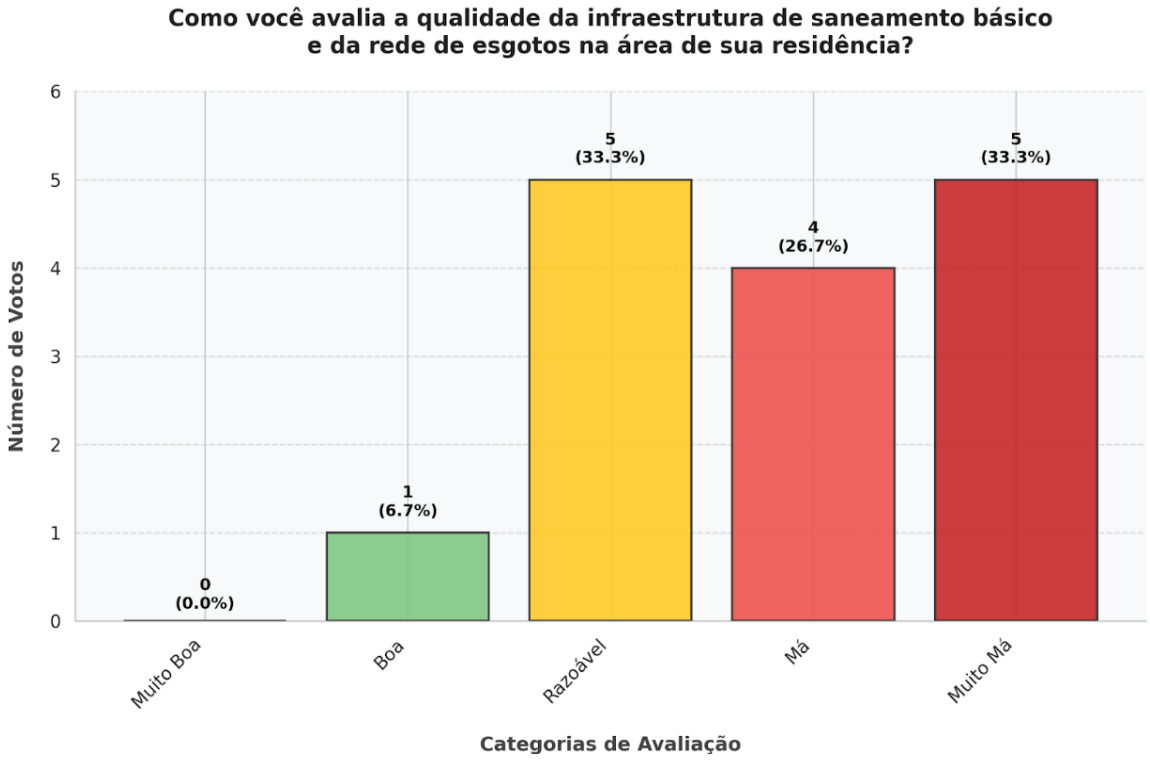


Fonte: Adaptado pelos autores, 2026.

Teixeira *et al.* (2014) analisaram tanto os serviços de deficiência quanto os de saneamento sobre a saúde pública entre os anos de 2001 e 2009 no Brasil. Dessa forma, os autores mencionados puderam constatar que, nesse período, as doenças infecciosas e parasitárias foram responsáveis por 4,51% dos óbitos de todo país. Diante desta discussão foi feito o questionamento com os entrevistados acerca da deficiência de Teixeira como vemos abaixo a pergunta objetiva sobre o problema primordial acerca do projeto que é a proximidade da lagoa ou de esgoto a céu aberto.

Os resultados apresentados na Figura 3 abaixo, demonstram uma percepção predominantemente negativa dos moradores em relação à qualidade da infraestrutura de saneamento básico e da rede de esgoto na área de residência. Observa-se que as categorias **"**Muito Má" e "Má" concentraram a maior parte das respostas, com 5 (33,3%) e 4 (26,7%) participantes, respectivamente, totalizando 60% das avaliações.

Figura 3 - Item do questionário sobre qualidade de infraestrutura de saneamento básico e da rede de esgoto de União – PI, Nordeste do Brasil.



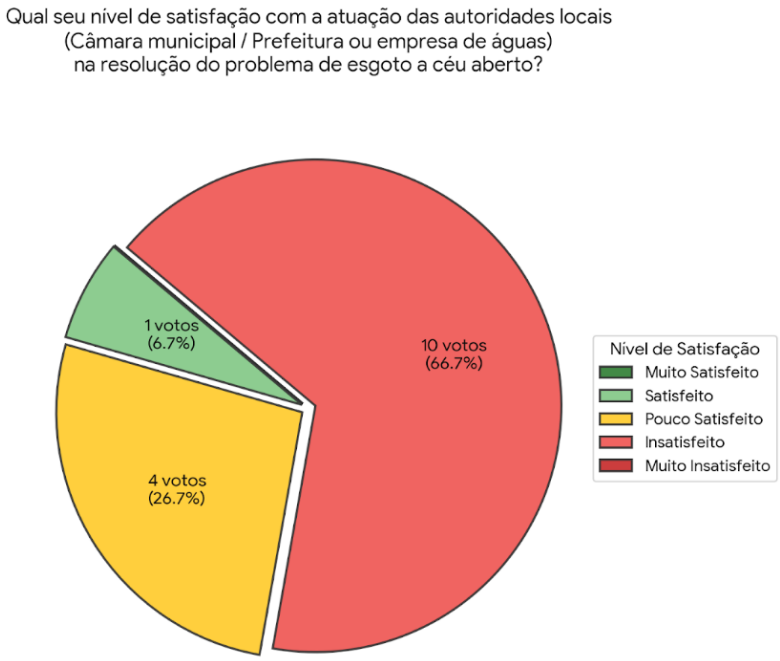
Fonte: Autores, 2026.

Por outro lado, apenas 1 respondente (6,7%) classificou a infraestrutura como "Boa", enquanto nenhum participante a considerou "Muito Boa". A categoria "Razoável**"** também apresentou frequência significativa, correspondendo a 5 respostas (33,3%). Esses resultados evidenciam a insatisfação da população com os serviços de saneamento e esgotamento sanitário oferecidos nos bairros estudados, refletindo a percepção dos moradores sobre a existência de problemas estruturais que afetam diretamente a qualidade de vida, a saúde pública e as condições ambientais da região.

De acordo com o art. 3º, I, da Lei nº 11.445/2007, modificada pela Lei nº 14.026/2020, saneamento básico correspondente a um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (Brasil, 2020a).

Deduz-se, a partir daí, que as regras legais dizem respeito às prestações referentes à execução de uma ampla variedade de intervenções públicas descritas anteriormente. Diante disso, foi feito um segundo item para os entrevistados acerca da satisfação com as autoridades locais e com a empresa responsável pela distribuição de água e tratamento de esgoto e compreender alguma forma de atuação para uma possível melhora na solução deste agravante socioambiental.

Figura 4 - nível de satisfação sobre a atuação das autoridades de União – PI, em relação à rede de esgoto.



Fonte: Autores, 2026.

Os resultados mostrados na Figura 4 revelam elevado nível de insatisfação dos moradores em relação à atuação das autoridades locais na resolução dos problemas relacionados ao esgoto a céu aberto nos bairros estudados. Observa-se que a maioria dos participantes, correspondente a 10 respondentes (66,7%), classificou sua satisfação como insatisfeita, enquanto 4 participantes (26,7%) declararam-se pouco satisfeitos. Apenas 1 respondente (6,7%) afirmou estar satisfeito com as ações desenvolvidas pelos órgãos responsáveis. Não foram registradas respostas nas categorias muito satisfeito e muito insatisfeito.

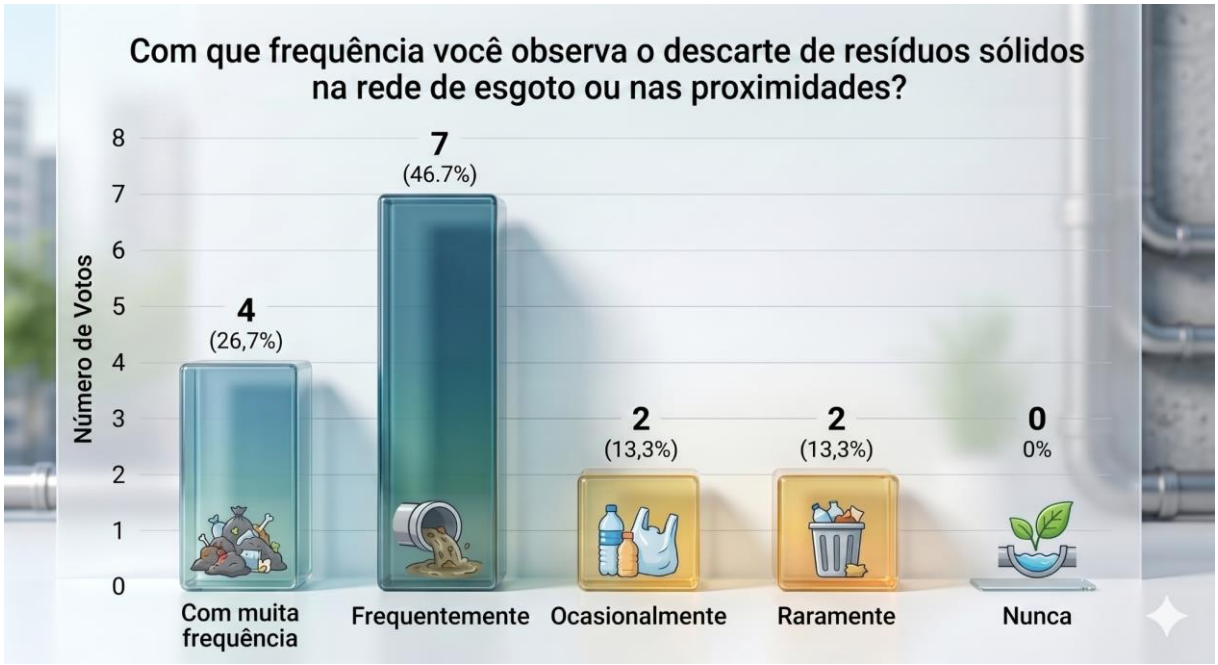
Esses resultados demonstram que a população percebe uma atuação insuficiente do poder público e das instituições responsáveis pela gestão do saneamento básico, indicando a necessidade de medidas mais efetivas para solucionar os problemas de esgotamento sanitário. A predominância de avaliações negativas demonstra ainda que os impactos causados pelo esgoto a céu aberto continuam afetando significativamente a qualidade de vida dos moradores, segundo relatado pelos próprios entrevistados, reforçando a urgência de investimentos em infraestrutura e políticas públicas voltadas para o saneamento ambiental.

Observou-se ainda a existência de áreas com infraestrutura urbana precária, caracterizadas pela ausência de pavimentação e iluminação pública, principalmente nas extremidades do bairro Vila Nova Conquista, onde predominam pequenas vias de areia conhecidas localmente como

"varedas". Ademais, os achados deste estudo se assemelham aos de muitos autores que abordam a temática. A preservação da qualidade da água, bem como alternativas de melhorias nas formas de uso/reuso figuram hoje em um cenário de discussões e debates, a nível global. Ademais, com relação à esgotos que, nada mais são do que, uma combinação de água e matéria orgânica (fezes, urina e água do serviço doméstico), 99% do volume do esgoto pode ser água e 1% ou mais. No caso de esgotos clandestinos ou os expostos a céu aberto, ainda contam com o descarte incorreto de lixo da população dos arredores.

Com isso, essa perspectiva teórica encontra respaldo na realidade observada nos bairros relatados, onde a ausência de canalização adequada e o descarte de resíduos são relacionados à formação desordenada da lagoa de esgoto a céu aberto na cidade como também à falta de saneamento adequado na periferia. Ademais, foi indagado aos entrevistados sobre a questão do descarte de resíduos, (Figura 5).

Figura 5 – Item do questionário sobre o descarte dos resíduos em União-PI, Nordeste do Brasil.



Fonte: Adaptado pelos autores com uso de IA generativa *Gemini*, 2026.

Os dados apresentados na Figura 5 mostram que o descarte inadequado de resíduos sólidos na rede de esgoto ou em suas proximidades é uma prática recorrente nos bairros analisados. Observa-se que a maior parte dos participantes, 7 respondentes (46,7%), afirmou observar essa situação frequentemente, enquanto 4 participantes (26,7%) relataram apresentá-la com muita frequência. Por outro lado, apenas 2 respondentes (13,3%) indicaram que o problema ocorre

ocasionalmente, e outros 2 (13,3%) afirmaram observá-lo raramente. Nenhum participante assinalou a alternativa "nunca", demonstrando que o descarte irregular de resíduos é uma realidade presente na percepção de todos os moradores entrevistados.

Esses resultados mostram um cenário preocupante, uma vez que o descarte de materiais como plásticos, óleos e lixo sólido na rede de esgotamento contribui para a obstrução das tubulações, o agravamento de alagamentos, a proliferação de vetores de doenças e a contaminação ambiental. Além disso, os dados indicam a necessidade de fortalecer ações de educação ambiental e de fiscalização por parte do poder público, visando conscientizar a população sobre os impactos dessa prática e promover o descarte adequado dos resíduos sólidos.

Segundo Jacobi (2003), geralmente, a discriminação entre o bom e o mau cheiro é importante desde que os cheiros agradáveis e desagradáveis requerem diferentes reações comportamentais e ações a serem tomadas. Mau cheiro nos alerta de perigo, baixa qualidade do ar, comida estragada, venenos, provavelmente com doença tudo que requer algumas decisões imediatas para ser feita e ação para ser tomada por exemplo, evitar ou retirar. Cheiros prazerosos, por outro lado, não necessitam de ação ou decisão imediata. De fato, a significância biológica de cheiros prazerosos não é imediatamente óbvia.

Acerca da temática de mau cheiro, foi apresentado aos entrevistados sobre os impactos do mau cheiro e da exposição à lagoa ou a falta de saneamento básico na qualidade de vida da sua família (Figura 6). Os dados avaliados demonstram que a grande maioria dos participantes percebe os impactos causados pelo mau cheiro, pela exposição a lagoas de esgoto e pela ausência de saneamento básico como um problema grave para a qualidade de vida de suas famílias. Observa-se que 7 respondentes (46,7%) classificaram esses impactos como muito graves, enquanto 6 participantes (40,0%) os consideraram graves. Apenas 1 respondente (6,7%) avaliou a situação como moderada e 1 (6,7%) como leve, não havendo registros para a categoria nenhum impacto. Dessa forma, 86,7% dos entrevistados atribuíram avaliações entre grave e muito grave, evidenciando a elevada percepção dos prejuízos causados pelas condições inadequadas de saneamento.

Figura 6 - Item do questionário sobre o impacto do mau cheiro e a exposição dos esgotos à céu aberto em União-PI, Nordeste do Brasil.



Fonte: Adaptado pelos autores e uso de IA generativa, 2026.

Esses resultados indicam que a população convive diariamente com situações que comprometem seu bem-estar físico, social e ambiental. A presença constante de esgoto a céu aberto e de odores desagradáveis pode favorecer a proliferação de vetores de doenças, aumentar os riscos à saúde pública e gerar desconforto para os moradores.

A Tabela 1, apresenta a percepção dos participantes do estudo, sobre a existência de lagoa ou esgoto a céu aberto.

Tabela 1 - Percepção dos moradores sobre a existência de lagoa ou esgoto a céu aberto nos locais de estudo, em União-PI, Nordeste do Brasil.

ENTREVISTADOS	Qual sua percepção sobre a existência de uma lagoa ou esgoto a céu aberto na sua região?
E1	É muito ruim. Prejudica muito. Não pode andar porque tem muita lama preta, pisar lá a pessoa até adoece.
E2	Acho ruim e perigoso pra quem tem criança. Às vezes a pessoa caminha e passa por dentro (do esgoto). Se tivesse calçamento creio que melhoraria mais na região.
E3	Muito ruim. O mau cheiro é a todo instante e o mau-estar com muita sujeira. A todo momento incomoda a família.
E4	É de impacto muito grande no bem-estar da população, o que afeta é o grande mau cheiro e infestação de insetos e pragas.
E5	Péssimo, muito ruim. Se pudesse não queria que existisse essa lagoa pois o mau cheiro incomoda até na hora de almoçar.
E6	Complicado, deveria ser (a lagoa) em um lugar afastado.

E7	Não é muito bom. Já fui até a lagoa e vi que é muito grande. Vi também que a água do riacho (do raiz) fica próximo e pode prejudicar.
E8	Mas a questão do vazamento da rede de esgoto nas ruas próximas. O mau cheiro que afeta mais aqui no caso nosso.
E9	Muito perigoso a exposição. Quando chove, sobe um mau cheiro por causa da proximidade.
E10	Acho que não deveria existir esse problema, devido ao mau cheiro e soube que a água da lagoa vai direto para o riacho. O pessoal ainda pesca lá.
E11	Erro muito grande. Mais é à noite e é obrigado a fechar as portas, já foi feito até denúncia.
E12	Muito ruim pois no inverno alaga tudo. A "catinga" é insuportável e o que era pra ser rua fica tudo cheio de lama.
E13	Muito impossível, já era pra ter pelo menos um calçamento, estão tipo alagados na rua perto que moram. Nada aparece ajuda.
E14	Não é muito bom não. Se fosse pelo menos tratada. Não sinto tanto o mau cheiro, o que mais incomoda é as "carniças" que jogam perto de casa.
E15	Péssimo. presenciei um caminhoneiro certo dia jogando caçamba de lixo dentro. O pior é o mau cheiro a tarde quando o tempo está parado.

Fonte: Autores, 2026.

O meio ambiente, em especial, lagos, rios e mares, também sofrem diretamente com o esgoto lançado de forma incorreta. Isso inclui os seres vivos que habitam esses ecossistemas. Além de prejudicar a utilização desses recursos naturais pelos humanos, a presença de esgoto na água aumenta a sua oxigenação, o que pode causar a morte de peixes e de outras formas de vida aquáticas. Isso sem falar no odor desagradável gerado pelo lançamento incorreto dos resíduos na natureza, algo que quem mora em grandes cidades já convive diariamente ao circular próximo aos rios que cortam a área urbana.

Diante desta afirmativa, vemos na Tabela 1, que mostra uma percepção amplamente negativa dos moradores em relação à existência de lagoas de esgoto e também a céu aberto na região estudada. De modo geral, os entrevistados associam esse problema à degradação da qualidade de vida, aos riscos à saúde pública e aos impactos ambientais causados pela falta de saneamento básico adequado. Entre os principais aspectos mencionados destacam-se o forte mau cheiro, a presença constante de lama e esgoto nas vias públicas, a proliferação de insetos e pragas, o risco de contaminação da população e a ocorrência de alagamentos durante o período chuvoso.

Os depoimentos também revelam preocupação com a segurança de crianças e moradores que transitam próximos às áreas afetadas, além de apontarem possíveis impactos sobre corpos hídricos da região, como a contaminação das águas utilizadas pela população. Diversos entrevistados relataram desconforto diário causado pelos odores desagradáveis e pela necessidade de manter portas e janelas fechadas em determinados horários. Além disso, observa-se uma percepção recorrente de abandono por parte do poder público, sendo frequentemente mencionada

a necessidade de obras de saneamento, drenagem e pavimentação para minimizar os problemas enfrentados pela comunidade.

No bairro Nova União, verificou-se a ocorrência de intenso mau cheiro proveniente da lagoa de esgoto localizada nas proximidades da área residencial. Essa situação foi especialmente evidenciada pelo relato do entrevistado E14, cuja residência se encontra próxima à lagoa. Durante a visita, também foi constatada a presença de um lago nas proximidades da lagoa de esgoto, fato que pode agravar ainda mais os impactos ambientais e os riscos de contaminação.

Dessa forma, as respostas qualitativas reforçam os resultados obtidos nos questionários quantitativos, demonstrando que a deficiência da infraestrutura de esgotamento sanitário representa um dos principais problemas socioambientais dos bairros analisados. Os relatos demostram que os impactos ultrapassam a dimensão ambiental, afetando diretamente a saúde, o bem-estar, a mobilidade e a qualidade de vida da população local, o que reforça a urgência da implementação de políticas públicas voltadas à ampliação da rede de saneamento básico e à recuperação das áreas degradadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das observações realizadas durante as visitas técnicas e nas entrevistas conduzidas com os moradores dos bairros Santa Helena, Vila Nova Conquista e Nova União, foi possível confirmar a existência de diversos problemas socioambientais relacionados à deficiência da infraestrutura de saneamento básico no município de União-PI. Os relatos dos entrevistados, aliados às evidências observadas em campo, demonstraram que a população convive diariamente com situações que comprometem a qualidade de vida, a saúde pública e a preservação ambiental.

Dessa forma, conclui-se que os problemas identificados resultam de um conjunto de fatores que envolvem tanto a insuficiência de investimentos e ações do poder público quanto práticas inadequadas por parte de alguns moradores, especialmente relacionadas ao descarte irregular de resíduos. Logo, torna-se indispensável a implementação de políticas públicas voltadas para a ampliação e modernização da rede de esgotamento sanitário, bem como o fortalecimento de ações de educação ambiental e fiscalização. Tais medidas são fundamentais para reduzir os impactos socioambientais observados, promover a saúde pública e garantir melhores condições de vida para a população dos bairros estudados.

Agradecimentos e Financiamento

Agradecemos ao Centro de Educação a Distância da Universidade Federal do Piauí – CEAD/UFPI, do Polo de União. Aos mestres e tutores do polo.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024**. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2024.

ACSELRAD, H. Vulnerabilidade ambiental, processos e relações. *In:* ACSELRAD, Henri (org.). **Conflitos ambientais no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2006.

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. do A.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

BAUMAN, Z. **Vidas desperdiçadas: a modernidade e seus excluídos**. Tradução de Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar, 2005.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 13 maio 2026.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 14 maio 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e outras leis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 98, p. 44, 24 maio 2016.

GIESTA, J. P.; NETO, C. O. A.; SCUDELARI, U. M. C. Impactos da implantação de sistemas de esgotamento sanitário sobre doenças infecciosas e parasitárias em um bairro da cidade de Natal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. ***Anais...*** Rio de Janeiro: ABES, 2005. p. 1-9.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) 2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 24 jun. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/. Acesso em: 24 jun. 2026.

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189-205, 2003.

LOPES, W. S.; RODRIGUES, A. C. L.; FEITOSA, P. H. C.; COURA, M. A.; OLIVEIRA, R. Determinação de um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário: estudo de caso da cidade de Campina Grande, Paraíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 1, p. 1-12, 2016.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Relatório Nacional sobre Biodiversidade**. Brasília: MMA, 2023.

MORAIS, W. A.; OLIVEIRA, A. A.; CARVALHO, J. A.; *et al.* Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 361-367, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **The Sustainable Development Goals Report 2023.** New York: United Nations, 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2022: special focus on gender**. Geneva: WHO; UNICEF, 2023.

PAIVA, R. F. P. S.; SOUZA, M. F. P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, e00017316, 2018.

SACHO, S. D.; HORA, K. E. Panorama do saneamento básico na Região Metropolitana de Goiânia. **Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, v. 15, n. 41, p. 498-522, 2017.

SILVA, M. E. A.; COSTA, J. R. Danos ambientais e vulnerabilidade social em torno de esgotos a céu aberto. **Revista E-Civis**, v. 23, n. 1, p. 45-60, 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico Temático: Água e Esgotos – 2024**. Brasília: Ministério das Cidades, 2024.

SOUZA, A. B. *et al.* Esgoto a céu aberto: impactos socioambientais e desafios da gestão pública em áreas periféricas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 112-125, 2025.

TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, G. S. de; VIALI, A. M.; MUNIZ, S. S. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 87-96, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-41522014000100010. Acesso em: 14 maio 2026.

TRATA BRASIL. **Benefícios Econômicos da Expansão do Saneamento Brasileiro 2024**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2024.

TUCCI, C. E. M. **Gestão das águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, 2012.

CAPÍTULO 4

A PSICULTURA COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: APRENDENDO SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA E SUSTENTABILIDADE

AQUACULTURE AS A TOOL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION: LEARNING ABOUT WATER QUALITY AND SUSTAINABILITY

Janete Barros da Silva
Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/PRODEMA,Teresina-PI, Brasil

Gilson Viana Claudino Filho
Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), União-PI, Brasil

Luís Gonzaga de Araújo Júnior
Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), União-PI, Brasil

Francisco das Chagas Silva Barros
Graduando em Letras Inglês pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Brasil

Maria do Amparo de Moura Macêdo
Doutora em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina - PI, Brasil

Oskar de Almeida Silva
Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina - PI, Brasil

Santina Barbosa de Sousa
Doutora em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Docente da Secretaria de Educação do Estado do Piauí (SEDUC-PI), Teresina-PI, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1265

Resumo: A piscicultura é o ramo da ciência que trata da criação racional de organismos aquáticos, especificamente dos peixes. Sua consolidação, nas últimas décadas, como um componente relevante das cadeias produtivas de alimentos, da segurança alimentar e do desenvolvimento rural tem se tornado cada vez mais relevante. Objetivou-se investigar o potencial da piscicultura como ferramenta de educação ambiental para o ensino sobre qualidade da água e práticas de sustentabilidade entre estudantes do ensino médio da Escola CETI Manoel Otávio, na zona urbana de União-PI. A metodologia seguiu uma abordagem qualitativa, exploratória, descritiva e analítica, a fim de analisar a percepção dos discentes acerca dos conhecimentos básicos sobre educação ambiental, sustentabilidade e práticas de piscicultura, bem como realizar análises dos principais parâmetros da qualidade da água, como pH, oxigênio e temperatura. Um formulário semiestruturado foi aplicado para a coleta das questões temáticas dos estudantes. Os resultados demonstraram que os parâmetros de qualidade da água permaneceram dentro das faixas adequadas para o cultivo de tilápias, evidenciando a eficiência do manejo adotado. Além disso, os estudantes apresentaram conhecimentos satisfatórios sobre piscicultura, qualidade da água, educação ambiental e sustentabilidade, reconhecendo a importância do uso racional dos recursos hídricos e da preservação ambiental. Foram observadas mudanças de hábitos relacionadas à economia de água, ao descarte adequado de resíduos e à maior conscientização ambiental. Conclui-se que a piscicultura constitui uma ferramenta pedagógica para o ensino, favorecendo a integração entre teoria e prática, o desenvolvimento da consciência ambiental e a adoção de atitudes sustentáveis pelos estudantes.

Palavras-chave: Ecossistemas. Ensino. Escola. Sustentabilidade.

Abstract: Fish farming is the branch of science concerned with the rational cultivation of aquatic organisms, specifically fish. Over the past decades, it has become an increasingly important component of food production systems, food security, and rural development. This study aimed to investigate the potential of fish farming as an environmental education tool for teaching water quality and sustainability practices among high school students at CETI Manoel Otávio School, located in the urban area of União, Piauí, Brazil. The methodology followed a qualitative, exploratory, descriptive, and analytical approach to assess students' perceptions of basic concepts related to environmental education, sustainability, and fish farming practices, as well as to evaluate the main water quality parameters, including pH, dissolved oxygen, and temperature. A semi-structured questionnaire was administered to collect students' responses on the proposed themes. The results demonstrated that water quality parameters remained within the appropriate ranges for tilapia cultivation, highlighting the effectiveness of the management practices adopted. Furthermore, the students showed satisfactory knowledge of fish farming, water quality, environmental education, and sustainability, recognizing the importance of the rational use of water resources and environmental conservation. Changes in behavior were also observed, including greater water conservation, proper waste disposal, and increased environmental awareness. It is concluded that fish farming constitutes an effective pedagogical tool for teaching, promoting the integration of theory and practice, fostering environmental awareness, and encouraging the adoption of sustainable attitudes among students.

Keywords: Ecosystems. Education. School. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a aquicultura consolidou-se como uma das atividades agropecuárias de maior crescimento em escala mundial, desempenhando papel estratégico na segurança alimentar,

na geração de renda, no desenvolvimento regional e na oferta de proteínas de elevado valor nutricional. Entre seus diversos segmentos, destaca-se a piscicultura, definida como o conjunto de técnicas voltadas à criação racional de peixes em ambientes controlados ou manejados, utilizando princípios científicos que objetivam otimizar o crescimento dos organismos, garantir seu bem-estar e promover o uso sustentável dos recursos naturais. Além de sua importância econômica, a piscicultura tem assumido novas funções sociais, ambientais e educativas, tornando-se um espaço privilegiado para a difusão de conhecimentos relacionados aos ecossistemas aquáticos, à conservação ambiental e à sustentabilidade.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a aquicultura representa atualmente o setor de produção de alimentos de origem animal que mais cresce no mundo, superando inclusive o crescimento observado na pesca extrativista. Tal expansão decorre do aumento da demanda mundial por alimentos, do crescimento populacional, da necessidade de diversificação das fontes proteicas e da redução dos estoques pesqueiros naturais, fatores que impulsionaram investimentos em tecnologias de produção aquícola mais eficientes e ambientalmente responsáveis.

No cenário brasileiro, a piscicultura apresenta crescimento contínuo impulsionado pela disponibilidade de recursos hídricos, pela expansão do mercado consumidor e pelo desenvolvimento de novas tecnologias de manejo. A produção nacional de tilápia (*Oreochromis niloticus*), por exemplo, consolidou-se como uma das principais cadeias produtivas aquícolas do país, sendo responsável por significativa parcela da produção aquícola brasileira. Esse crescimento, entretanto, traz consigo novos desafios relacionados à conservação dos recursos naturais, especialmente à qualidade da água, ao tratamento de efluentes, à eficiência alimentar e à manutenção do equilíbrio ecológico dos ambientes aquáticos.

A água constitui o principal recurso utilizado na piscicultura e, simultaneamente, o componente ambiental mais sensível desse sistema produtivo. Diferentemente de outras atividades agropecuárias, nas quais a água atua apenas como insumo, na piscicultura ela representa o próprio ambiente onde ocorre todo o ciclo biológico dos organismos cultivados. Dessa forma, pequenas alterações em suas características físicas, químicas ou biológicas podem comprometer diretamente o metabolismo, o crescimento, a reprodução, a imunidade e a sobrevivência dos peixes.

Entre os principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da água destacam-se a temperatura, o potencial hidrogeniônico (pH), o oxigênio dissolvido, a alcalinidade, a dureza, a concentração de amônia, nitrito, nitrato, transparência e sólidos suspensos. Esses indicadores refletem diretamente as condições ambientais do viveiro e permitem compreender as relações

existentes entre organismos vivos, processos ecológicos e impactos antrópicos. Consequentemente, o monitoramento contínuo desses parâmetros torna-se indispensável tanto para o sucesso produtivo quanto para a conservação ambiental.

A crescente preocupação mundial com as mudanças climáticas, a degradação dos recursos hídricos e a perda da biodiversidade também ampliou o interesse pela educação ambiental como instrumento de transformação social. Desde a Conferência de Estocolmo, em 1972, passando pela Conferência de Tbilisi (1977), pela Eco-92 e pela Agenda 2030, consolidou-se internacionalmente a compreensão de que os problemas ambientais somente poderão ser enfrentados mediante processos educativos permanentes, capazes de formar cidadãos críticos, conscientes e comprometidos com práticas sustentáveis.

No Brasil, essa perspectiva ganhou respaldo jurídico por meio da Constituição Federal de 1988 e, posteriormente, da Lei nº 9.795/1999, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). A legislação estabelece que a educação ambiental deve estar presente em todos os níveis e modalidades de ensino, promovendo a construção de conhecimentos, habilidades, valores, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente e para a melhoria da qualidade de vida das populações.

Sob essa perspectiva, a escola assume papel fundamental na formação de sujeitos ambientalmente responsáveis. Entretanto, diversos autores têm ressaltado que a educação ambiental não deve restringir-se à transmissão de conteúdos teóricos. Pelo contrário, necessita desenvolver metodologias ativas capazes de aproximar os estudantes das situações concretas do cotidiano, favorecendo experiências práticas que estimulem a observação, a investigação científica, a resolução de problemas e a construção coletiva do conhecimento.

Autores como Jacobi (2003), Reigota (2017), Loureiro (2012) e Gadotti (2008) defendem que práticas pedagógicas contextualizadas contribuem significativamente para o desenvolvimento da cidadania ambiental, pois permitem que os estudantes compreendam a relação existente entre sociedade, natureza e desenvolvimento sustentável. Nessa perspectiva, atividades experimentais, projetos interdisciplinares, hortas escolares, viveiros, laboratórios naturais e sistemas de produção sustentável constituem importantes espaços educativos.

É exatamente nesse contexto que a piscicultura escolar adquire relevância pedagógica. Muito além da criação de peixes, ela transforma-se em um verdadeiro laboratório vivo, permitindo que professores e estudantes investiguem fenômenos biológicos, químicos, físicos e ecológicos presentes nos ambientes aquáticos. Durante o acompanhamento do cultivo, os estudantes podem compreender conceitos relacionados ao ciclo da água, cadeias alimentares, microbiologia, ecologia,

fotossíntese, respiração, ciclagem de nutrientes, biodiversidade, qualidade ambiental e sustentabilidade, estabelecendo conexões entre diferentes áreas do conhecimento.

A utilização da piscicultura em ambientes escolares encontra respaldo nas concepções contemporâneas da educação ambiental, que defendem práticas pedagógicas contextualizadas, interdisciplinares e voltadas à resolução de problemas reais. Nessa perspectiva, a educação ambiental deixa de ser compreendida apenas como um conjunto de conteúdos relacionados à conservação da natureza e passa a constituir um processo permanente de formação cidadã, capaz de desenvolver valores, competências e atitudes voltadas para a sustentabilidade. Conforme afirmam Loureiro (2012) e Reigota (2017), educar ambientalmente significa possibilitar que os indivíduos compreendam criticamente as relações entre sociedade e natureza, reconhecendo-se como agentes ativos na construção de um modelo de desenvolvimento socialmente justo e ecologicamente equilibrado.

No contexto escolar, a educação ambiental deve favorecer experiências concretas que despertem a curiosidade científica dos estudantes, promovam o pensamento investigativo e fortaleçam a capacidade de interpretar fenômenos naturais presentes no cotidiano. Jacobi (2003) destaca que práticas educativas contextualizadas possibilitam maior envolvimento dos estudantes com os problemas ambientais locais, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais significativo e contribuindo para a formação de cidadãos críticos e participativos. Dessa forma, atividades práticas desenvolvidas em laboratórios, hortas, jardins, viveiros e sistemas de produção sustentável representam importantes recursos metodológicos para integrar teoria e prática.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça essa perspectiva ao estabelecer que a educação básica deve promover o desenvolvimento de competências voltadas ao pensamento científico, crítico e criativo, estimulando os estudantes a investigar, formular hipóteses, interpretar dados e propor soluções para desafios socioambientais (Brasil, 2018). Nesse sentido, projetos pedagógicos que utilizam a piscicultura como ferramenta educativa aproximam os conteúdos curriculares das situações reais vivenciadas pelos estudantes, favorecendo aprendizagens contextualizadas e interdisciplinares.

Segundo Kubitza (2015), o monitoramento sistemático da qualidade da água constitui uma das práticas mais importantes no manejo aquícola, uma vez que permite identificar alterações ambientais antes que provoquem prejuízos à produção. Entre os parâmetros de maior relevância destacam-se a temperatura, o potencial hidrogeniônico (pH), o oxigênio dissolvido, a transparência, a alcalinidade, a dureza, a concentração de amônia, nitrito e nitrato, os quais atuam de forma integrada sobre o metabolismo dos peixes e sobre o equilíbrio ecológico dos viveiros.

Além de sua importância produtiva, esses parâmetros representam excelentes recursos didáticos para o ensino de Ciências. A aferição do pH, por exemplo, possibilita discutir conceitos relacionados aos ácidos e bases, às reações químicas e ao equilíbrio ambiental. A análise do oxigênio dissolvido permite compreender os processos de respiração dos organismos aquáticos, fotossíntese das algas e decomposição da matéria orgânica. Da mesma forma, a avaliação da temperatura da água favorece discussões sobre metabolismo, clima, radiação solar e adaptação fisiológica dos seres vivos. Assim, conteúdos tradicionalmente apresentados de forma abstrata tornam-se concretos quando observados diretamente nos sistemas de criação de peixes.

Além do desenvolvimento cognitivo, experiências educativas envolvendo piscicultura contribuem significativamente para a formação de valores relacionados à responsabilidade socioambiental. Conforme Gadotti (2008), a educação para a sustentabilidade deve estimular mudanças de comportamento, incentivando práticas cotidianas de conservação dos recursos naturais, uso racional da água, redução do desperdício e respeito à biodiversidade. Essas atitudes são fortalecidas quando os estudantes participam diretamente das atividades práticas, estabelecendo vínculos afetivos com os ambientes naturais e compreendendo as consequências de suas ações sobre os ecossistemas.

Estudos recentes também evidenciam que projetos de aquicultura educativa favorecem a integração entre escola e comunidade, ampliando o alcance social das ações de educação ambiental. Vilaça *et al.* (2022) destacam que sistemas aquícolas implantados em instituições de ensino permitem a articulação entre diferentes componentes curriculares, promovendo atividades de pesquisa, extensão e divulgação científica. De maneira semelhante, Yuan *et al.* (2023) ressaltam que a aquicultura moderna deve incorporar estratégias educativas voltadas à sustentabilidade, contribuindo para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente aqueles relacionados à educação de qualidade (ODS 4), água limpa e saneamento (ODS 6), consumo e produção responsáveis (ODS 12) e proteção da vida na água (ODS 14).

A crescente preocupação internacional com as mudanças climáticas, a escassez de água doce, a perda da biodiversidade e o aumento da demanda por alimentos sustentáveis tem impulsionado governos, instituições de ensino e centros de pesquisa a desenvolverem estratégias capazes de conciliar desenvolvimento econômico, conservação ambiental e inclusão social. Nesse cenário, a Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Agenda 2030, estabeleceu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), considerados um compromisso global para enfrentar os principais desafios socioambientais contemporâneos. Entre esses objetivos, destacam-se o ODS 4 (Educação de Qualidade), o ODS 6 (Água Potável e Saneamento), o ODS 12

(Consumo e Produção Responsáveis), o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e o ODS 14 (Vida na Água), os quais apresentam estreita relação com a promoção de práticas educativas voltadas ao uso sustentável dos recursos hídricos e à conservação dos ecossistemas aquáticos (United Nations, 2015).

Sob essa perspectiva, a utilização da piscicultura como recurso didático também contribui para aproximar a pesquisa científica do ambiente escolar. Ao participar de atividades de monitoramento da água, coleta de dados, observação do comportamento dos organismos e análise dos resultados obtidos, os estudantes vivenciam etapas semelhantes às desenvolvidas em investigações científicas, compreendendo que o conhecimento não é produzido apenas em laboratórios universitários, mas também pode ser construído por meio da observação sistemática da realidade. Essa aproximação favorece o desenvolvimento da curiosidade científica, da autonomia intelectual e da capacidade de argumentação baseada em evidências, competências consideradas essenciais para a formação cidadã no século XXI (Moran, 2018).

Embora existam inúmeros estudos voltados ao desempenho produtivo da piscicultura, ao melhoramento genético, à nutrição animal e às tecnologias de cultivo, observa-se que ainda são relativamente escassas as pesquisas que investigam seu potencial como ferramenta pedagógica na educação básica, especialmente associando o ensino de parâmetros de qualidade da água à formação da consciência ambiental dos estudantes. Grande parte das investigações concentra-se nos aspectos zootécnicos e econômicos da atividade, enquanto os impactos educacionais decorrentes da utilização dos sistemas aquícolas como ambientes de aprendizagem permanecem pouco explorados na literatura nacional.

Essa lacuna torna-se ainda mais evidente quando se observa a reduzida quantidade de estudos desenvolvidos em escolas públicas de ensino médio localizadas em municípios do interior brasileiro, onde frequentemente os recursos destinados às atividades experimentais são limitados. Nesses contextos, iniciativas que utilizam estruturas produtivas existentes ou de baixo custo como espaços educativos podem representar alternativas viáveis para fortalecer o ensino de Ciências e ampliar a inserção da educação ambiental nas práticas pedagógicas. Além disso, experiências dessa natureza favorecem a aproximação entre universidade, escola e comunidade, fortalecendo a extensão universitária, a popularização da ciência e a construção coletiva do conhecimento.

No município de União, estado do Piauí, onde a investigação foi desenvolvida, a implementação de atividades envolvendo piscicultura educativa representa uma oportunidade de aproximar os estudantes das potencialidades produtivas e ambientais existentes em sua própria região. Ao reconhecerem a importância da água para os sistemas naturais, para a produção de

alimentos e para o desenvolvimento socioeconômico local, os estudantes passam a compreender que sustentabilidade não constitui um conceito abstrato, mas uma prática construída diariamente por meio de atitudes individuais e coletivas.

Diante desse contexto, o presente estudo parte do pressuposto de que a aprendizagem se torna mais significativa quando os conhecimentos científicos são construídos a partir da realidade vivenciada pelos próprios estudantes. Assim, buscou-se responder à seguinte questão norteadora: de que maneira a piscicultura pode contribuir como ferramenta de educação ambiental para o ensino de conceitos relacionados à qualidade da água e à sustentabilidade entre estudantes do ensino médio?

Para responder a esse questionamento, objetivou-se investigar o potencial da piscicultura como ferramenta de educação ambiental para o ensino de conceitos sobre qualidade da água e práticas de sustentabilidade entre estudantes do ensino médio da Escola CETI Manoel Otávio, localizada na zona urbana do município de União, Piauí. Especificamente, pretendeu-se analisar a percepção dos estudantes acerca dos principais parâmetros de qualidade da água, avaliar o conhecimento relacionado às práticas sustentáveis desenvolvidas no sistema de cultivo e discutir as contribuições dessa experiência para o fortalecimento da educação ambiental no contexto escolar.

Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para ampliar as discussões sobre metodologias inovadoras no ensino de Ciências, oferecendo subsídios para a implementação de projetos educativos que integrem conservação ambiental, recursos hídricos e produção sustentável. Além disso, pretende-se fortalecer a compreensão de que a piscicultura, quando utilizada como instrumento pedagógico, ultrapassa sua função produtiva e passa a constituir um espaço de formação científica, cidadã e ambiental, alinhado aos princípios da sustentabilidade e aos desafios educacionais do século XXI.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Unidade Escolar Centro Estadual de Tempo Integral Manoel Otávio, localizada no Bairro São Sebastião, do município de União, Piauí, através de uma pesquisa de abordagem quali-quantitativa de natureza aplicada com objetivos exploratórios e descritivos, a fim de analisar a percepção dos discentes acerca dos conhecimentos básicos sobre educação ambiental, sustentabilidade e práticas de piscicultura. A escola possui 139 alunos matriculados, nas modalidades de Ensino Médio Integrado profissional distribuídos nos turnos matutino e vespertino.

O município de União está localizado na microrregião de Teresina e na mesorregião Centro-Norte Piauiense, compreendendo área de 1.170,742 km², tendo como limites ao norte os municípios de Miguel Alves e Lagoa Alegre, ao sul Teresina e José de Freitas, a leste José de Freitas e Lagoa Alegre e a oeste o Estado do Maranhão, fazendo divisa com os municípios maranhenses de Caxias e Coelho Neto (Aguiar, 2004). Segundo o Censo Demográfico de 2022 do IBGE, a população total é de 47.896 habitantes, apresentando densidade demográfica de 39,39 hab./km² (IBGE, 2022). Possui temperaturas mínimas de 24 °C e máximas de 39 °C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.440,7 mm. A região é caracterizada por uma vegetação de Cerrado e Caatinga (Aguiar, 2004). Segue o mapa de localização.

Figura 1 - Mapa de localização da Unidade Escolar Centro Estadual de Tempo Integral Manoel Otávio e União, Piauí, Brasil.



Fonte: Dados do IBGE, 2022, adaptado pelos autores, 2026.

2.2 Área de Estudo e Público-alvo

A pesquisa foi realizada na Unidade Escolar Centro Estadual de Tempo Integral Manoel Otávio. Foi entrevistada uma amostra de 10 alunos de um total de 30 participantes, com idades que variam entre 16 e 20 anos, todos do 3º ano do ensino médio. Foram feitos o registro de participação deles, o engajamento na atividade e a interação com os conceitos ambientais, e a análise dos principais parâmetros da qualidade da água, como pH, oxigênio dissolvido e temperatura. Ao final do ciclo, os alunos participaram da despesca dos peixes, bem como da limpeza, da filetagem e

comercialização na feira da escola. A água dos tanques foi destinada à fertirrigação das lavouras e hortaliças da escola.

Foi feita uma avaliação de mudanças nas atitudes, percepções e intenções de comportamento sustentável dos estudantes através de formulário, entrevistas e coletiva sobre o entendimento e as atitudes deles, antes e após a intervenção pedagógica, relatórios de monitoramento e registros fotográficos das atividades e protocolos de manejo.

2.3 Metodologia da pesquisa

Para fundamentação e argumentação da temática, foi realizada uma revisão da literatura sobre piscicultura, qualidade da água, educação ambiental e sustentabilidade, com análise de documentos institucionais, diretrizes curriculares e materiais pedagógicos relacionados ao ensino de Ciências. Paralelamente à revisão, foi feita a instalação de 3 tanques de criação de peixes, cada um com capacidade de 30 mil litros de água, totalizando 90 mil litros, onde cada tanque recebeu 666 alevinos de peixes da espécie Tilápia (*Oreochromis nilolicus*). Os tanques possuem 3 filtros para limpeza e reaproveitamento da água, evitando desperdício. Foi realizado o monitoramento diário de parâmetros da qualidade da água (oxigênio dissolvido, PH, temperatura, turbidez, carga de nutrientes). Além disso, levando em consideração as normas de bem-estar animal e segurança, foi feito o arraçoamento diário dos peixes em horários específicos, bem como sua biometria mensal, como parte das atividades práticas.

2.4 Aspectos éticos e legais da pesquisa

A pesquisa observou os princípios éticos que regem estudos envolvendo seres humanos. Todos os participantes, ou seus responsáveis legais quando aplicável, foram devidamente informados sobre os objetivos, procedimentos, benefícios e possíveis riscos da pesquisa, manifestando sua concordância por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE-anexo). O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, acompanhado de folha de rosto.

Foram assegurados o anonimato, a confidencialidade das informações coletadas e o direito de desistência da participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo aos participantes. O estudo foi conduzido em conformidade com os preceitos éticos estabelecidos pela Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, respeitando os princípios da autonomia, beneficência, não maleficência, justiça e equidade de cada participante.

2.5 Análise dos dados

Os dados qualitativos foram analisados por meio da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016), seguindo as etapas de pró-análise, exploração do material e interpretação dos resultados.

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e analisados por meio de estatística descritiva, utilizando frequências, médias e percentuais.

Foram realizadas a categorização e interpretação dos relatos, resultados e observações, buscando identificar padrões de aprendizagem, engajamento e desenvolvimento de consciência ambiental, comparação de indicadores de qualidade da água, bem como seu reaproveitamento e respostas de questionários, quando aplicável, para avaliar mudanças no conhecimento e nas atitudes dos alunos.

Esta metodologia integra teoria e prática, permitindo que os estudantes aprendam conceitos científicos e ambientais de forma aplicada, ao mesmo tempo em que desenvolvem atitudes e comportamentos que abordem práticas sustentáveis, como o uso correto da água na piscicultura. A abordagem também oferece subsídios para propor diretrizes pedagógicas que articulam produção aquícola, monitoramento da água e educação ambiental no ambiente escolar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste estudo contribuem para a compreensão do panorama da piscicultura na escola investigada, bem como da percepção dos estudantes acerca dos aspectos ambientais relacionados à criação de peixes. Além disso, permitem identificar o nível de conhecimento dos participantes sobre os impactos e a importância das práticas sustentáveis no contexto da atividade aquícola. A imagem (Figura 2), mostra os participantes do estudo em prática, realizando as análises da água e demais parâmetros descritos na metodologia do trabalho.

Figura 2 – Atividades práticas de monitoramento da qualidade da água realizadas pelos alunos do CETI Manoel Otávio na piscicultura, da cidade de União – PI.



Fonte: Autores, 2026.

Com base nos dados das análises realizadas pelos alunos, os parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido e pH dos três tanques apresentaram pouca variação e permaneceram dentro das faixas consideradas adequadas para a piscicultura. As temperaturas oscilaram entre 23 e 29 °C, com valores um pouco mais elevados no período da tarde, algo já esperado em função da incidência solar. Os níveis de oxigênio dissolvido variaram de 6,0 a 9,9 mg/L, mantendo-se dentro dos valores adequados recomendados para o cultivo de peixes, graças ao uso de sopradores presentes nos três tanques, enquanto o pH permaneceu entre 7,0 e 9,0, indicando condições favoráveis ao desenvolvimento dos organismos aquáticos.

Observou-se que os três tanques apresentaram comportamento semelhante nos parâmetros monitorados, indicando estabilidade da qualidade da água durante o período avaliado, isso se deve à circulação constante da água e ao seu processo de filtragem (Quadro 1, 2, 3). Pequenas mudanças nos valores de oxigênio dissolvido e pH podem estar relacionadas às variações diárias da temperatura, à atividade fotossintética e ao metabolismo dos organismos nos viveiros. Esses resultados indicam que o manejo adotado nos tanques foi eficiente para manter condições ideais ao desenvolvimento dos peixes. Os dados também mostram que os alunos conseguiram realizar o monitoramento dos principais parâmetros físico-químicos da água, evidenciando a importância do acompanhamento diário desses indicadores para a produção sustentável de peixes. De acordo com Costa *et al.* (2022), o controle de variáveis como temperatura e pH é fundamental para auxiliar no manejo da piscicultura e garantir melhores condições de cultivo.

Quadro 1 – Análises da Qualidade da Água (Temperatura, oxigênio e pH).

Tanque 1

Data	Temp. M	Temp. T	O.D. M	O.D. T	pH M	pH T
29/09/25	25	27	8,0	9,0	8,0	9,0
30/09/25	26	27	8,0	8,0	8,0	9,0
01/10/25	26	26	8,0	8,0	8,0	9,0
02/10/25	26	27	8,0	8,0	8,0	9,0
03/10/25	25	28	8,0	9,0	8,0	9,0
04/10/25	26	28	9,0	9,0	8,0	9,0
05/10/25	25	28	8,0	8,0	8,0	9,0
06/10/25	24	28	8,0	8,0	8,0	9,0
07/10/25	23	27	9,0	9,0	8,0	9,0
08/10/25	24	28	9,0	9,0	9,0	8,0
09/10/25	24	28	8,0	9,0	8,0	9,0
10/10/25	26	28	9,0	9,9	8,0	9,0
11/10/25	27	28	9,0	9,0	8,0	9,0
12/10/25	27	27	9,0	9,0	8,0	9,0

Tanque 2

Data	Temp. M	Temp. T	O.D. M	O.D. T	pH M	pH T
29/09/25	25	26	7,0	7,0	7,5	8,0
30/09/25	25	26	8,0	8,0	8,0	8,5
01/10/25	25	26	8,0	9,0	8,0	9,0
02/10/25	26	28	9,0	9,0	7,5	8,0
03/10/25	25	26	8,0	9,0	7,5	7,0
04/10/25	26	27	9,0	9,0	7,5	8,0
05/10/25	25	28	8,0	8,0	8,0	9,0
06/10/25	24	28	8,0	8,0	8,0	9,0
07/10/25	24	27	9,0	9,0	8,0	9,0
08/10/25	24	28	9,0	9,0	9,0	9,0
09/10/25	24	28	8,0	9,0	8,0	9,0
10/10/25	27	28	9,0	9,0	8,0	9,0
11/10/25	26	28	8,0	9,0	8,0	8,5
12/10/25	25	27	8,0	9,0	8,0	8,5

Tanque 3

Data	Temp. M	Temp. T	O.D. M	O.D. T	pH M	pH T
29/09/25	24	26	8,0	6,0	7,5	9,0
30/09/25	25	27	7,0	8,0	8,0	8,5
01/10/25	25	26	8,0	9,0	8,0	9,0
02/10/25	24	28	9,0	9,0	7,5	8,5
03/10/25	25	26	7,0	9,0	7,5	7,0
04/10/25	28	29	9,0	9,0	8,0	9,0
05/10/25	25	27	8,0	9,0	8,5	9,0
06/10/25	24	27	9,0	9,0	7,5	8,0
07/10/25	25	27	9,0	9,0	8,0	9,0
08/10/25	24	28	9,0	9,0	8,0	8,0
09/10/25	24	28	8,0	9,0	8,0	8,0

10/10/25	26	28	9,0	9,0	8,0	7,0
11/10/25	26	28	8,5	9,0	8,0	8,5
12/10/25	25	27	8,0	9,0	8,5	9,0

Legendas: Temp. M= Temperatura Manhã; **Temp. T=** Temperatura Tarde

O.D. M= Oxigênio Dissolvido Manhã; **O.D. T=** Oxigênio Dissolvido Tarde

pH M= pH Manhã; **pH T=** pH Tarde

3.1 Percepção ambiental dos alunos do 3° ano da escola CETI Manoel Otávio sobre piscicultura, parâmetros de qualidade da água, educação ambiental e sustentabilidade.

Os resultados desta pesquisa demonstraram que os alunos do 3º ano do CETI Manoel Otávio possuem uma boa percepção sobre a piscicultura, associando-a principalmente à criação de peixes em ambientes controlados, como tanques, viveiros e açudes (Tabela 1). As respostas apresentaram coerência com o conceito técnico da atividade, evidenciando que os estudantes compreendem a piscicultura como uma atividade voltada à produção de alimentos, comercialização e preservação de espécies. Segundo Castro Junior *et al.* (2022), a aquicultura caracteriza-se como um sistema de produção de organismos aquáticos em ambiente controlado, destacando-se por seu potencial sustentável e rápido retorno econômico.

Além disso, alguns dos entrevistados relacionaram a piscicultura à geração de renda, empreendedorismo e formação educacional. O entrevistado 1 mencionou os sistemas de criação intensivos, semintensivos e extensivos, além da importância do projeto para ampliar conhecimentos e oportunidades na escola. Já o entrevistado 4 destacou os benefícios financeiros e educacionais da atividade, demonstrando uma visão mais ampla sobre seu impacto social (Quadro 2).

Outro fator relevante que observamos foi a percepção sobre a necessidade de controle ambiental na criação de peixes. O entrevistado 8 ressaltou a importância da regulação da água e do manejo adequado dos peixes, indicando compreensão sobre a qualidade da água e o desenvolvimento dos animais. Esse resultado evidencia que as práticas desenvolvidas no ambiente escolar contribuem para a formação da consciência ambiental e para o entendimento de práticas sustentáveis. Os dados mostram que os alunos possuem conhecimentos básicos e, em alguns casos, mais aprofundados sobre o que é a piscicultura, graças às experiências práticas e ações educativas promovidas pela escola. Resultados semelhantes foram observados por Marques *et al.* (2022), que identificaram em estudantes de escolas públicas e privadas interesse pelas questões ambientais e consciência sobre a necessidade de preservação do meio ambiente.

Quadro 2 - Percepção dos alunos acerca da piscicultura em União-PI.

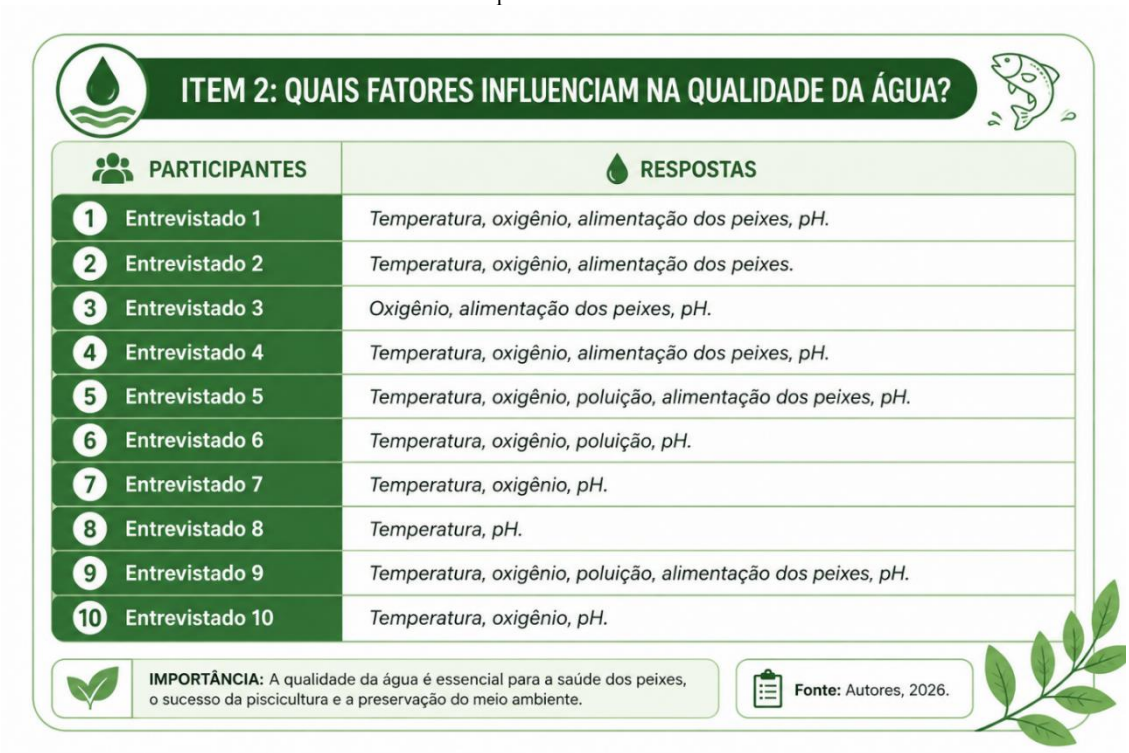
PARTICIPANTES	ITEM 1: O que você entende por piscicultura?
Entrevistado 1	*É o sistema de criatório de peixes, podendo ser intensivo, semi-intensivo e extensivo, e serve para quem é empreendedor. Um projeto que vem ajudando escolas a terem mais conhecimentos na área e dando mais oportunidades.*
Entrevistado 2	*É a criação de peixes tanto em tanques suspensos, como em tanques escavados.*
Entrevistado 3	*Criação de peixes em tanques.*
Entrevistado 4	*É uma prática de criar peixes, muito fácil de aprender, que pode ajudar tanto na questão financeira, como no currículo escolar.*
Entrevistado 5	*É a criação de peixes em tanques, viveiros ou açudes para alimentação, comercio e2 preservação de espécies.*
Entrevistado 6	*É a criação de peixes em ambientes controlados.*
Entrevistado 7	*É a criação de peixes em tanques, viveiros, açudes ou caixas d'água.*
Entrevistado 8	*É uma área reservada para criação de peixes, contendo tudo regulado com os peixes e com a água.*
Entrevistado 9	*É a criação de peixes em tanques suspensos.*
Entrevistado 10	*É o ato de criar peixes que vai acompanhando o desenvolvimento deles até a comercialização.*

Fonte: Autores, 2026.

Os resultados também demonstraram que os alunos possuem conhecimento sobre os principais fatores que influenciam a qualidade da água na piscicultura, destacando principalmente a temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH (Quadro 3). Esses parâmetros foram associados ao desenvolvimento, metabolismo e sobrevivência dos peixes, evidenciando a compreensão dos estudantes sobre sua importância no cultivo aquícola. Segundo Medeiros Junior *et al.* (2018), a manutenção da qualidade da água é essencial para o cultivo de organismos aquáticos.

Os alunos também relacionaram a alimentação dos peixes à qualidade da água, reconhecendo que o manejo inadequado pode comprometer o ambiente aquático. Além disso, os entrevistados 5, 6, e 9 citaram a poluição como fator prejudicial, demonstrando consciência ambiental sobre os impactos da contaminação da água (Quadro 3). Os resultados indicam que os estudantes possuem um bom entendimento sobre os fatores que interferem na qualidade da água na piscicultura. Isso sugere que as atividades práticas e os conteúdos desenvolvidos na escola contribuem para o fortalecimento do conhecimento técnico e da consciência ambiental.

Quadro 3 - Percepção dos alunos sobre os principais fatores que influenciam a qualidade da água na piscicultura.



Fonte: Adaptado pelos autores com uso de IA generativa e *chatgptplus,* 2026.

Os resultados do item 3 mostraram que os alunos reconhecem a importância da qualidade da água para o sucesso da piscicultura, relacionando-a à saúde, crescimento e sobrevivência dos peixes. A maioria dos entrevistados demonstrou compreender que condições inadequadas da água podem comprometer o desenvolvimento dos animais e a qualidade final da produção (Quadro 4). Segundo Castro Junior *et al.* (2022), informações precisas sobre a qualidade da água são fundamentais para garantir a sobrevivência dos peixes e o bom desempenho produtivo. Da mesma forma, Figueiredo *et al.* (2022), afirma que o monitoramento e a correção da qualidade da água são essenciais para garantir crescimento, saúde e sobrevivência dos peixes, além de contribuir para a redução de impactos ambientais nos sistemas aquícolas

Os estudantes também apresentaram conhecimentos práticos sobre manejo da água, citando aspectos como coloração, renovação e controle de parâmetros como temperatura, oxigênio e pH. Além disso, os entrevistados 2, 5, 8 associaram a qualidade da água à prevenção de doenças, redução da mortalidade e melhoria da qualidade da carne dos peixes, demonstrando compreensão sobre a relação entre manejo adequado e produtividade.

Os resultados mostram que os alunos possuem uma percepção satisfatória sobre a relevância da qualidade da água na piscicultura, evidenciando que as práticas educativas

desenvolvidas na escola contribuem para o fortalecimento do conhecimento técnico e da consciência ambiental relacionada ao uso sustentável dos recursos hídricos.

Quadro 4 - Percepção dos alunos sobre importância da qualidade da água para o sucesso da atividade piscícola.

PARTICIPANTES	ITEM 3: Por que a qualidade da água é importante na piscicultura?
Entrevistado 1	*Se a água estiver muito clara significa que o oxigênio está baixo, se estiver escura demais precisa fazer a renovação, influenciando no desenvolvimento dos peixes.*
Entrevistado 2	*É importante para obter um bom desenvolvimento dos peixes e também um sabor da carne de qualidade.*
Entrevistado 3	*Caso a água estiver muito clara significa que o oxigênio está baixo, ou seja, está alcalina, precisa fazer a renovação, pois influencia no desenvolvimento dos peixes.*
Entrevistado 4	*Pois pode afetar na qualidade dos peixes.*
Entrevistado 5	*Por que os peixes precisam de água limpa e saudável para crescer, se alimentar e evitar doenças.*
Entrevistado 6	*Por que ela influencia diretamente na saúde, no crescimento e desenvolvimento dos peixes.*
Entrevistado 7	*Para ter uma boa criação dos peixes, influenciada pela temperatura, oxigênio e pH.*
Entrevistado 8	*Por que os cuidados certos com a água há menos chances dos peixes morrerem.*
Entrevistado 9	*É importante para manter os peixes em boa qualidade e ótimo desenvolvimento.*
Entrevistado 10	*Para manter a boa saúde dos peixes e a qualidade dos mesmos.*

Fonte: Autores, 2026.

No item 4, os resultados demonstraram que os alunos possuem consciência sobre a importância da preservação do meio ambiente, relacionando-a à sobrevivência humana, à qualidade de vida e à manutenção dos recursos naturais. Os estudantes reconheceram que a natureza fornece elementos essenciais, como água, alimento, matéria-prima e ar puro, mostrando compreensão sobre a dependência entre sociedade e meio ambiente (Tabela 4).

Grande parte dos entrevistados também associou a preservação ambiental à prevenção de problemas futuros, como poluição, aumento da temperatura e escassez de água, demonstrando percepção sobre os impactos causados pelas ações humanas nos ecossistemas. Além disso, alguns alunos relacionaram a conservação ambiental à piscicultura, destacando a importância de evitar a poluição dos rios e preservar os organismos aquáticos (Tabela 4).

Segundo Silva *et al.* (2022), práticas educativas contribuem para o desenvolvimento da consciência crítica e ambiental, auxiliando os indivíduos a compreenderem seu papel na preservação do meio ambiente. Da mesma forma, Freitas *et al.* (2022) destacam que ações educativas relacionadas à piscicultura favorecem a construção da percepção ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais.

De maneira geral, os resultados revelam que os estudantes apresentam uma boa percepção sobre o meio ambiente, evidenciando que as atividades práticas e educativas desenvolvidas na escola contribuem para a formação de cidadãos mais conscientes ambientalmente.

Quadro 5 - Percepção dos alunos sobre a importância da preservação ambiental.

PARTICIPANTES	ITEM 4: Por que é importante cuidar do meio ambiente?
Entrevistado 1	*Pois todos nós humanos e animais usufruímos da natureza e retiramos recursos que usamos no dia a dia.*
Entrevistado 2	*Para termos uma vida mais saudável sem poluição.*
Entrevistado 3	*Por que tiramos matéria prima da natureza para sobreviver.*
Entrevistado 4	*Para não sofrer as consequências no futuro como aumento da temperatura, falta de agua, etc, por não ter preservado o meio ambiente.*
Entrevistado 5	*Por que o meio ambiente, fornece agua, ar puro, e alimento, essenciais para a vida.*
Entrevistado 6	*Para preservar a natureza, evitar poluição, e manter a vida.*
Entrevistado 7	*Por que o meio ambiente é essencial para nossa vida.*
Entrevistado 8	*Por que se não cuidar, haverá consequências futuras como poluição, etc.*
Entrevistado 9	*É importante para criação de organismos aquáticos, principalmente a não poluição dos rios.*
Entrevistado 10	*Por que o meio ambiente é essencial para nossa sobrevivência.*

Fonte: Autores, 2026.

Os resultados do item 5 demonstraram que os alunos compreendem que as atividades práticas na piscicultura contribuem para a conscientização e a preservação ambiental. Os estudantes relacionaram a piscicultura sustentável ao uso racional da água, ao reaproveitamento de recursos e ao descarte adequado de resíduos, evidenciando uma percepção sobre práticas ambientalmente corretas na produção aquícola.

Grande parte dos entrevistados destacou a reutilização da água dos tanques na fertirrigação, reconhecendo que essa prática favorece o aproveitamento de nutrientes e reduz desperdícios (Quadro 6). Os alunos também enfatizaram a importância do uso consciente da água, da preservação dos ambientes aquáticos e da redução da poluição, demonstrando compreensão sobre a necessidade de conservação dos recursos naturais.

Segundo Sátiro *et al.* (2022), o reaproveitamento da água residuária da piscicultura na irrigação agrícola constitui uma prática sustentável que reduz impactos ambientais e promove melhor utilização dos nutrientes presentes na água. Da mesma forma, Heimbach *et al.* (2022) destacam que sistemas sustentáveis, como a aquaponia, contribuem para o uso racional da água e para a preservação ambiental na produção aquícola.

Quadro 6 - Compreensão dos alunos sobre importância de atividades práticas na piscicultura e sua influência na conscientização e preservação ambiental.

PARTICIPANTES	ITEM 5: Como atividades práticas na piscicultura ajudam na consciência e na preservação ambiental?
Entrevistado 1	*Ajudam no ensino do descarte correto da água e resíduos como na fertirrigação de plantios, pois a água dos tanques contém nutrientes essenciais para as lavouras.*
Entrevistado 2	*Ajudam no uso correto da água para um bom desenvolvimento dos peixes bem como o descarte adequado da mesma e sua reutilização para preservação ambiental.*
Entrevistado 3	*Ajuda a não desperdiçar água, usando a água dos tanques para irrigar o campo, fertirrigação.*
Entrevistado 4	*É uma prática que ajuda a entender a importância da água e seu uso correto, como descarte na fertirrigação.*
Entrevistado 5	*Elas ensinam a importância de cuidar da água, evitar desperdícios e preservar os recursos naturais.*
Entrevistado 6	*Com a piscicultura a gente aprende a cuidar da água que é um elemento fundamental na natureza.*
Entrevistado 7	*Elas ajudam ensinando a cuidar da água dos peixes e seu descarte correto preservando a natureza.*
Entrevistado 8	*Sim, com as técnicas usadas na piscicultura a gente aprende a preservar as áreas naturais, principalmente os ambientes aquáticos.*
Entrevistado 9	*Ensinam a reutilizar a água tanto pelo processo de filtragem, quanto para a fertirrigação das plantas.*
Entrevistado 10	*Elas ajudam ensinando a cuidar da água dos peixes e da natureza fazendo seu descarte corretamente.*

Fonte: Autores, 2026.

Os resultados obtidos no item 6 demonstraram que as atividades relacionadas à água, piscicultura e meio ambiente contribuíram significativamente para mudanças de hábitos e maior conscientização ambiental entre os alunos. Todos os entrevistados afirmaram ter modificado alguma prática cotidiana após os conhecimentos adquiridos, mostrando o impacto positivo das ações educativas desenvolvidas no ambiente escolar. Segundo Junior *et al.* (2022), atividades de Educação Ambiental relacionadas aos recursos hídricos promovem mudanças de hábitos e maior conscientização ambiental entre estudantes.

A economia e o uso consciente da água foram os hábitos mais mencionados pelos participantes, que relataram evitar desperdícios e utilizar a água de forma mais racional. Além disso, os entrevistados 4, 5, 6 e 10 destacaram mudanças relacionadas ao descarte adequado do lixo, à

separação de resíduos recicláveis e à preservação de rios e lagos, demonstrando maior responsabilidade ambiental e compreensão sobre os impactos da poluição nos ecossistemas.

Também foram citadas práticas de reaproveitamento de recursos naturais e incentivo à conscientização ambiental, como a reutilização da água em plantios e a orientação de outras pessoas sobre os cuidados com o meio ambiente. De acordo com Daneluzzi e Palmieri (2022), práticas de Educação Ambiental contribuem para o desenvolvimento da consciência crítica e de atitudes sustentáveis entre estudantes.

Os resultados evidenciam que a integração entre teoria e prática no contexto escolar favorece a formação de indivíduos mais conscientes, responsáveis e comprometidos com a preservação ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais. Conforme destaca Felfili (2026), o reaproveitamento de efluentes da piscicultura em hortas escolares constitui uma prática sustentável que fortalece a conscientização ambiental dos estudantes.

Quadro 7 - Mudanças de hábitos e maior conscientização ambiental entre os alunos do 3º ano do CETI Manoel Otávio.

PARTICIPANTES	ITEM 6: Você mudou algum hábito após aprender sobre água e meio ambiente? Qual?
Entrevistado 1	*Sim, conservar, reutilizar e não desperdiçar água, reciclagem de lixo, etc.*
Entrevistado 2	*Sim, a não desperdiçar água e a cuidar melhor do meio ambiente e sua importância.*
Entrevistado 3	*Sim, aprendi a fazer o uso racional da água, e a não desperdiçar, aprendi a fazer o uso correto dos recursos naturais.*
Entrevistado 4	*Sim, eu faço o uso consciente da água, jogo o lixo no lugar adequado, isso ajuda a não prejudicar a natureza.*
Entrevistado 5	*Sim, passei a economizar água evito jogar lixo em rios e lagos, e separo resíduos recicláveis.*
Entrevistado 6	*Sim, não jogar lixo nos rios, reutilizar a água em plantios.*
Entrevistado 7	*Sim, passei a economizar água.*
Entrevistado 8	*Sim, passei a observar se a água está adequadamente em bom estado, e a dar exemplo para outras pessoas sobre cuidar do meio ambiente.*
Entrevistado 9	*Sim, passei a fazer o uso consciente da água, evitando desperdício.*
Entrevistado 10	*Sim, passei a economizar água, jogar lixo no lugar certo e cuidar mais da natureza.*

Fonte: Autores, 2026.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa demonstraram que os alunos possuem um bom entendimento sobre piscicultura, qualidade da água, preservação ambiental e sustentabilidade. Os estudantes

apresentaram conhecimentos relacionados à criação de peixes, aos principais parâmetros de qualidade da água e à importância do manejo adequado para o desenvolvimento dos organismos aquáticos.

Foi possível observar também, que atividades práticas como essa, desenvolvida na escola contribuíram significativamente para fortalecer a consciência ambiental dos alunos, o que promoveu mudanças de hábitos voltadas ao uso consciente da água, descarte correto de resíduos, reutilização de recursos e preservação dos ambientes naturais. A integração entre teoria e prática mostrou-se fundamental para estimular o interesse dos estudantes e ampliar os conhecimentos sobre sustentabilidade.

As ações educativas relacionadas à piscicultura, manejo correto da água e à educação ambiental exercem importante papel na formação de indivíduos mais conscientes, responsáveis e comprometidos com a preservação do meio ambiente e o uso sustentável dos recursos naturais.

Agradecimentos e Financiamento

Agradecemos ao Centro de Educação a Distância da Universidade Federal do Piauí – CEAD/UFPI, do Polo de União. Aos mestres e tutores do polo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. B. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí:** diagnóstico do município de União. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.

ALBUQUERQUE, K. P. G. **A educação ambiental nas práticas da piscicultura**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 28 abr. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018.

CAPRA, F. **A teia da vida:** uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 2006.

CAPRA, F.; LUISI, P. L. **A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas**. São Paulo: Cultrix, 2014.

CASTRO JUNIOR, S. L. *et al.* Sistema baseado na lógica fuzzy para diagnóstico da qualidade da água para o cultivo de tilápia-do-Nilo. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. 1-10, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.26933. Acesso em: 11 maio 2026.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica:** questões e desafios para a educação. 8. ed. Ijuí: Unijuí, 2018.

COSTA, F. V. L.; SEGUNDO, F. C. G. S.; ROLIM, R. Sistema de monitoramento da qualidade de água para piscicultura. **Conjecturas**, v. 22, n. 11, p. 511–534, 2022.

DANELUZZI, N. S.; PALMIERI, M. L. B. Análise de pesquisas sobre práticas de educação ambiental em recursos hídricos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, 2022.

FELFILI, D. M. C. *et al.* Práticas sustentáveis na educação ambiental: uso de efluentes de piscicultura em horta escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 392–406, 2026.

FIGUEIREDO, F. M. *et al.* **Qualidade da água na piscicultura**. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in Action. Rome: FAO, 2024.

FREITAS, L. C. *et al.* Percepção ambiental como subsídio para ações educativas com piscicultores de unidade de conservação do Maranhão. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological (SAJEBTT)**, Rio Branco, v. 9, n. 1, p. 75–90, jan./abr. 2022.

FURLAN, J. C. *et al.* Environmental certifications in Brazilian aquaculture. **Aquaculture International**, v. 32, p. 415–431, 2024.

GADOTTI, M. **Educar para a sustentabilidade**. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2008.

HEIMBACH, N. S. *et al.* Aquaponia como alternativa de sustentabilidade para organismos aquáticos. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, Florianópolis, v. 19, n. 43, p. 136–143, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Portal do IBGE. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: out. 2025.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189–205, 2003.

JUNIOR, C. B. *et al.* Educação ambiental online baseada na abordagem sobre recursos hídricos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 17, n. 5, p. 9–22, 2022.

JÚNIOR, E. F. M.; CORDEIRO, G. L.; SILVA, M. J. L. Qualidade da água em viveiros de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818), em São Gabriel da Cachoeira, Amazonas, Brasil. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 12, n. 1, jun. 2018.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. 3. ed. Jundiaí: Acqua Supre, 2015.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade e poder**. 11. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 149–163, 2010.

MARQUES, W. R. A.; RIOS, D. L.; ALVES SANTOS, K. A percepção ambiental na aplicação da educação ambiental em escolas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 527–545, 2022.

MORAN, J. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. Porto Alegre: Penso, 2018.

MOTA, A. P.; ALMEIDA, R. S.; COSTA, D. L. Towards the Sustainable Intensification of Aquaculture: Exploring Possible Ways Forward. **Sustainability**, v. 15, n. 24, p. 16952, 2023.

PAULA, D. A. J.; CRUZ, S. R. M.; MENDONÇA, M. O. Contribuições de uma experiência educativa docente com aula prática para ensinar piscicultura no ensino médio integrado em zootecnia. **Futuro & Educação: Pesquisa e Transformação**, p. 453–465, 2023.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 2017.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2015.

SATIRO, T. M.; ZACARDI, D. M.; NETO, O. B. A. Reutilização do efluente de piscicultura para fertirrigação: uma alternativa ambiental e economicamente rentável. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes, v. 16, n. 1, p. 161–180, 2022.

SILVA, R. C.; PEREIRA, M. L. Educação ambiental para a gestão de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 19, n. 3, p. 159–174, 2024.

SILVA, R. M.; BOTEZELLI, L.; IMPERADOR, A. M. Trilhas interpretativas e jardins sensoriais: práticas de incentivo à dimensão crítico-dialógica da educação ambiental no ambiente escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 17, n. 5, p. 190–202, 2022.

UNITED NATIONS. **Transforming Our World:** The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015.

VILAÇA, V. L. T.; DIAS, T. V. B.; NAVARRO, R. D. Aquicultura como ferramenta na educação: uma revisão sistemática. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 11, n. 2, p. 279–289, 2022.

YUAN, J. et al. Recent developments in aquaculture: a review. **Annals of Animal Science**, v. 23, n. 4, p. 1357–1375, 2023.

CAPÍTULO 5

DO PASSADO AO FUTURO: A PALEONTOLOGIA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

FROM THE PAST TO THE FUTURE: PALEONTOLOGY AS A TOOL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION

Ana Beatriz Gomes Brito
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

José Nilson Cardoso dos Santos
Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

Pedro Rafael Lopes Barbosa
Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

Sara Graziela Costa de Sousa
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

Sérgio Kauan Lima dos Santos
Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

Aciel Tavares Ribeiro
Especialista em Gestão Ambiental e Ecoturismo, Professor EBTT de Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

Edimar Campelo Araújo
Doutor em Educação (UNR-Argentina), Professor de História da Secretaria Estadual de Educação do Piauí, Teresina-PI, Brasil

Osiel César da Trindade Junior
Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPI), Docente EBTT de Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1266

Resumo: A compreensão das crises ambientais contemporâneas exige abordagens educativas que articulem processos ecológicos atuais à história profunda da Terra. Este estudo objetivou descrever o desempenho conceitual de estudantes da 1ª série do Curso Técnico em Meio Ambiente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Codó, após uma atividade de contextualização sobre Paleontologia e Educação Ambiental, bem como discutir o potencial pedagógico dessa integração. Realizou-se um estudo descritivo, de abordagem quantitativa, com 33 estudantes. Após uma exposição introdutória no Museu de Rochas e Fósseis do campus, aplicou-se um questionário com 12 questões objetivas sobre fósseis, fossilização, tempo geológico, extinções, biodiversidade, conservação e patrimônio paleontológico. Os dados foram analisados mediante frequências absolutas e percentuais de acertos. Registraram-se 331 respostas corretas entre 396 respostas possíveis, o que correspondeu a 83,59% de acerto global. Os maiores percentuais ocorreram nas questões sobre a importância científica dos fósseis e a preservação do patrimônio paleontológico (96,97% em ambas); o menor foi observado na relação entre extinções pretéritas e perda atual da biodiversidade (54,55%). Os resultados indicam domínio dos conceitos básicos, mas revelam dificuldade na transferência do conhecimento do passado geológico para a interpretação dos problemas ambientais presentes. Conclui-se que a Paleontologia pode favorecer a alfabetização científica e a valorização do patrimônio natural, desde que seja trabalhada de forma crítica, contextualizada e associada a estratégias que explicitem as conexões entre tempo profundo, mudanças ambientais e ação humana.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Patrimônio paleontológico. Conservação da biodiversidade. Tempo geológico.

Abstract: Understanding contemporary environmental crises requires educational approaches that connect current ecological processes with Earth's deep history. This study aimed to describe the conceptual performance of first-year students enrolled in the Environmental Technical Program at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Maranhão (IFMA), Codó Campus, after a contextualization activity on Paleontology and Environmental Education, and to discuss the pedagogical potential of this integration. A descriptive quantitative study was conducted with 33 students. Following an introductory presentation at the campus Museum of Rocks and Fossils, the students completed a 12-item objective questionnaire on fossils, fossilization, geological time, extinctions, biodiversity, conservation, and paleontological heritage. Data were analyzed using absolute frequencies and percentages of correct answers. A total of 331 correct responses were recorded out of 396 possible responses, corresponding to an overall accuracy rate of 83.59%. The highest percentages concerned the scientific importance of fossils and the preservation of paleontological heritage (96.97% each), whereas the lowest concerned the relationship between past extinctions and current biodiversity loss (54.55%). The findings indicate command of basic concepts but also reveal difficulty in transferring knowledge of the geological past to the interpretation of present environmental problems. Paleontology can therefore support scientific literacy and appreciation of natural heritage when taught critically and contextually through strategies that make explicit the links among deep time, environmental change, and human action.

Keywords: Science education. Paleontological heritage. Biodiversity conservation. Geological time.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas, a perda de biodiversidade, a degradação dos ecossistemas e a ampliação dos riscos socioambientais configuram desafios interdependentes que exigem respostas

científicas, políticas e educacionais. O Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas sintetiza evidências de impactos generalizados e de riscos crescentes associados ao aquecimento global (IPCC, 2023). No Brasil, a Lei nº 14.926/2024 atualizou a Política Nacional de Educação Ambiental para assegurar atenção explícita às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e às vulnerabilidades a desastres socioambientais (Brasil, 1999, 2024).

Nesse cenário, a Educação Ambiental não pode limitar-se à transmissão de informações ou à prescrição de comportamentos individuais. Sua função formativa envolve construir conhecimentos, valores, habilidades e capacidades de participação que permitam compreender criticamente as relações entre sociedade e natureza. A proposta da Educação para o Desenvolvimento Sustentável reforça a necessidade de aprendizagens transformadoras, interdisciplinares e orientadas para a ação (UNESCO, 2020). Essa perspectiva demanda a integração entre as Ciências Biológicas, as Geociências, a história ambiental e os contextos socioculturais nos quais os problemas são produzidos e vivenciados.

A Paleontologia oferece uma contribuição singular a esse processo por inserir o tempo profundo na leitura dos sistemas ambientais. Fósseis, rochas e estruturas sedimentares documentam transformações biológicas, geológicas e climáticas ocorridas em escalas muito superiores à experiência humana. Seu estudo permite reconstruir paleoambientes, reconhecer respostas da biota a perturbações ambientais e compreender que a biodiversidade atual resulta de uma história marcada por originações, dispersões e extinções. A Paleobiologia da Conservação demonstra que registros fósseis e históricos podem fornecer linhas de base ecológicas e subsídios para interpretar riscos e mudanças contemporâneas (Kemp *et al.*, 2023; Finnegan *et al.*, 2024).

Essa dimensão temporal favorece a problematização de analogias entre eventos pretéritos e a crise ambiental atual. Extinções em massa e mudanças climáticas do passado decorreram de combinações específicas de processos geológicos e ambientais; já a perda contemporânea de biodiversidade é intensificada por pressões antrópicas, como mudança no uso da terra, exploração de organismos, poluição e aquecimento global. O valor educativo da Paleontologia reside, portanto, não em equiparar fenômenos distintos, mas em oferecer evidências para discutir ritmos de mudança, vulnerabilidade, resiliência e consequências ecológicas em diferentes escalas temporais.

A aproximação entre Paleontologia e Educação Ambiental também amplia a noção de patrimônio. Coleções de fósseis, minerais e rochas constituem patrimônio geológico ex situ e preservam evidências essenciais à pesquisa, ao ensino e à compreensão pública das Geociências (Cleal; King, 2025). No Brasil, os museus de Geociências desempenham papel relevante na salvaguarda de acervos regionais e na comunicação do conhecimento geológico, especialmente

quando articulam exposição, mediação e formação escolar (Rodrigues; Garcia, 2026). Assim, museus e coleções didáticas podem atuar como espaços não formais de alfabetização científica e de sensibilização para a geoconservação.

Estudos recentes indicam que atividades com fósseis, réplicas, jogos, oficinas e metodologias ativas podem aumentar o envolvimento dos estudantes e favorecer a aprendizagem de conceitos paleontológicos (Azevedo *et al*., 2024; Nogueira *et al*., 2024; Hohemberger; Coutinho; Rosa, 2024). Entretanto, a Paleontologia permanece pouco explorada na Educação Básica e frequentemente aparece de forma fragmentada nos currículos e nas práticas pedagógicas (Costa; Scheid, 2024). No campo da Educação Ambiental, Braz, Silva e Toledo (2023) e Sepulvreda, Costa e Peres (2026) defendem que o patrimônio fossilífero pode fortalecer pertencimento, leitura crítica do território e reflexão sobre as relações humano-natureza.

Apesar desse potencial, ainda são necessários estudos empíricos que examinem como estudantes da Educação Profissional e Tecnológica mobilizam conhecimentos paleontológicos para interpretar mudanças ambientais e conservação da biodiversidade, sobretudo em contextos de museus escolares. A lacuna é particularmente relevante porque reconhecer conceitos isolados não implica, necessariamente, estabelecer relações explicativas entre passado geológico, crise ambiental contemporânea e responsabilidade socioambiental.

Diante disso, formulou-se a seguinte questão: em que medida estudantes da 1ª série de um Curso Técnico em Meio Ambiente reconhecem conceitos paleontológicos e os relacionam à Educação Ambiental e à conservação? O objetivo foi descrever o desempenho conceitual dos estudantes após uma atividade de contextualização no Museu de Rochas e Fósseis do IFMA, Campus Codó, e discutir o potencial e os limites da Paleontologia como recurso para a Educação Ambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento da pesquisa

Trata-se de um estudo descritivo, transversal e de abordagem quantitativa, desenvolvido com uma turma intacta e avaliação realizada após uma atividade educativa. Essa classificação decorre da natureza dos dados, constituídos por respostas objetivas codificadas como acerto ou erro e analisadas por frequências e percentuais. Conforme a distinção entre abordagens de pesquisa apresentada por Creswell e Creswell (2023), não foram produzidos dados textuais ou narrativos que justificassem a caracterização qualitativa ou a aplicação de análise de conteúdo. O estudo não adotou pré-teste nem grupo de comparação; portanto, seu delineamento permite descrever o

desempenho da turma, mas não estimar ganho de aprendizagem nem atribuir causalmente os resultados à atividade introdutória.

2.2 Local do estudo e participantes

A pesquisa foi realizada no Museu de Rochas e Fósseis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Codó, no município de Codó, Maranhão. O espaço reúne rochas, minerais e fósseis empregados em atividades de ensino, pesquisa, extensão e divulgação científica. A valorização de coleções geocientíficas em contextos educativos é coerente com sua dupla função de salvaguardar evidências materiais e ampliar a compreensão pública das Ciências da Terra (Cleal; King, 2025; Rodrigues; Garcia, 2026).

Participaram 33 estudantes regularmente matriculados na 1ª série do Curso Técnico em Meio Ambiente. A seleção foi não probabilística, por conveniência, e abrangeu os discentes presentes nas etapas da atividade. O critério de inclusão foi estar matriculado na turma e participar da contextualização e do preenchimento do questionário. Não foram informadas perdas, exclusões ou respostas incompletas.

2.3 Atividade educativa e instrumento de coleta

A atividade foi organizada em duas etapas. Na primeira, realizou-se uma exposição introdutória destinada a revisar e relacionar conceitos de Educação Ambiental, Paleontologia, fossilização, mudanças ambientais, extinções, biodiversidade e patrimônio paleontológico. Os estudantes já haviam estudado conteúdos de Paleontologia no componente curricular do curso, de modo que a exposição funcionou como contextualização e recuperação de conhecimentos prévios.

Na segunda etapa, aplicou-se um questionário elaborado pelos autores, composto por 12 questões objetivas. Os itens foram distribuídos em quatro eixos: (i) importância dos fósseis e fossilização (Q1-Q2); (ii) mudanças ambientais, biodiversidade e extinções (Q3-Q6); (iii) Educação Ambiental, patrimônio e conservação (Q7-Q10); e (iv) reconstrução de paleoambientes e síntese das relações entre Paleontologia e conservação (Q11-Q12). Cada resposta foi classificada como correta ou incorreta com base no gabarito definido pelos autores. A descrição completa dos itens, das alternativas, do gabarito e do processo de validação deve acompanhar a versão submetida, pois a validade de conteúdo e o teste-piloto são etapas relevantes na construção de questionários (Yusoff; Arifin; Hadie, 2021).

2.4 Tratamento e análise dos dados

Para cada questão, calcularam-se a frequência absoluta de acertos e o respectivo percentual em relação aos 33 participantes. Também foi calculado o percentual global de acertos pela razão entre o total de respostas corretas (331) e o total de respostas possíveis (33 participantes × 12 itens = 396). Para fins interpretativos, os resultados foram organizados em três faixas descritivas: elevada proporção de acertos (≥ 85%), intermediária (70% a 84,99%) e baixa (< 70%). Essas faixas foram empregadas apenas para ordenar a discussão e não correspondem a pontos de corte validados. Não foram realizados testes inferenciais, uma vez que a amostra foi de conveniência, o estudo envolveu uma única turma e os dados individuais por participante não estavam disponíveis no arquivo analisado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 33 participantes responderam às 12 questões, totalizando 396 respostas possíveis. Foram registradas 331 respostas corretas, equivalentes a 83,59% de acerto global. Esse indicador sintetiza o desempenho do grupo, mas não substitui a análise por item nem permite estimar a distribuição das notas individuais. A atividade de contextualização e o contato com o acervo são apresentados na Figura 1.

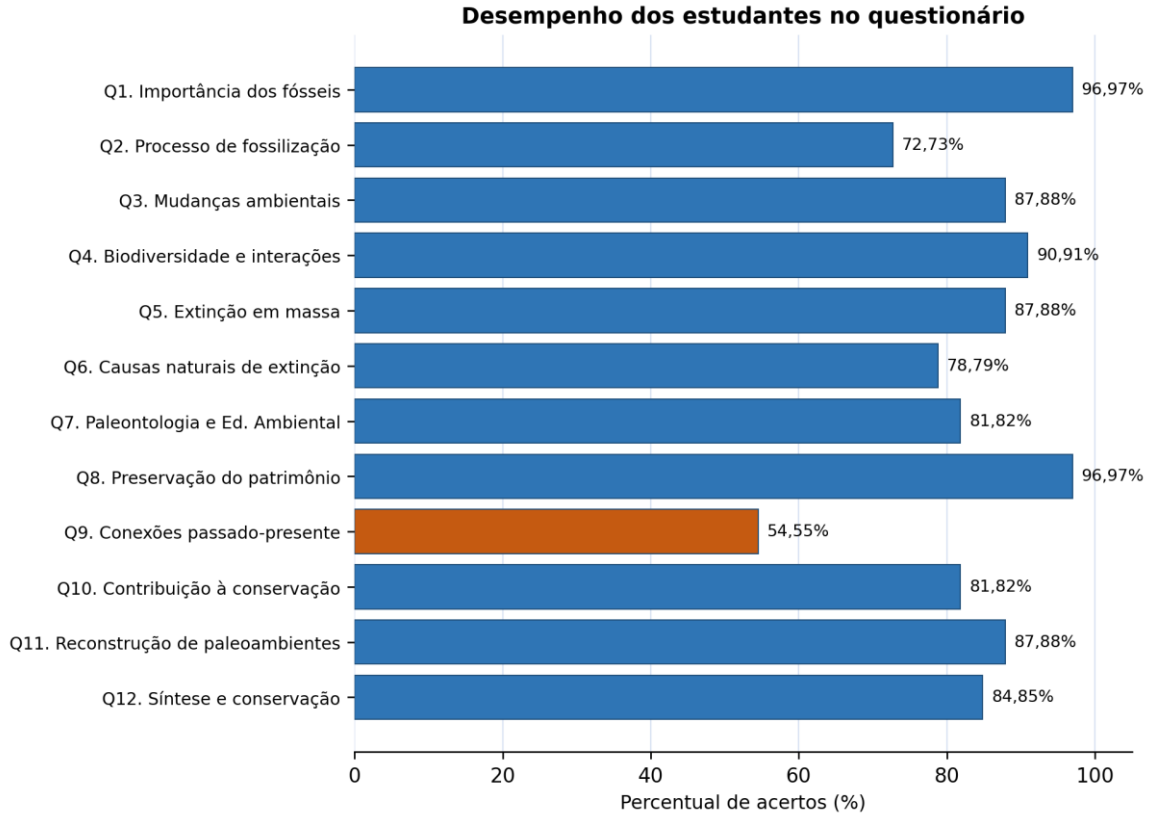
Figura 1 – Contextualização da temática com os estudantes no Museu de Rochas e Fósseis.



Fonte: Autores, 2026.

A distribuição dos acertos variou de 54,55% a 96,97% (Figura 2). Dez das 12 questões alcançaram pelo menos 78,79% de respostas corretas, e seis atingiram percentuais iguais ou superiores a 87,88%. O padrão sugere familiaridade com conceitos fundamentais, coerente com o contato curricular prévio dos estudantes com a Paleontologia.

Figura 2 – Percentual de acertos por questão no questionário sobre Paleontologia e Educação Ambiental.



Fonte: Autores, 2026.

Os maiores percentuais foram observados em Q1, sobre a importância científica dos fósseis, e Q8, relativa à preservação do patrimônio paleontológico: 32 estudantes responderam corretamente a cada item (96,97%). Também se destacaram Q4, sobre biodiversidade e interação entre organismos e ambiente, com 30 acertos (90,91%), e Q3, Q5 e Q11, com 29 acertos cada (87,88%). Esses resultados indicam que os participantes reconheceram os fósseis como registros da história da vida, compreenderam sua utilidade na reconstrução de paleoambientes e atribuíram valor científico e educativo à sua conservação.

O desempenho elevado nesses temas reforça a relevância do contato com objetos e coleções geocientíficas. Fósseis e rochas são evidências materiais a partir das quais hipóteses sobre ambientes e organismos do passado podem ser formuladas e discutidas. Em museus, essa

materialidade favorece observação, questionamento e mediação científica, ao mesmo tempo que explicita por que a preservação do acervo é parte da geoconservação (Cleal; King, 2025). O levantamento de Rodrigues e Garcia (2026) também evidencia a importância dos museus geocientíficos brasileiros para preservar o patrimônio regional e difundir conhecimento.

Na faixa intermediária, Q12 registrou 28 acertos (84,85%); Q7 e Q10, 27 acertos cada (81,82%); Q6, 26 acertos (78,79%); e Q2, 24 acertos (72,73%). A questão sobre fossilização foi a segunda com menor desempenho, o que pode estar relacionado à natureza multicausal e temporal dos processos tafonômicos, que exigem integrar decomposição, soterramento, condições sedimentares, mineralização e tempo geológico. Atividades práticas com réplicas, modelos e resolução de problemas podem tornar esses mecanismos mais observáveis e reduzir explicações simplificadas. Relatos recentes mostram que metodologias ativas e experiências contextualizadas ampliam a participação e a apropriação de conceitos paleontológicos (Nogueira *et al.*, 2024; Hohemberger; Coutinho; Rosa, 2024; Azevedo *et al.*, 2024).

O resultado de Q6 sugere que parte dos estudantes ainda confunde causas naturais de extinções pretéritas, como vulcanismo de grande magnitude e impactos extraterrestres, com vetores antrópicos da perda contemporânea de biodiversidade. Essa distinção é conceitualmente importante. O registro fóssil documenta respostas biológicas a mudanças ambientais e auxilia na identificação de condições associadas ao risco de extinção; contudo, a interpretação educativa deve explicitar diferenças de causa, velocidade, escala e contexto entre eventos do passado e pressões atuais (Kemp *et al.*, 2023; Finnegan *et al.*, 2024).

Q9, que solicitava estabelecer relação entre extinções do passado geológico e um problema ambiental atual, apresentou 18 acertos (54,55%), o menor percentual do instrumento. O contraste entre esse resultado e os índices elevados obtidos em perguntas conceituais mostra que conhecer definições não garante transferir o conhecimento para interpretar situações socioambientais. Essa lacuna é central para a Educação Ambiental: a aprendizagem precisa ultrapassar a memorização de fatos e promover relações explicativas entre evidências científicas, processos históricos, decisões humanas e consequências ecológicas.

A dificuldade observada em Q9 reforça a necessidade de sequências didáticas que comparem criticamente linhas do tempo, taxas de mudança, fatores causais e efeitos sobre a biodiversidade. Estudos que aproximam Paleontologia, território e Educação Ambiental defendem que os fósseis podem ampliar o pertencimento à história planetária e problematizar relações antropocêntricas com a natureza (Braz; Silva; Toledo, 2023; Sepulvreda; Costa; Peres, 2026). A

recente atualização da Política Nacional de Educação Ambiental também torna pertinente associar essa abordagem à proteção da biodiversidade e às mudanças climáticas (Brasil, 2024).

Em conjunto, os resultados sustentam o potencial didático da Paleontologia, mas não permitem afirmar que a exposição introdutória produziu o desempenho observado. Os estudantes já haviam estudado o tema, e o estudo não incluiu pré-teste, grupo de comparação ou acompanhamento longitudinal. Além disso, questões objetivas avaliam principalmente reconhecimento conceitual e oferecem evidência limitada sobre valores, atitudes, argumentação e consciência ambiental crítica. Pesquisas futuras devem combinar medidas antes e depois da intervenção, análise de respostas abertas, entrevistas ou grupos focais, validação do instrumento e descrição detalhada da mediação pedagógica. Essa combinação permitiria distinguir conhecimento prévio, aprendizagem decorrente da atividade e mudanças na capacidade de interpretar problemas ambientais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo descreveu desempenho conceitual global de 83,59% entre estudantes da 1ª série do Curso Técnico em Meio Ambiente. Os resultados mais elevados concentraram-se no reconhecimento da importância científica dos fósseis e na preservação do patrimônio paleontológico, enquanto a principal dificuldade ocorreu na conexão entre extinções pretéritas e perda contemporânea de biodiversidade.

Esses achados indicam que a Paleontologia possui potencial para articular alfabetização científica, tempo geológico, conservação da biodiversidade e valorização do patrimônio natural. O Museu de Rochas e Fósseis constitui um contexto promissor para essa articulação, pois aproxima os estudantes de evidências materiais e permite relacionar conhecimentos biológicos e geológicos.

Entretanto, a interpretação deve respeitar os limites do delineamento. A ausência de pré-teste, grupo de comparação, validação documentada do questionário e dados qualitativos impede atribuir os percentuais à atividade introdutória ou afirmar mudança de consciência ambiental. Os resultados demonstram o que foi reconhecido pelos estudantes no momento da aplicação, não a eficácia causal da intervenção.

Recomenda-se desenvolver investigações com instrumentos validados, desenho pré e pós-atividade, questões que avaliem argumentação e tomada de decisão, além de práticas com fósseis, réplicas, linhas do tempo e estudos de caso sobre crises ambientais. A explicitação das diferenças e conexões entre mudanças pretéritas e atuais pode transformar o interesse despertado pela Paleontologia em compreensão crítica e compromisso com a conservação.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, H. J. C. C. de *et al*. Paleontologia como ferramenta pedagógica: integrando ciência e alfabetização no Ensino Fundamental I. **Terrae Didatica**, Campinas, v. 20, e024038, 2024. DOI: https://doi.org/10.20396/td.v20i00.8678216.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 28 jul. 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024**. Altera a Lei nº 9.795/1999 para assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L14926.htm. Acesso em: 28 jul. 2026.

BRAZ, V. Z.; SILVA, S. M. da; TOLEDO, R. F. de. Educação ambiental e paleontologia: integrando aspectos socioambientais e culturais ao território. **Geoambiente On-line,** Goiânia, n. 47, p. 132-151, 2023. Disponível em: https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/76300. Acesso em: 28 jul. 2026.

CLEAL, C. J.; KING, S. C. Museum collections as geoheritage. **Geoheritage**, v. 17, art. 155, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s12371-025-01165-7.

COSTA, C. F. da; SCHEID, N. M. J. Ensino de paleontologia na educação básica: o que dizem as pesquisas de stricto sensu? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 23, n. 3, p. 343-356, 2024. Disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen23/REEC_23_03_01_ex2119_968.pdf. Acesso em: 28 jul. 2026.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Research design**: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 6. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2023.

FINNEGAN, S. *et al*. Using the fossil record to understand extinction risk and inform marine conservation in a changing world. **Annual Review of Marine Science,** v. 16, p. 307-333, 2024. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-marine-021723-095235.

HOHEMBERGER, R.; COUTINHO, R. X.; ROSA, Á. A. S. da. Ensino de Paleontologia e o Arco de Maguerez: uma abordagem contextualizada para formação continuada de professores. **Terrae Didatica**, Campinas, v. 20, e024017, 2024. DOI: https://doi.org/10.20396/td.v20i00.8674985.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023:** Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2023. 184 p. DOI: https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

KEMP, M. E. *et al*. Looking back for the future: the ecology of terrestrial communities through the lens of conservation paleobiology. **Annual Review of Ecology, Evolution, and**

Systematics, v. 54, p. 259-282, 2023. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110421-101343.

NOGUEIRA, A. A. E. *et al.* Paleontologia na Educação Básica: uma proposta de metodologias ativas de aprendizagem aplicada em escolas públicas da região metropolitana de Belém-Pará, Brasil. **Educação**, Santa Maria, v. 49, e111, p. 1-32, 2024. DOI: https://doi.org/10.5902/1984644483854.

RODRIGUES, A. C. da S.; GARCIA, P. M. de P. Brazilian geoscience museums: preserving heritage and advancing geological knowledge. **Geoheritage**, v. 18, art. 46, 2026. DOI: https://doi.org/10.1007/s12371-026-01284-9.

SEPULVREDA, B. A.; COSTA, S. A. R. F. da; PERES, A. da C. Educação Ambiental e Paleontologia: caminhos para descolonizar as relações humano-natureza. **Terrae Didatica**, Campinas, v. 22, e026011, 2026. DOI: https://doi.org/10.20396/td.v22i00.8682314.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Education for sustainable development***:* a roadmap. Paris: UNESCO, 2020. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802. Acesso em: 28 jul. 2026.

YUSOFF, M. S. B.; ARIFIN, W. N.; HADIE, S. N. H. ABC of questionnaire development and validation for survey research. **Education in Medicine Journal**, v. 13, n. 1, p. 97-108, 2021. DOI: https://doi.org/10.21315/eimj2021.13.1.10.

CAPÍTULO 6

TRILHA ECOLÓGICA COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PERCEPÇÕES DISCENTES SOBRE O CERRADO E OS CURSOS D'ÁGUA

ECOLOGICAL TRAIL AS AN ENVIRONMENTAL EDUCATION STRATEGY: STUDENTS' PERCEPTIONS OF THE CERRADO AND WATERCOURSES

Joyce Caroline Alves de Oliveira
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Milena Moreira dos Santos
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Stephany Cristy Alves Quina
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Thayson Cruz da Silva
Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Victor Gabriel Gomes Muniz
Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Aciel Tavares Ribeiro
Especialista em Gestão Ambiental e Ecoturismo, Professor EBTT de Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

Edimar Campelo Araújo
Doutor em Educação (UNR-Argentina), Professor de História da Secretaria Estadual de Educação do Piauí, Teresina-PI, Brasil

Osiel César da Trindade Junior
Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPI), Docente EBTT de Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1267

Resumo: O estudo analisou as percepções de estudantes do Ensino Médio Integrado acerca de uma trilha ecológica utilizada como estratégia de Educação Ambiental, com ênfase na vegetação do Cerrado e na conservação dos cursos d'água. Adotou-se abordagem qualitativa, de natureza aplicada e caráter descritivo. Participaram 40 estudantes do primeiro ano do Curso Técnico em Meio Ambiente do Instituto Federal do Maranhão, Campus Codó, organizados em quatro grupos. Durante o percurso, foram discutidos biodiversidade, vegetação ciliar, recursos hídricos, fatores bióticos e abióticos, bioindicadores e impactos antrópicos. Ao término, cada grupo produziu coletivamente um questionário com quatro questões abertas; portanto, o corpus analítico foi composto por quatro instrumentos grupais, e não por 40 respostas independentes. A análise temática reflexiva identificou quatro temas: articulação entre teoria e prática; compreensão ecológica e conservação; apropriação de conceitos ambientais; e desenvolvimento de habilidades de campo. Os relatos indicaram que o contato direto com o ambiente favoreceu a observação, o diálogo e a contextualização de conteúdos. Contudo, por se tratar de uma avaliação exclusivamente pós-atividade, sem grupo de comparação, os achados expressam percepções dos participantes e não permitem atribuir causalidade ou mensurar eficácia. Conclui-se que a trilha apresentou potencial pedagógico para a Educação Ambiental contextualizada, desde que articulada a planejamento, mediação docente e avaliação sistemática.

Palavras-chave: Aprendizagem ao ar livre. Percepção discente. Mata ciliar. Ensino Médio Integrado. Conservação da biodiversidade.

Abstract: This study analyzed integrated upper-secondary students' perceptions of an ecological trail used as an Environmental Education strategy, with emphasis on Cerrado vegetation and watercourse conservation. A qualitative, applied, and descriptive design was adopted. Participants were 40 first-year students enrolled in the Environmental Technician program at the Federal Institute of Maranhão, Codó Campus, who were organized into four groups. During the trail, biodiversity, riparian vegetation, water resources, biotic and abiotic factors, bioindicators, and anthropogenic impacts were discussed. At the end, each group jointly completed one questionnaire with four open-ended questions; therefore, the analytical corpus comprised four group instruments rather than 40 independent responses. Reflexive thematic analysis identified four themes: links between theory and practice; ecological understanding and conservation; appropriation of environmental concepts; and development of field skills. The accounts indicated that direct contact with the environment supported observation, dialogue, and contextualization of curricular content. However, because the assessment was conducted only after the activity and included no comparison group, the findings represent participant perceptions and do not support causal attribution or measurement of effectiveness. The trail showed pedagogical potential for context-based Environmental Education when combined with planning, teacher mediation, and systematic assessment.

Keywords: Outdoor learning. Student perceptions. Riparian vegetation. Integrated secondary education. Biodiversity conservation.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas, da perda de biodiversidade e da degradação dos ecossistemas exige respostas educacionais que articulem conhecimento científico, leitura crítica do território e participação social. O relatório-síntese do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas destaca que os riscos socioambientais já afetam sistemas naturais e humanos em todas

as regiões (IPCC, 2023). Nesse contexto, a Educação Ambiental não se limita à transmissão de informações: ela deve favorecer conhecimentos, valores, competências e disposições para a ação responsável, conforme a agenda Educação para o Desenvolvimento Sustentável 2030 (UNESCO, 2020).

No Brasil, a Política Nacional de Educação Ambiental define a Educação Ambiental como componente essencial e permanente da educação nacional (Brasil, 1999). A Lei nº 14.926/2024 atualizou essa política ao assegurar atenção explícita às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais (Brasil, 2024). Tal orientação converge com a Agenda 2030, especialmente com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15, que propõe proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres (Organização das Nações Unidas, 2015).

A Educação Ambiental em espaços naturais pode aproximar conceitos curriculares de situações observáveis e favorecer processos dialógicos. Revisões sistemáticas indicam que programas de Educação Ambiental podem produzir resultados em conhecimento, atitudes, competências e comportamentos, embora a robustez desses resultados dependa do desenho avaliativo e da continuidade das intervenções (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020). De modo semelhante, a aprendizagem em ambientes naturais apresenta benefícios potenciais para o engajamento, a colaboração e a aprendizagem, mas a literatura recomenda cautela na generalização e maior rigor metodológico (Mann *et al.*, 2022).

As trilhas ecológicas e interpretativas constituem uma modalidade de aprendizagem ao ar livre na qual observação, problematização e mediação pedagógica podem integrar dimensões ecológicas, sociais e culturais do ambiente. Estudos brasileiros recentes registram contribuições das trilhas para a ampliação de concepções de natureza e para práticas de Educação Ambiental contextualizadas (Pinto *et al.*, 2022; Uchôa; Siqueira; Siqueira, 2023; Costa, 2024). Entretanto, uma revisão do campo "trilhas ecológicas no Cerrado" apontou número ainda restrito de investigações sobre seu uso pedagógico no bioma, o que reforça a relevância de estudos situados (Mateus; Tavares, 2024).

O Cerrado é uma savana megadiversa e um território estratégico para a conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos. Sua vegetação desempenha funções decisivas na dinâmica da água e do fogo (Klink *et al.*, 2020), enquanto alterações do uso da terra e do clima ameaçam a manutenção das vazões fluviais (Salmona *et al.*, 2023). Dados recentes de cobertura e uso da terra também evidenciam a persistência das pressões sobre a vegetação nativa do bioma (MapBiomas, 2025). Nesse cenário, a conservação não se restringe às unidades de proteção integral: propriedades

privadas e paisagens produtivas também são relevantes para a representação da biodiversidade do Cerrado (De Marco Júnior *et al.*, 2023).

A vegetação ciliar é particularmente importante porque contribui para a estabilidade das margens, a regulação microclimática, a retenção de sedimentos e nutrientes e a manutenção de habitats aquáticos. Evidências neotropicais demonstram que a perda de vegetação ripária está associada a limiares de redução da biodiversidade de água doce (Dala-Corte *et al.*, 2020), e estudos na fronteira Amazônia–Cerrado ressaltam a provisão conjunta de serviços relacionados à biodiversidade, ao solo e à qualidade da água (Nóbrega *et al.*, 2020). Além da relevância ecológica, as faixas marginais de cursos d'água possuem proteção jurídica como Áreas de Preservação Permanente, nos termos da Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012).

No IFMA, Campus Codó, estudo anterior identificou viabilidade para a implantação de trilhas ecológicas com finalidades educativas, fornecendo base territorial para atividades de ensino, pesquisa e extensão (Silva *et al.*, 2024). A presente investigação insere-se nessa perspectiva e adota uma abordagem crítico-dialógica, na qual a experiência sensorial deve ser acompanhada de questionamento, interpretação e reflexão sobre as relações sociedade–natureza (Silva; Botezelli; Imperador, 2022).

Diante disso, formulou-se a seguinte questão: que percepções estudantes do Curso Técnico em Meio Ambiente constroem, após uma trilha ecológica, acerca da aprendizagem, da vegetação do Cerrado e da conservação dos cursos d'água? O objetivo foi analisar as percepções expressas coletivamente pelos estudantes sobre as contribuições pedagógicas da atividade, os conceitos ambientais mobilizados e as habilidades de campo relatadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento da pesquisa

Trata-se de pesquisa qualitativa, de natureza aplicada e caráter descritivo, voltada à compreensão das interpretações produzidas pelos participantes a partir de uma atividade pedagógica em ambiente natural. O delineamento foi adequado ao tipo de dado disponível — respostas discursivas coletivas — e não teve como finalidade estimar efeitos populacionais ou testar relações causais.

A atividade pedagógica foi estruturada como experiência de aprendizagem ao ar livre, articulando observação direta, explicações dialogadas e retomada de conteúdos da disciplina de Ecologia. Essa opção é coerente com estudos que destacam o potencial do ensino em ambientes naturais, desde que a experiência seja contextualizada e acompanhada por objetivos, mediação e avaliação explícitos (Mann *et al.*, 2022; Costa, 2024).

2.2 Contexto, participantes e unidade de análise

Participaram 40 estudantes regularmente matriculados no primeiro ano do Curso Técnico em Meio Ambiente do IFMA, Campus Codó, e vinculados à disciplina de Ecologia. A seleção foi intencional, por conveniência pedagógica, em razão da correspondência entre os conteúdos curriculares e os temas da atividade. Os estudantes foram distribuídos em quatro grupos com aproximadamente dez integrantes.

A trilha ocorreu em ambiente com características do bioma Cerrado e presença de vegetação ciliar associada a curso d'água. Durante o percurso, abordaram-se biodiversidade, tipos de vegetação, funções ecológicas da mata ciliar, relações entre fatores bióticos e abióticos, organismos bioindicadores, impactos antrópicos e conservação dos recursos hídricos. A intervenção foi planejada em três momentos: preparação do roteiro e dos conteúdos; realização da trilha; e produção das respostas coletivas.

Embora 40 estudantes tenham participado da atividade, cada grupo entregou um único questionário, elaborado por consenso e registrado por um representante. Assim, a unidade de participação foi o estudante, mas a unidade de análise foi o grupo. O corpus foi constituído por quatro questionários coletivos (n = 4), condição considerada na análise e na interpretação dos resultados.

2.3 Produção e análise dos dados

Ao final do percurso, os grupos responderam a um questionário com quatro questões abertas, direcionadas à importância pedagógica da trilha, à compreensão de ecossistemas e conservação, aos conceitos ambientais mobilizados e às habilidades desenvolvidas. As respostas foram discutidas entre os integrantes antes do registro escrito pelo representante. Esse procedimento favoreceu a síntese coletiva, mas pode ter reduzido a visibilidade de opiniões divergentes dentro de cada grupo.

Os textos foram submetidos à análise temática reflexiva, inspirada em Braun e Clarke (2021). O processo compreendeu: leitura e familiarização com o corpus; codificação inicial de unidades de sentido; agrupamento dos códigos em temas provisórios; revisão dos temas em relação aos excertos e ao conjunto dos dados; definição e nomeação dos temas; e elaboração da síntese interpretativa. A análise privilegiou padrões de significado relacionados ao objetivo da pesquisa, sem converter recorrência textual em frequência estatística.

Para preservar a rastreabilidade, os excertos foram identificados pela denominação do grupo. As falas foram mantidas em sua forma original, com ajustes apenas de pontuação externa à

citação quando necessários. As categorias apresentadas nos resultados correspondem a interpretações do corpus e não a medidas independentes de aprendizagem, mudança comportamental ou conservação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos quatro questionários coletivos resultou em quatro temas: (1) articulação entre teoria e prática; (2) compreensão ecológica e conservação; (3) apropriação de conceitos ambientais; e (4) habilidades de campo e percepção crítica. Os temas sintetizam os significados compartilhados pelos grupos e são discutidos à luz da literatura, sem atribuição de eficácia causal à atividade.

3.1 Articulação entre teoria e prática

Os grupos descreveram a trilha como oportunidade para observar no ambiente elementos previamente abordados em sala de aula. A recorrência de expressões associadas a "colocar a teoria em prática", "relembrar conteúdos" e "memorizar melhor" indica que os estudantes perceberam valor na contextualização do conhecimento.

> *"É importante por permitir os estudantes colocarem a teoria em prática. Ela amplia os conhecimentos sobre o meio ambiente."* (Grupo 1, questionário coletivo, 2026).
>
> *"A trilha ecológica é importante para que assim possamos entender mais o assunto e memorizar melhor do que em aulas teóricas."* (Grupo 3, questionário coletivo, 2026).

Esses relatos são compatíveis com resultados de pesquisas sobre aprendizagem em ambientes naturais, nas quais engajamento, interação social e conexão com o currículo aparecem como desfechos possíveis (Mann *et al.*, 2022). Em estudos brasileiros, trilhas também têm sido associadas à ampliação de concepções de natureza e à aproximação entre conteúdo e contexto (Pinto *et al.*, 2022; Uchôa; Siqueira; Siqueira, 2023). Contudo, as falas registram uma apreciação pós-atividade; não constituem, isoladamente, evidência de ganho de aprendizagem.

Figura 1 – Participação dos estudantes durante o percurso da trilha ecológica.



Fonte: Autores, 2026.

3.2 Compreensão ecológica e conservação

No segundo tema, os estudantes relacionaram observação direta, reconhecimento da biodiversidade e compreensão das interações entre fauna, flora, solo e água. A presença do curso d'água e da vegetação ciliar funcionou como eixo articulador para discutir processos ecológicos e impactos ambientais.

> *"Por permitir que nós, estudantes, possamos observar de perto a biodiversidade, vendo espécies de plantas, conhecendo espécies diferentes de fungos, etc."* (Grupo 1, questionário coletivo, 2026).
>
> *"A vivência na trilha facilita a compreensão dos conteúdos ao permitir observar diretamente a fauna, a flora, o solo e a água, entendendo como os seres vivos interagem e a importância da conservação dos ecossistemas."* (Grupo 4, questionário coletivo, 2026).

A ênfase conferida ao sistema ripário é cientificamente pertinente. A vegetação marginal sustenta serviços ecossistêmicos relacionados à biodiversidade, ao solo e à água (Nóbrega *et al.*, 2020), e sua perda pode produzir respostas não lineares na biodiversidade de água doce (Dala-Corte *et al.*, 2020). No Cerrado, onde mudanças de uso da terra e clima pressionam as vazões (Salmona *et al.*, 2023), a leitura integrada da paisagem pode contribuir para que os estudantes compreendam a conservação como problema ecológico, jurídico e social, e não apenas como cuidado individual.

Figura 2 – Elementos da vegetação e do curso d'água observados durante a atividade.



Fonte: Autores. 2026.

3.3 Apropriação de conceitos ambientais

As respostas mencionaram biodiversidade, equilíbrio ecológico, cadeia alimentar, espécies nativas, impactos antrópicos, tipos de vegetação, mata ciliar e organismos bioindicadores. Os grupos também relacionaram características morfológicas das plantas às condições ambientais do Cerrado.

> *"Identificamos conceitos como biodiversidade, equilíbrio ecológico, preservação ambiental, cadeia alimentar, espécies nativas e os impactos das ações humanas sobre a natureza."* (Grupo 4, questionário coletivo, 2026).
>
> *"Assuntos sobre os tipos de árvores e o que algumas delas podem suportar e também assuntos relacionados ao riacho. Observei alguns tipos de folhas e solos diferentes e também árvores com o tronco um pouco mais grosso que o normal que podem aguentar solos um pouco mais pobres e árvores com raízes mais fundas que ficam em busca de água."* (Grupo 3, questionário coletivo, 2026).

A associação entre estruturas vegetais, disponibilidade hídrica e condições edáficas aproxima a observação empírica de processos ecológicos do Cerrado. A literatura reconhece que a diversidade de formas vegetais influencia a dinâmica da água e do fogo no bioma (Klink *et al.*, 2020). Ainda assim, a identificação taxonômica e a interpretação de organismos como bioindicadores exigem validação por especialista ou uso de chaves e protocolos adequados; por isso, o texto não assume que todas as identificações realizadas em campo tenham sido confirmadas.

Figura 3 – Líquens registrados em substrato arbóreo ao longo da trilha.



Fonte: Autores, 2026.

3.4 Habilidades de campo e percepção crítica

Os grupos relataram desenvolvimento de habilidades de observação, identificação de elementos bióticos e abióticos, reconhecimento de impactos ambientais, preparação para a caminhada e trabalho em equipe. Esses enunciados mostram que a atividade foi percebida como espaço de participação e cooperação.

> *"Percebemos seres bióticos e abióticos, espécies de plantas, aprendemos como andar e se preparar para uma trilha, e também observamos fungos bioindicadores presentes nas árvores."* (Grupo 1, questionário coletivo, 2026).
>
> *"Desenvolvemos habilidade de observação da natureza, identificação de espécies, respeito às áreas naturais, trabalho em equipe e compreensão da importância de adotar práticas sustentáveis para proteger o meio ambiente."* (Grupo 4, questionário coletivo, 2026).

A dimensão cooperativa coincide com achados de estudos sobre aprendizagem ao ar livre, que registram potenciais benefícios sociais e interpessoais (Mann *et al.*, 2022). Em Educação Ambiental, todavia, conhecimento e intenção não equivalem automaticamente a mudança de comportamento ou melhoria ambiental. Revisões do campo recomendam combinar intervenções educativas com acompanhamento, oportunidade de ação e indicadores coerentes com os resultados pretendidos (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020).

Figura 4 – Diversidade de caules e superfícies vegetais observadas no percurso



Fonte: Autores, 2026.

A síntese evidencia convergência entre os quatro temas e o objetivo pedagógico da trilha. A experiência foi descrita como dinâmica, contextualizada e favorável ao diálogo, achado coerente com estudos recentes sobre trilhas e espaços não formais de ensino (Costa, 2024; Mateus; Tavares, 2024). A relevância local é ampliada pela existência de proposta anterior para implantação de trilhas no IFMA, Campus Codó (Silva *et al.*, 2024).

Tabela 1 - Síntese interpretativa e evidências.

Tema	Evidências no corpus	Interpretação delimitada
Teoria e prática	Aplicação, retomada e contextualização de conteúdos.	Percepção positiva da experiência; não mede ganho cognitivo.
Ecologia e conservação	Observação de biodiversidade, solo, água e interações.	Indica leitura integrada do ambiente a partir dos relatos.
Conceitos ambientais	Cerrado, mata ciliar, bioindicadores, espécies e impactos.	Mostra conceitos mobilizados, sem validar domínio ou identificação taxonômica.
Habilidades de campo	Observação, preparação, cooperação e reconhecimento de impactos.	Registra habilidades percebidas, não desempenho objetivamente testado.

Fonte: Elaboração dos autores com base nos questionários coletivos (2026).

Os resultados devem ser interpretados à luz de limitações importantes: amostra intencional de uma única turma; quatro respostas produzidas por consenso; ausência de registros individuais e

de perspectivas dissidentes; instrumento aplicado apenas após a atividade; inexistência de grupo de comparação, pré-teste ou avaliação longitudinal; e ausência de indicadores botânicos, hidrológicos ou comportamentais independentes. Essas condições impedem generalização e inferência causal. Pesquisas futuras podem combinar respostas individuais e grupais, observação sistemática, diário de campo, avaliação pré e pós-atividade e acompanhamento de ações socioambientais.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos quatro questionários coletivos indica que os estudantes atribuíram à trilha ecológica valor para articular teoria e prática, observar componentes do ecossistema, mobilizar conceitos sobre Cerrado e vegetação ciliar e exercitar habilidades de campo e cooperação. As falas também revelaram atenção às relações entre biodiversidade, solo, água e impactos antrópicos.

Esses achados sustentam a interpretação de que a trilha possui potencial como estratégia de Educação Ambiental contextualizada no Ensino Médio Integrado. O potencial, contudo, depende de planejamento pedagógico, segurança, mediação docente, validação técnico-científica das observações e continuidade das atividades. O estudo não demonstra eficácia causal nem mudança duradoura de conhecimento, atitude ou comportamento, pois se baseia em uma avaliação pós-atividade, sem medidas comparativas.

Como desdobramento, recomenda-se transformar a trilha em sequência didática recorrente, com objetivos avaliáveis, roteiros interpretativos, protocolos de observação da vegetação e da água e momentos de devolutiva. Estudos posteriores poderão incorporar dados individuais, triangulação de fontes e acompanhamento longitudinal.

A consolidação dessas etapas pode fortalecer a formação científica e cidadã dos estudantes e ampliar o vínculo entre currículo, território e conservação socioambiental.

REFERÊNCIAS

ARDOIN, N. M.; BOWERS, A. W.; GAILLARD, E. Environmental education outcomes for conservation: a systematic review. **Biological Conservation**, [S. l.], v. 241, e108224, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224.

BRAUN, V.; CLARKE, V. Thematic analysis: a practical guide. London: **SAGE**, 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 28 jul. 2026.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 28 jul. 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024**. Altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, para assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais no âmbito da Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14926.htm. Acesso em: 28 jul. 2026.

COSTA, C. A. S. Prática educativa: trilha Serviços Ecossistêmicos da Árvore. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 79–89, 2024. DOI: https://doi.org/10.34024/revbea.2024.v19.15742.

DALA-CORTE, R. B. *et al.* Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the Neotropical region. **Journal of Applied Ecology**, [S. l.], v. 57, n. 7, p. 1391–1402, 2020. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2664.13657.

DE MARCO JÚNIOR, P. *et al.* The value of private properties for the conservation of biodiversity in the Brazilian Cerrado. **Science**, Washington, DC, v. 380, n. 6642, p. 298–301, 2023. DOI: https://doi.org/10.1126/science.abq7768.

IPCC. **Climate change 2023**: synthesis report. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023. DOI: https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

KLINK, C. A.; SATO, M. N.; CORDEIRO, G. G.; RAMOS, M. I. M. The role of vegetation on the dynamics of water and fire in the Cerrado ecosystems: implications for management and conservation. **Plants, Basel**, v. 9, n. 12, e1803, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/plants9121803.

MANN, J. *et al.* Getting out of the classroom and into nature: a systematic review of nature-specific outdoor learning on school children's learning and development. **Frontiers in Public Health, Lausanne**, v. 10, e877058, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.877058.

MAPBIOMAS. **Coleção 10 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil**: factsheet Cerrado. [S. l.]: MapBiomas, 2025. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2025/10/Factsheet-Cerrado_C10_29.09_v2.pdf. Acesso em: 28 jul. 2026.

MATEUS, J. C.; TAVARES, G. G. O estado da arte do campo temático "trilhas ecológicas no Cerrado". **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 19, n. 8, p. 302–317, 2024. DOI: https://doi.org/10.34024/revbea.2024.v19.16430.

NÓBREGA, R. L. B. *et al.* Ecosystem services of a functionally diverse riparian zone in the Amazon–Cerrado agricultural frontier. **Global Ecology and Conservation**, [S. l.], v. 21, e00819, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00819.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/2030agenda. Acesso em: 28 jul. 2026.

PINTO, A. de K. M.; LOPES, L. B.; ASSIS, D. M. S. de; TAVARES-MARTINS, A. C. C. O impacto de uma trilha ecológica na ampliação das concepções de natureza em alunos de uma Unidade de Conservação. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 369–388, 2022. DOI: https://doi.org/10.34024/revbea.2022.v17.12204.

SALMONA, Y. B. *et al.* A worrying future for river flows in the Brazilian Cerrado provoked by land use and climate changes. **Sustainability**, Basel, v. 15, n. 5, e4251, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/su15054251.

SILVA, R. L. de L. T.; SILVA FILHO, M. A. da; PEDROSA, R. A. Estudo de viabilidade para implantação de trilhas ecológicas no IFMA Campus Codó – MA. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 10., 2024, Campina Grande. **Anais** [...]. Campina Grande: Realize Editora, 2024. Disponível em: https://editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/109412. Acesso em: 28 jul. 2026.

SILVA, R. M. da; BOTEZELLI, L.; IMPERADOR, A. M. Trilhas interpretativas e jardins sensoriais: práticas de incentivo à dimensão crítico-dialógica da Educação Ambiental no ambiente escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 17, n. 5, p. 190–202, 2022. DOI: https://doi.org/10.34024/revbea.2022.v15.12981.

UCHÔA, M. do S. C.; SIQUEIRA, G. W.; SIQUEIRA, M. A. do S. L. Trilhas ecológicas como ferramenta para o ensino e aprendizagem de Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 18, n. 5, p. 191–209, 2023. DOI: https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.14641.

UNESCO. **Education for sustainable development**: a roadmap. Paris: UNESCO, 2020. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802. Acesso em: 28 jul. 2026.

CAPÍTULO 7

FONTES FORMAIS E INFORMAIS DE APRENDIZAGEM AMBIENTAL E PERCEPÇÕES SOCIOAMBIENTAIS: ESTUDO COM ESTUDANTES DO IFMA CAMPUS CODÓ

FORMAL AND INFORMAL SOURCES OF ENVIRONMENTAL LEARNING AND SOCIO-ENVIRONMENTAL PERCEPTIONS: A STUDY WITH STUDENTS AT IFMA CAMPUS CODÓ

Gabriela da Silva e Silva
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Diuari Kevin de Araújo Guimarães
Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Jaine de Almeida Nascimento
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Gilcivan Fernandes da Silva
Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Kailane Nascimento Guimarães
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Maria Kaline Sousa Araújo
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Codó, Codó, MA, Brasil

Aciel Tavares Ribeiro
Especialista em Gestão Ambiental e Ecoturismo, Professor EBTT de Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

Edimar Campelo Araújo
Doutor em Educação (UNR-Argentina), Professor de História da Secretaria Estadual de Educação do Piauí, Teresina-PI, Brasil

Osiel César da Trindade Junior
Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPI), Docente EBTT de Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó-MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1268

Resumo: Este estudo caracterizou fontes de aprendizagem ambiental e percepções socioambientais de estudantes dos cursos técnicos em Informática e Meio Ambiente do Instituto Federal do Maranhão, Campus Codó. Adotou-se delineamento descritivo e exploratório, de métodos mistos. Participaram voluntariamente 14 estudantes, oito de Informática e seis de Meio Ambiente, que responderam a um questionário semiestruturado com questões fechadas e abertas. Os dados quantitativos foram apresentados por frequências absolutas e relativas; as respostas discursivas foram examinadas por análise de conteúdo categorial. A escola foi a fonte de aprendizagem mais citada nos dois grupos (87,5% e 83,3%, respectivamente), seguida pela internet. No conhecimento ambiental autodeclarado, 75% dos estudantes de Informática concentraram-se na categoria moderado, enquanto o grupo de Meio Ambiente apresentou distribuição uniforme entre pouco, moderado e muito conhecimento. A participação prévia em ações ambientais foi relatada por três estudantes de cada curso. As tecnologias digitais foram percebidas como contribuintes ou parcialmente contribuintes por todos os participantes. Os resultados descrevem percepções de uma amostra pequena e não probabilística e não sustentam inferências causais ou generalizações. Conclui-se que a aprendizagem ambiental relatada combina experiências escolares e cotidianas, com centralidade da escola e papel complementar dos meios digitais.

Palavras-chave: Educação profissional. Alfabetização ambiental. Aprendizagem cotidiana. Tecnologias digitais. Comportamento pró-ambiental.

Abstract: This study characterized environmental learning sources and socio-environmental perceptions among students enrolled in Information Technology and Environmental Studies technical programs at the Federal Institute of Maranhão, Codó Campus. A descriptive and exploratory mixed-methods design was adopted. Fourteen students participated voluntarily: eight from Information Technology and six from Environmental Studies. They completed a semi-structured questionnaire with closed- and open-ended questions. Quantitative data were presented as absolute and relative frequencies, whereas written responses were examined through categorical content analysis. School was the most frequently reported learning source in both groups (87.5% and 83.3%, respectively), followed by the internet. Regarding self-rated environmental knowledge, 75% of Information Technology students selected the moderate category, while Environmental Studies students were evenly distributed across low, moderate, and high knowledge. Previous participation in environmental actions was reported by three students in each program. All participants perceived digital technologies as contributing or partially contributing to Environmental Education. These findings describe perceptions from a small, non-probability sample and do not support causal inference or generalization. Reported environmental learning combines school and everyday experiences, with a central role for the school and a complementary role for digital media.

Keywords: Vocational education. Environmental literacy. Everyday learning. Digital technologies. Pro-environmental behavior.

1 INTRODUÇÃO

A crise climática, a perda de biodiversidade e a intensificação dos riscos socioambientais demandam processos educativos capazes de articular conhecimento científico, participação cidadã e ação coletiva. O relatório-síntese do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas registra que os impactos já atingem sistemas humanos e naturais em todas as regiões (IPCC, 2023). Em resposta a esse cenário, a orientação curricular da UNESCO recomenda integrar

conhecimentos, competências, valores e possibilidades de ação climática aos currículos, de modo contextualizado e progressivo (UNESCO, 2020, 2024).

No Brasil, a Política Nacional de Educação Ambiental estabelece a Educação Ambiental como componente essencial e permanente da educação nacional, presente de forma articulada em todos os níveis e modalidades de ensino (Brasil, 1999). A Lei nº 14.926/2024 ampliou esse marco ao assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais nos projetos institucionais e pedagógicos (Brasil, 2024). A Campanha Junho Verde também reforçou ações de Educação Ambiental não formal e de mobilização social (Brasil, 2022).

Uma perspectiva crítica de Educação Ambiental não se restringe à transmissão de informações nem à responsabilização individual. Ela procura relacionar problemas ecológicos às condições sociais, econômicas, políticas e culturais que os produzem, promovendo leitura crítica da realidade e participação democrática (Nogueira, 2023). Revisão sistemática sobre resultados de programas de Educação Ambiental identificou efeitos potenciais em conhecimento, atitudes, competências e comportamentos de conservação, mas também apontou a necessidade de delineamentos avaliativos rigorosos (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020).

A aprendizagem ambiental ocorre em contextos formais, não formais e informais. A educação formal é organizada institucionalmente e vinculada aos currículos; a não formal envolve ações educativas intencionais fora da escolarização regular; e a informal decorre das relações familiares, dos meios de comunicação e das experiências cotidianas. Esses contextos são complementares e podem ampliar o repertório socioambiental dos sujeitos (Oliveira; Domingos; Colasante, 2020; Marques; Nascimento; Rocha, 2023). Por essa razão, classificar previamente toda experiência digital ou comunitária como informal pode ocultar diferentes graus de intencionalidade pedagógica.

A relação entre conhecimento e comportamento pró-ambiental não é automática. Meta-análise com crianças e adolescentes mostrou efeitos positivos mais consistentes da Educação Ambiental sobre conhecimentos, atitudes e intenções do que sobre comportamentos efetivamente observados (Van de Wetering *et al.*, 2022). Assim, autorrelatos de conhecimento, participação e práticas sustentáveis devem ser interpretados como dimensões relacionadas, porém distintas, da formação socioambiental.

As tecnologias digitais ampliam o acesso a informações, campanhas e redes de mobilização, mas seus resultados dependem da mediação crítica, da qualidade das fontes e das condições de acesso. Revisão sistemática recente identificou uso crescente de mídias sociais, jogos, realidade

virtual, aplicativos e outras ferramentas digitais em Educação Ambiental, ao mesmo tempo que destacou limitações de infraestrutura, formação docente e avaliação de longo prazo (Hajj-Hassan; Chaker; Cederqvist, 2024). Estudos sobre formação docente também ressaltam que a integração tecnológica precisa estar vinculada a objetivos pedagógicos e à sustentabilidade, e não apenas à adoção de ferramentas (Pino-Perdomo; Velásquez-Mosquera, 2026).

Na Educação Profissional e Tecnológica, estudantes de cursos distintos têm experiências curriculares e extracurriculares diferentes. Comparar suas percepções pode revelar padrões exploratórios, mas não permite atribuir diferenças exclusivamente ao curso, sobretudo em amostras pequenas e não probabilísticas. Com base nessa delimitação, pergunta-se: quais fontes de aprendizagem ambiental, formas de participação, práticas sustentáveis e percepções sobre tecnologias digitais são relatadas por estudantes dos cursos técnicos em Informática e Meio Ambiente do IFMA, Campus Codó?

O objetivo foi caracterizar e comparar, de forma descritiva, as fontes de aprendizagem ambiental e as percepções socioambientais desses estudantes. Especificamente, buscou-se descrever o conhecimento ambiental autodeclarado, a participação em ações ambientais, a frequência de práticas sustentáveis, a percepção de diferenças entre os cursos e o papel atribuído às tecnologias digitais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento

Trata-se de estudo descritivo e exploratório de métodos mistos, com integração de dados quantitativos e qualitativos em uma mesma investigação. A combinação foi utilizada para descrever frequências das respostas fechadas e interpretar sentidos presentes nas respostas discursivas, sem pretensão de testar hipóteses causais (Creswell; Creswell, 2023). O caráter descritivo é coerente com a finalidade de caracterizar um grupo e suas respostas em determinado contexto (Gil, 2022).

O estudo foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Codó, no município de Codó, Maranhão. Participaram 14 estudantes: oito do Curso Técnico em Informática e seis do Curso Técnico em Meio Ambiente. A participação foi voluntária. O manuscrito original informa autorização dos responsáveis legais para participantes menores de 18 anos, por meio de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e preservação do anonimato.

2.2 Instrumento e produção dos dados

Utilizou-se questionário semiestruturado impresso, elaborado pelos pesquisadores e aplicado presencialmente nas dependências do campus. O instrumento reuniu questões fechadas e abertas sobre conhecimento ambiental autodeclarado, fontes de aprendizagem, participação em campanhas ou projetos, frequência de práticas sustentáveis, percepção de diferenças entre os cursos, papel das tecnologias digitais e atuação da escola.

As questões relativas às fontes de aprendizagem admitiram mais de uma resposta, conforme evidenciado pelas frequências totais superiores ao número de participantes. Por isso, os percentuais dessa variável foram calculados sobre o número de estudantes de cada curso e não devem somar 100%. As categorias de frequência de práticas sustentáveis, ao contrário, são mutuamente excludentes; uma inconsistência no grupo de Meio Ambiente foi preservada e sinalizada para conferência.

2.3 Análise dos dados

As respostas fechadas foram organizadas em planilha e sintetizadas por frequências absolutas (n) e relativas (%). Em razão do tamanho amostral e da seleção não probabilística, não foram aplicados testes inferenciais. As comparações entre cursos são estritamente descritivas e não representam estimativas para o conjunto dos estudantes do IFMA.

As respostas abertas foram submetidas à análise de conteúdo categorial. O procedimento compreendeu pré-análise, exploração e codificação do material, agrupamento em categorias e interpretação (Bardin, 2016), com atenção a critérios de transparência e sistematicidade recomendados por Sampaio e Lycarião (2021). Como o manuscrito original não apresenta matriz de códigos, frequência das categorias nem excertos literais, a versão revisada utiliza apenas sínteses temáticas já registradas, sem criar falas ou evidências inexistentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram 14 estudantes, dos quais oito (57,1%) pertenciam ao Curso Técnico em Informática e seis (42,9%) ao Curso Técnico em Meio Ambiente. Os resultados são apresentados por curso para permitir comparação descritiva. As diferenças observadas não devem ser interpretadas como efeito do currículo, pois não houve controle de idade, série, experiências anteriores ou outras variáveis potencialmente associadas às respostas.

3.1 Conhecimento ambiental autodeclarado

Tabela 1 – Conhecimento ambiental autodeclarado por curso.

Pouco conhecimento	1 (12,5%)	2 (33,3%)
Conhecimento moderado	6 (75,0%)	2 (33,3%)
Muito conhecimento	1 (12,5%)	2 (33,3%)
Total	8 (100%)	6 (100%)

Fonte: dados do manuscrito original (2026).

No grupo de Informática, as respostas concentraram-se na categoria conhecimento moderado (75,0%). No grupo de Meio Ambiente, houve distribuição uniforme entre pouco, moderado e muito conhecimento (33,3% em cada categoria). Esse padrão indica maior dispersão das autoavaliações no segundo grupo; não demonstra, por si só, conhecimento médio superior. A medida é subjetiva e não foi acompanhada por teste objetivo de alfabetização ambiental.

A cautela é importante porque conhecimento, atitudes, intenções e comportamento são resultados distintos. Embora intervenções de Educação Ambiental possam favorecer esses domínios, os efeitos sobre comportamento são menos consistentes do que os efeitos sobre conhecimento e atitudes (Van de Wetering *et al.*, 2022). Portanto, a autoavaliação não deve ser tratada como indicador direto de práticas sustentáveis.

3.2 Fontes de aprendizagem ambiental

Tabela 2 – Fontes de aprendizagem ambiental mencionadas pelos estudantes.

Escola	7 (87,5%)	5 (83,3%)
Família	2 (25,0%)	0 (0,0%)
Internet	2 (25,0%)	2 (33,3%)
Outros espaços	0 (0,0%)	1 (16,7%)

Fonte: dados do manuscrito original (2026). Nota: questão de respostas múltiplas; os percentuais não somam 100%.

A escola foi a fonte mais citada nos dois grupos: sete estudantes de Informática (87,5%) e cinco de Meio Ambiente (83,3%). A internet apareceu como fonte secundária, mencionada por dois participantes em cada curso. Família e outros espaços tiveram menor frequência. Assim, os dados não sustentam a centralidade da Educação Ambiental informal; ao contrário, mostram predominância do espaço formal e participação complementar de fontes cotidianas.

O resultado reforça a complementaridade entre contextos educativos, sem apagar suas diferenças. Práticas escolares estruturadas, ações não formais e aprendizagens cotidianas podem se articular (Oliveira; Domingos; Colasante, 2020; Marques; Nascimento; Rocha, 2023). A Lei nº

14.926/2024 também amplia a responsabilidade das instituições de ensino ao inserir clima, biodiversidade e riscos socioambientais nos projetos pedagógicos (Brasil, 2024).

3.3 Participação em ações e práticas sustentáveis

Tabela 3 – Participação prévia em campanhas ou ações ambientais.

Sim	3 (37,5%)	3 (50,0%)
Não	5 (62,5%)	3 (50,0%)
Total	8 (100%)	6 (100%)

Fonte: dados do manuscrito original (2026).

Três estudantes de cada curso relataram participação prévia. Proporcionalmente, isso correspondeu a 37,5% no grupo de Informática e 50,0% no de Meio Ambiente. Nas respostas abertas, estudantes de Meio Ambiente mencionaram palestras da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, projetos de estágio e ações educativas; estudantes de Informática citaram plantio de mudas e projetos escolares. Esses registros indicam diversidade de experiências, mas a ausência de excertos e de uma matriz de categorias impede análise qualitativa mais aprofundada.

Tabela 4 – Frequência autodeclarada de práticas sustentáveis.

Frequentemente	0 (0,0%)	2 (33,3%)
Às vezes	6 (75,0%)	4 (66,7%)
Raramente	2 (25,0%)	2 (33,3%)
Nunca	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Total informado	8 (100%)	8 (133,3%)

Fonte: Autores, 2026.

No grupo de Informática, seis estudantes relataram praticar atitudes sustentáveis às vezes e dois, raramente. Para Meio Ambiente, as frequências publicadas no manuscrito original são incompatíveis com o número de participantes e com categorias mutuamente excludentes. Por integridade dos dados, os valores foram mantidos e destacados, mas não foram utilizados em comparação ou conclusão.

A lacuna entre conhecimento e prática é reconhecida na literatura. Resultados educacionais podem se manifestar primeiro em conhecimentos, atitudes ou intenções, sem conversão imediata em comportamentos observáveis (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020; Van de Wetering *et al.*, 2022). Estudos futuros podem combinar escalas validadas, registros de comportamento e acompanhamento longitudinal.

3.4 Percepção de diferenças entre os cursos

Tabela 5 – Percepção de diferenças entre estudantes dos dois cursos quanto às questões ambientais.

Sim	6 (75,0%)	4 (66,7%)
Não	1 (12,5%)	0 (0,0%)
Parcialmente	1 (12,5%)	2 (33,3%)
Total	8 (100%)	6 (100%)

Fonte: Autores, 2026.

A maioria dos participantes percebeu diferenças entre os cursos. As justificativas foram associadas ao maior contato curricular dos estudantes de Meio Ambiente com disciplinas, projetos e experiências da área. Trata-se, contudo, de percepção dos próprios respondentes, e não de evidência de efeito curricular. A formação ambiental na Educação Profissional deve permanecer interdisciplinar, pois os problemas socioambientais mobilizam competências científicas, tecnológicas, éticas e políticas (Nogueira, 2023; UNESCO, 2024).

3.5 Tecnologias digitais e Educação Ambiental

Tabela 6 – Percepção sobre a contribuição das tecnologias digitais para a Educação Ambiental.

Contribuem	4 (50,0%)	5 (83,3%)
Contribuem parcialmente	4 (50,0%)	1 (16,7%)
Não contribuem	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Total	8 (100%)	6 (100%)

Fonte: Autores, 2026.

Todos os participantes avaliaram que as tecnologias contribuem ou contribuem parcialmente. Redes sociais, vídeos, aplicativos, podcasts e campanhas digitais foram citados como meios de divulgação e mobilização. Esse resultado descreve aceitação percebida, mas não mede aprendizagem, mudança de comportamento ou qualidade das informações acessadas.

A literatura recente confirma a expansão das ferramentas digitais em Educação Ambiental, com potencial para visualização, interatividade, colaboração e acesso a conteúdo. Simultaneamente, são relatados desafios de infraestrutura, literacia digital, formação docente e avaliação (Hajj-Hassan; Chaker; Cederqvist, 2024). Por isso, a integração de tecnologias deve combinar curadoria de fontes, mediação pedagógica e objetivos socioambientais explícitos (Pino-Perdomo; Velásquez-Mosquera, 2026).

3.6 Síntese interpretativa e limitações

Em conjunto, os dados revelam que a escola ocupa posição central na aprendizagem ambiental declarada, enquanto internet, família e outros espaços atuam de modo complementar.

Os perfis de conhecimento autodeclarado diferem na distribuição, mas não autorizam afirmar superioridade de um curso. A participação em ações ambientais foi limitada em ambos os grupos, e a percepção favorável às tecnologias digitais não equivale a eficácia comprovada.

As principais limitações são: amostra pequena e não probabilística; ausência de informações sociodemográficas e acadêmicas; uso de autorrelato; instrumento sem evidências apresentadas de pré-teste ou validação; delineamento transversal; ausência de medidas pré e pós-intervenção; descrição incompleta do corpus qualitativo; e inconsistência numérica na Tabela 4. Esses limites impedem generalização e atribuição causal, mas não anulam o valor exploratório do diagnóstico local.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo caracterizou fontes de aprendizagem ambiental e percepções socioambientais de 14 estudantes dos cursos técnicos em Informática e Meio Ambiente do IFMA, Campus Codó. A escola foi a fonte mais citada nos dois grupos, evidenciando a centralidade da educação formal. Internet, família e outros espaços apareceram como fontes complementares, o que sustenta uma compreensão integrada, e não substitutiva, entre aprendizagens formais, não formais e informais.

O grupo de Informática concentrou as autoavaliações no nível moderado, enquanto o grupo de Meio Ambiente apresentou respostas mais dispersas. Três estudantes de cada curso relataram participação prévia em ações ambientais. Todos atribuíram alguma contribuição às tecnologias digitais, mas os dados expressam percepções e não demonstram eficácia educativa ou influência causal.

As conclusões comparativas devem permanecer restritas à amostra. A inconsistência da frequência de práticas sustentáveis no grupo de Meio Ambiente precisa ser resolvida antes da submissão. Também é necessário completar informações sobre amostragem, participantes, instrumento, período da coleta e procedimentos éticos.

Recomenda-se que investigações futuras ampliem e estratifiquem a amostra, utilizem instrumentos validados, combinem autorrelato com indicadores observáveis e explicitem o percurso da análise qualitativa. Avaliações longitudinais ou com medidas pré e pós podem examinar mudanças ao longo do tempo. Para a prática educativa, sugere-se articular currículo, projetos comunitários e tecnologias digitais com mediação crítica, participação estudantil e avaliação sistemática.

REFERÊNCIAS

ARDOIN, N. M.; BOWERS, A. W.; GAILLARD, E. Environmental education outcomes for conservation: a systematic review. **Biological Conservation**, [s. l.], v. 241, 108224, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 29 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.393, de 4 de julho de 2022. Altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, para instituir a Campanha Junho Verde. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 5 jul. 2022. Disponível em: https:/www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/l14393.htm. Acesso em: 29 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024. Altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, para assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 18 jul. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/l14926.htm. Acesso em: 29 jul. 2026.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Research design**: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 6. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri: Atlas, 2022.

HAJJ-HASSAN, M.; CHAKER, R.; CEDERQVIST, A-M. Environmental education: a systematic review on the use of digital tools for fostering sustainability awareness. **Sustainability**, Basel, v. 16, n. 9, 3733, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/su16093733.

IPCC. **Climate change 2023**: synthesis report. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023. DOI: https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

MARQUES, F. da S.; NASCIMENTO, M.; ROCHA, M. B. Educação Ambiental e Educação não formal: interações e potencialidades. **Pesquisa em Educação Ambiental,** Rio Claro, v. 18, n. 1, p. 123-138, 2023. DOI: https://doi.org/10.18675/2177-580X.2023-16073.

NOGUEIRA, C. Contribuições para a Educação Ambiental Crítica. **Revista Brasileira de Educação Ambiental,** São Paulo, v. 18, n. 3, p. 156-171, 2023. DOI: https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.14160.

OLIVEIRA, A. N. de; DOMINGOS, F. de O.; COLASANTE, T. Reflexões sobre as práticas de Educação Ambiental em espaços de educação formal, não-formal e informal. **Revista Brasileira de Educação Ambiental,** São Paulo, v. 15, n. 7, p. 9-19, 2020. DOI: https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.10064.

PINO-PERDOMO, F. M.; VELÁSQUEZ-MOSQUERA, A. F. Digital technologies in environmental education: implications for teacher education and professional development.

Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, [s. l.], v. 22, n. 1, em2762, 2026. DOI: https://doi.org/10.29333/ejmste/17673.

SAMPAIO, Rafael Cardoso; LYCARIÃO, Diógenes. **Análise de conteúdo categorial: manual de aplicação.** Brasília, DF: Enap, 2021. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/6542. Acesso em: 29 jul. 2026.

UNESCO. **Education for sustainable development: a roadmap**. Paris: UNESCO, 2020. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802. Acesso em: 29 jul. 2026.

UNESCO. **Greening curriculum guidance**: teaching and learning for climate action. Paris: UNESCO, 2024. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000390022. Acesso em: 29 jul. 2026.

VAN DE WETERING, J.; LEIJTEN, P.; SPITZER, J. E.; THOMAES, S. Does environmental education benefit environmental outcomes in children and adolescents? A meta-analysis. **Journal of Environmental Psychology**, [s. l.], v. 81, 101782, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101782.

CAPÍTULO 8

EDUCAÇÃO AMBIENTAL: SENSIBILIZAÇÃO PARA O COMBATE AO DESMATAMENTO COM ALUNOS EM ESCOLA DO ENSINO FUNDAMENTAL EM CAXIAS – MA

ENVIRONMENTAL EDUCATION: RAISING AWARENESS ABOUT COMBATING DEFORESTATION WITH STUDENTS IN AN ELEMENTARY SCHOOL IN CAXIAS – MA

Carlos Augusto Silva de Azevedo
Doutor Ciências Biológicas/Entomologia, Universidade Estadual do Maranhão/Campus Caxias, Docente do Departamento de Química e Biologia (UEMA, discente Especialização em Sustentabilidade (UEMANET), Caxias-MA, Brasil

Breno Costa Sousa
Licenciado em Ciências Biológicas. Universidade Estadual do Maranhão/Campus Caxias. Caxias, MA Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1269



Resumo: O objetivo foi desenvolver ações educativas para sensibilizar alunos sobre o desmatamento em escola do Ensino Fundamental em Caxias – MA. O estudo envolveu alunos de 6º, 7º e 9º ano do na cidade de Caxias – MA. A execução ocorreu em três etapas: 1. observação dos discentes em aulas de ciências para conhecer o conteúdo abordado em sala, quantidade de alunos, faixa etária e aplicação de questionário; 2. apresentação de material digital voltado para os perigos do desmatamento e 3. textos com o tema acerca da importância do combate ao desmatamento e a preservação do meio ambiente. O estudo envolveu 34 alunos acerca das práticas que a escola adota voltadas para a Educação Ambiental. No estudo 74% já ouviram falar em Educação Ambiental; 66% afirmaram que a disciplina Ciências aborda essa temática; 97% consideram educação ambiental como uma disciplina importante; 100% dos estudantes entendem a necessidade da preservação da natureza; 91% consideram importante o envolvimento dos professores de diferentes disciplinas na temática educação ambiental. 100% dos estudantes percebem a existência de problemas ambientais no município; 53% apontam que a abordagem do conteúdo sobre educação ambiental é teórica. 73,5 % responderam que os problemas ambientais são de responsabilidades de todos e 94% colocaram que contribuem para a preservação do meio ambiente. É importante que a escola promova a divulgação da educação ambiental, utilizando-se de atividades lúdicas e recursos que possibilitem o desenvolvimento de uma sensibilização ecológica e científica p a serviço da preservação do meio ambiente e da biodiversidade.

Palavras-chave: Meio ambiente; Ações educativas. Ações antropicas. Preservação ambiental. Sensibilização ecologica.

Abstract: The objective was to develop educational activities to raise awareness among students about deforestation in Caxias, Maranhão, Brazil. The study involved 6th, 7th, and 9th grade students in the city of Caxias, Maranhão. The implementation took place in three stages: 1. observation of students in science classes to understand the content covered in class, the number of students, age range, and application of a questionnaire; 2. presentation of digital material focused on the dangers of deforestation; and 3. texts on the importance of combating deforestation and preserving the environment. The study involved 34 students regarding the practices adopted by the school related to Environmental Education. In the study, 74% had heard of Environmental Education; 66% stated that the Science subject addresses this theme; 97% consider environmental education an important subject; 100% of the students understand the need for nature preservation; and 91% consider the involvement of teachers from different subjects in the theme of environmental education important. 100% of students perceive the existence of environmental problems in the municipality; 53% indicate that the approach to environmental education content is theoretical. 73.5% responded that environmental problems are everyone's responsibility, and 94% stated that they contribute to the preservation of the environment. It is important that the school promotes the dissemination of environmental education, using playful activities and resources that enable the development of ecological and scientific awareness in service of the preservation of the environment and biodiversity.

Keywords: Environment. Educational actions. Environmental preservation. Ecological awareness.

1 INTRODUÇÃO

À sustentabilidade e à preservação do meio ambiente têm ganhado cada vez mais espaço nas mídias, sejam elas televisivas ou nas redes sociais fazendo parte de uma educação não formal. Parte desta

movimentação vem de camadas populares que gradativamente foram adquirindo acesso às informações e ao desejo por um estilo de vida mais sustentável. Devido a esse processo de tomada de consciência ambiental, através da informação e ao amplo debate sobre o capitalismo e seus malefícios, como a exploração ostensiva e desordenada dos recursos naturais, e debates acerca do desmatamento e seus efeitos, já são amplamente observados sobretudo no Brasil.

O Brasil possui um legado histórico atrelado à exploração dos recursos naturais, principalmente nos ciclos produtivos do Brasil colônia, e a cada década eleva-se os números e dados em se tratando do desmatamento. queimadas, assoreamento, dejetos domésticos, balneabilidade, uso de agrotóxicos entre outras alterações antrópicas. Segundo dados do Global Forest Watch (GFW) e do Projeto de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia (PRODES), o Brasil ano de 2021, promoveu 40% de todo o desmatamento do mundo e desde 2016, o Brasil perde cerca de 1 milhão de hectares/ano (Matos, 2016).

Em se tratando da degradação, a inclusão da Educação Ambiental no ambiente escolar e de forma interdisciplinar, torna-se essencial, para que ocorra o processo de conscientização e de preservação, fato amparado dentro das políticas públicas como a Política Nacional da Educação Ambiental (PNEA). Entretanto, o maior obstáculo para validar uma prática mais sustentável no ambiente escolar ocorre pela resistência de educadores a quebrar paradigmas de ensino e delegar somente a certas datas comemorativas eventos que se apresentam então como ecológicos.

2 Histórico da Educação Ambiental

O surgimento da Educação Ambiental (EA), ocorreu a partir da necessidade em solucionar impactos ambientais ocasionados pelo uso descontrolado dos recursos naturais. O marco inicial da temática ambiental, surgiu em 1962 com o livro de Rachel Carson "Primavera silenciosa" que retratava desastres ambientais em várias partes do mundo, como rios transformados em canais, poluição generalizada, águas contaminadas, devastação entre outros, promovido pelo desenvolvimento industrial e ocasionou uma inquietação na política internacional e o surgimento de movimentos ambientalistas (Dias, 2004).

Posteriormente ocorreu vários movimentos como a "Conferência de Estocolmo" conhecida como a "1ª Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano", ocorrida em 1972 na Suécia, buscando soluções para os problemas ambientais, através da mudança de hábitos e comportamentos, a ser atingido pela Educação. Através deste evento, firmou-se acordos entre 113 países que resultou na criação de um documento para a solução dos problemas ambientais (Arraes e Videira, 2019, Dias, 2004). Por conseguinte, a Organização das Nações Unidas para Educação,

Ciência e Cultura (UNESCO) em 1975, promoveu o "Encontro Internacional em Educação Ambiental", em Belgrado, onde foi elaborado o primeiro documento oficial dedicado exclusivamente à temática "Educação Ambiental". A Carta de Belgrado apresentava os princípios e as orientações gerais para um programa de educação ambiental em nível internacional, denominado de Programa Mundial de Educação Ambiental (Holmer, 2020).

Em 1977 ocorreu a "1ª Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental", em Tbilisi, considerada o evento mais importante para definir a evolução da educação ambiental, foi considerada o auge da internacionalização da educação ambiental na década de 70. A declaração definiu os objetivos, as características, e as bases conceituais da Educação ambiental visando subsidiar, orientar e desenvolver programais nacionais e internacionais (Talamoni *et al.,* 2018). Somente em 1981 que a Educação Ambiental ganhou importância no Brasil, com a criação da lei nº 6.938/1981, que dispôs sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Em 1987 a UNESCO realizou o Congresso Internacional sobre Educação e Formação relativa ao Meio Ambiente na Rússia (Holmer, 2020). Em 1988 a Constituição Federa, determinou que cabe ao poder público promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente (Salamoni *et al.* 2021; Brasil, 1988).

No Brasil, ocorreu iniciativas para promover a Educação Ambiental, com parcerias do Ministério da Educação e Cultura (MEC) e Ministério do Interior (MINTER), criando o protocolo de intenções em 1976, que visava a inclusão de temas ecológicos nos currículos de 1^0 e 2^0 graus, mas inoperantes. Posteriormente, a criação da disciplina de Ciências Ambientais nos cursos de Engenharia voltadas para área ambiental e a intensificação de ações por órgãos

ambientais estaduais entre outros (Dias, 2004). Em 1981, iniciou legalmente a educação voltada para a preservação através da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) (Lei nº 6.938/1981) e em 1988 a Constituição Federal, no seu artigo 225 determina expressamente ao poder público promover a educação ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino (BRASIL, 1988).

O respaldo ambiental ganhou destaque em 1992, com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD, RIO-92 ou ECO-92) no Rio de Janeiro, onde foi definida a Agenda 21. O ECO 92 é considerado o encontro mais importante sobre o meio ambiente, após a Conferência de Estocolmo (Talamoni *et al.* 2018). Em 1997, o Ministério da Educação elabora uma nova proposta curricular definida como PCN's (Parâmetros Curriculares Nacionais), que visava incluir o meio ambiente como tema transversal nos currículos

básicos fundamentais, de 1º a 9º ano. Os Parâmetros Curriculares visa auxiliar professores a planejar e desenvolver atividades junto com os alunos voltados a investigação científica e ao meio ambiente.

Não menos importante a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) (Lei nº9.795/1999), que definiu a EA não como uma disciplina isolada, mas de forma interdisciplinar, integrada e permanente (Brasil, 1999) e atualmente, temos a educação ambiental alinhada a Agenda 2030 (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável -ODS) focando em problemas contemporâneos.

3 Correntes da Educação ambiental

A educação ambiental é um dos principais recursos que podem reverter o quadro de degradação da biodiversidade atual, afinal, a resolução dos impactos ambientais passa por diversos setores sociais que orientam o indivíduo a ser um agente transformador em constante desenvolvimento, e tendo as instituições de ensino como um dos principais setores de orientação e o dever de promover a socialização do conhecimento científico aos discentes (Marcatto, 2002). Alencastro e Souza-Lima (2015), elenca a educação ambiental dividida em 15 correntes de pensamento. No grupo tradicionalista de pensamento, existem as correntes naturalista, conservacionista/recursista, resolutiva, sistêmica, científica, humanista e moral/ética, e nas correntes de pensamento recentes estão a holística, biorregionalista, práxica, crítica social, feminista, etnográfica, da ecoeducação e da sustentabilidade (Sauvé, 2005). A corrente naturalista refere-se a relação de proximidade do ser humano com os aspectos naturais, onde os aprendizados, experiências e o desenvolvimento da criatividade humana estão associados ao convívio com a natureza (Van Matre, 1990). A corrente conservacionista/recursista, se propõe a conservação da natureza ou a gestão ambiental, principalmente, quanto à utilização de recursos naturais (Sauvé, 2005).

A corrente resolutiva propõe a solução dos problemas ambientais a partir de um planejamento sequencial de execução de habilidades, como a identificação dos principais problemas, suas causas e as melhores medidas para sua contenção e intervenção (Hungerford *et al.* 1988). A corrente sistêmica, refere-se ao estudo e compreensão dos problemas ambientais, onde os diferentes componentes são estudados de forma individual, como a relação deles entre si (Keiny; Shashack, 1987). A corrente científica, baseia-se na proposição de soluções com base em estudos realizados pelo método científico, uso de medidas interventivas baseada na observação de fenômenos, criação e verificação de hipóteses e a aplicação de soluções com base metodológica previamente planejada (Goffin; Boniver, 1985). A corrente humanista, coloca que o aprendizado acerca do meio ambiente não é algo tecnicista, mas baseia-se na relação entre os aspectos biofísicos do ambiente e cultural

da humanidade (Dehan; Oberlinkels, 1984). A corrente moral/ética, baseia-se em códigos de condutas sociais para que a ética e a moral estejam alinhadas a valores ambientais (Iozzi, 1987).

Dentro das recentes correntes de pensamento, a holística entende que a relação dos indivíduos com o ambiente parte de suas particularidades e condições pessoais (Hoffmann, 1994). A corrente biorregionalista baseia-se em movimento socioecológico onde a aquisição do conhecimento acerca do ambiente basea-se no modo de vida da sociedade de uma determinada área, implicando no desejo por mudanças no *status quo* (Nozick, 1995). A corrente práxica coloca que as ações e reflexões acerca das próprias ações se constituem um processo retroalimentar, onde os indivíduos, durante e após a prática da aquisição do conhecimento e o cuidado com o ambiente, refletem sobre suas práticas executadas e buscam as melhores formas de atuar no meio e repetem o processo (Stapp *et al.* 1988). A corrente crítica social, associa-se à práxica, e se baseia na reflexão das dinâmicas sociais frente aos problemas ambientais, e questionamentos acerca da coerência entre os planejamentos das ações e seus resultados realizados (Heller, 2003).

A corrente feminista retrata as relações de poder, onde as mulheres são dominadas política e economicamente por homens, e indissociáveis das questões ambientais e que as relações de gênero devem ocorrer de forma harmônica, a fim de integrar todos os esforços e talentos na busca por soluções para os problemas ambientais (Gough, 1998). A corrente etnográfica visa a compreensão da dinâmica social de diferentes etnias e na forma como estas se relacionam com o meio ambiente, para perceber distintas visões sobre um único aspecto (Sauvé, 2005).

A corrente da ecoeducação entende que o meio ambiente interage com a sociedade, possibilitando a ecoformação e a ecoontogênese. A ecoformação é a interação com os diferentes setores sociais, como escola, família, e da pessoa capaz de formá-la, entretanto a interação com o meio ambiente também contribui com o seu processo de formação (Pineau, 2000). Quanto à ecoontogênese, trata da importância da relação do indivíduo nas fases de vida iniciais, infância e adolescência, com o ambiente no seu processo de desenvolvimento e na sua percepção da importância da preservação ambiental (Berryman, 2002). A corrente da sustentabilidade, coloca o uso racional dos recursos naturais atrelado ao desenvolvimento econômico, sendo considerado como o desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2022).

É importante salientar que as diferentes vertentes da educação ambiental possuem diferentes contextos sociais, históricos e culturais, que as levaram a possuírem seus ideais e princípios. Dessa forma, compreender seu aspecto histórico possibilita a uma visão holística acerca dessas correntes de pensamento, bem como tecer críticas a seu respeito.

4 Educação ambiental formal e informal

A educação ambiental formal e não formal, tem como base além da Constituição Federal de 1988, a Política Nacional de Educação Ambiental, através da Lei 9.795, de 27 de abril de 1999, que trata em suas seções II e II de uma educação formal e não-formal, envolvendo os artigos 9, 10, 11 e 13 (BRASIL, 1999). No art. 9, 10 e 11 colocam que a educação formal é aquela desenvolvida no âmbito escolar em instituições públicas e privadas e em todas as modalidades de ensino, como prática integrativa, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades de ensino e constar nos curriculos de formação de professores, em todos os nívis e disciplinas e no seu artigo 13 a educação não formal voltada a ações e práticas educativas visando sensibilizar a coletividade sobre questões ambientais com a participação dos poderes públicos e privados, a participação de empresas, organizações não governamentais entre outros. (PNMA, 1999)

Segundo Viana *et al.* (2017), a educação formal deve ser fornecida pelas escolas e instituições de ensino, que possua uma formalização do currículo, programas, disciplinas e avaliações. Enquanto a educação informal, deva ocorrer de forma espontânea, definido como saberes e conhecimentos aprendidos em sociedade, podendo ser passados de geração a geração. Essa sabedoria vem das relações do cotidiano, e da vivência, como fazer compra na feira, pegar um ônibus, passear pela cidade, confeccionar artesanato, dentre outras atividades, neste aspecto hoje temos a educação informal.

Percebe-se que a educação ambiental envolve conhecimentos interdisciplinares para compreender o meio ambiente como um todo, e buscar resolver problemas locais e globais é parte integrante da educação formal e não formal na sociedade, enfatizando que o ensino e a aprendizagem incluem os alunos e a comunidade, para trocar experiências na tomada de decisões diante de problemas. Para Leff (2001), a formação do conhecimento ambiental é construída para compreender processos socioambientais complexos por meio da integração interdisciplinar de conhecimentos. Esse conhecimento abrange diferentes disciplinas, e vai além do conhecimento ambiental e incorpora os mais diversos saberes como: tradição, identidade cultural, conhecimento prático, quebra de paradigmas educacionais.

Cabe destacar que a educação ambiental é classificada como "transformadora", o que significa vincular abordagens que pertencem a vários conceitos semelhantes como a pedagogia libertadora, crítica, popular e ecológica, etc. Isso possibilita a compreensão de como a educação está inserida e aborda os indivíduos na sociedade (Loureiro, 2004). Cabe a escola inserir no seu Projeto Político Pedagógico e no seu planejamento, objetivos e conteúdos que possa possibilitar a prática cotidiana e o exercício de uma cidadania voltada a preservação do meio ambiente e a construção de

um cidadão crítico, para garantir respeito consigo mesmo e com o planeta, que deve ser garantia para a geração atual e a futuras gerações, além da formação de cidadãos críticos.

Educação e Ações ambientais no contexto escolar

No ambiente escolar a educação ambiental não deve ser algo meramente memorizado pelos alunos, sem que o mesmo saiba o porquê se estuda a temática ambiental. Neste aspecto, cabe as escolas por ser a escola considerada como um espaço de diálogo desenvolver ações que promova as práticas educativas de modo a contribuir para a formação do sujeito ecológico (Carvalho, 2011). Portento, no ambiente escolar, a educação ambiental perpassa pelas diversas disciplinas através da interdisciplinaridade, onde a articulação das matérias de ensino deve estar focada em uma proposta pedagógica, onde os docentes passam a se comunicar com seus alunos e não apenas esperar que essa comunicação ocorra (Sato, 1997).

Tendo em vista que a pedagogia ainda hoje é voltada para uma tendência tradicional, onde os conteúdos são memorizados, o conhecimento avaliado e o docente o detentor do conhecimento, a educação ambiental passa a ser esquecida ou explicada de maneira fragmentada e sem interdisciplinaridade (Libâneo, 1985). Todo esse processo desarticulado contribui para o desinteresse do discente nas questões e problemáticas ambientais. Para tanto, deve-se colocar a educação ambiental como tema transversal para desenvolver projetos de intervenção pedagógica no ambiente escolar, visto que a educação ambiental tem como foco o conhecimento e as mudanças no meio natural, além do despertar para uma consciência de conservação do ambiente. Dentro deste processo hoje, a educação ambiental escolar se coloca como elemento indispensável para a transformação da consciência ambiental dos discente, dentre elas as escolas do Ensino Fundamental, através da ecopedagogia, ou "Pedagogia da Terra ou Educação Sustentável". A ecopedagogia objetiva reeducar o olhar das pessoas, visando desenvolver atitudes de observação para evitar a presença de atrações ao meio ambiente, o desperdício e a poluição, de forma a reeducar pessoas e melhorar o meio ambiente. Dessa forma, deve-se promover discursões, reflexões e orientações para uma aprendizagem a partir de vivências cotidianas,

promover mudança de comportamento, buscar harmonia e a sustentabilidade (Halal, 2009). Nesse contexto, devemos pensar a educação ambiental do futuro, de modo a nos questionar sobre as categorias que podem explicá-la, envolver contradição, determinação, mudança, trabalho e a práxis pedagógica contemporânea, evidenciando uma perspectiva da educação ambiental.

O ambiente escolar é um setor social de grande importância na formação da criança e do adolescente, dessa forma a compreensão e interação com o meio ambiente deve partir dos anos

iniciais (Medeiros et al. 2011). Segundo Segura (2001), a escola foi um dos primeiros espaços a absorver o processo de 'ambientalização' da sociedade, recebendo a sua cota de responsabilidade para melhorar a qualidade de vida da população, através de informação e conscientização.

Compreender a percepção dos estudantes sobre o meio ambiente e sua interação com o mesmo é uma forma de diagnosticar as problemáticas envolvendo a inserção da educação ambiental na formação escolar dos estudantes. A fim de combater a destruição ambiental e suas consequências para a humanidade e as demais espécies de organismos, soluções podem ser projetadas e aplicadas a partir dos problemas e causas identificadas.

A educação ambiental hoje enquanto tema transversal pede que as instituições escolares realizem projetos de intervenção nesta área específica, inter-relacionando saberes disciplinares de maneira a criar uma consciência crítica em relação aos problemas ligados ao meio ambiente. E cabe ao pedagogo e ao professor de Ciências, trabalhar em instituições de ensino. Portanto, é fundamental para a criação de uma mentalidade ecológica nos educandos, temas simples como o o destino do lixo urbano, o desmatamento das florestas brasileiras, as queimadas, que podem ser temas de projetos educacionais de intervenção junto aos estudantes e suas famílias.

Diante do exposto, no que se refere ao desmatamento, pode-se incentivar os cidadãos desde cedo a ter uma consciência necessária para que se entenda que a degradação e o desmatamento afetam mais a nossa vida do que pensamos. Pode-se pensar quais soluções pode-se encontrar para que os cidadãos compreendam quais os direitos relacionados ao bem-estar com o meio ambiente e que de fato existem leis e normas que resguardam o ambiente que vivem.

O estudo objetiva: Analisar a percepção dos alunos sobre educação ambiental e o desmatamento em escola do Ensino Fundamental em Caxias – MA. Como objetivos específicos: avaliar a percepção dos alunos sobre Educação Ambiental e desmatamento.; verificar como a educação ambiental é trabalhada na instituição escolar em Caxias – MA.; desenvolver ações na escola sobre Educação Ambiental e desmatamento para discentes na instituição escolar em Caxias – MA.; sensibilizar os educandos para o combate ao desmatamento e a preservação do meio ambiente em escola do Ensino Fundamental em Caxias – MA.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da pesquisa

O estudo trata-se de uma pesquisa de campo, de abordagem quali-quantitativa e de natureza exploratória e descritiva por combinar uma abordagem ligada a construção social e a construção de dados que corroborem para o objetivo deste trabalho: perceber como a educação ambiental é importante no combate ao desmatamento.

3.2 Área de Estudo e Público-alvo

O estudo foi realizado em uma instituição de ensino fundamental maior, no município de Caxias, Maranhão, situa-se entre as coordenadas 4º51'32" S e 43º21'2"W. Possui aproximadamente 166.159 habitantes e densidade demográfica 31,94 hab/km² segundo IBGE (2023). O público-alvo foram alunos de 6º, 7º e 9º ano do fundamental. A escola oferece ensino para os anos finais da educação básica. Possui cinco salas, três banheiros com sanitários com acessibilidade para pessoas com deficiência, uma sala de informática com 25 computadores, sala de leitura, cozinha, uma secretaria, uma sala para os docentes, sala de atendimento especial, internet, equipamentos, como impressora, retroprojetor e TV, e uma equipe de 42 funcionários.

3.3 Metodologia da pesquisa

Para a realização deste trabalho, foi solicitada autorização da Secretaria Municipal de Educação, Ciências e Tecnologia (SEMECT) do município de Caxias – MA. e da gestão da escola onde foi executada a pesquisa. Autorização dos responsáveis pelos discentes foi obtida pelos Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e dos discentes participantes da pesquisa através do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

O desenvolvimento do projeto ocorreu em três etapas distintas. Na primeira etapa ocorreu a observação das turmas e das aulas de ciências para atentar ao conteúdo explanado, a quantidade de alunos, a faixa etária e posterior aplicação de questionário (Figura 1A). No segundo momento, desenvolver apresentação de material digital voltado para os perigos do desmatamento, vídeos informativos (Figura 1B), utilização de texto com o tema "desmatamento e meio ambiente" para promover debate na esfera municipal e federal. Todas as ações propostas neste estudo foram adaptadas, quando necessário, para as plataformas digitais que a escola possui.

No terceiro momento, aplicou-se um questionário com oito questões: 1) Você já ouviu falar em Educação Ambiental? 2) Quais disciplinas abordam a questão ambiental em sua escola?

3) Você considera importante a disciplina de Educação Ambiental em sua escola? 4) Como a educação ambiental é trabalhada na sua escola? 5) Você considera que existem problemas

ambientais em seu município? Se sim, quais os principais problemas observados? 6) Você considera importante a preservação da natureza? 7) Em sua opinião, a responsabilidade pelos problemas ambientais é? 8) Você contribui para a preservação do Meio Ambiente? (Figura 1A).

Foi realizada palestra para os alunos (Figura 1B) com o tema "educação ambiental e o desmatamento", com linguagem clara e de fácil compreensão, possibilitando discussões e diálogos entre o palestrante e os alunos. Após a palestra, aplicou-se novo questionário com quatro perguntas

objetivas, para verificar o entendimento pelos alunos. As questões foram: Você considera importante abordar temas voltados para a Educação ambiental em sua escola? Você acha que existem problemas ambientais em seu município? Se sim, quais os problemas observados? Você contribui para a preservação do meio ambiente? Em sua opinião, é importante o envolvimento de professores de diferentes disciplinas nas discussões socioambientais?.

3.4 Análise de dados

As respostas dos questionários foram colocadas em planilha do Programa Excel. Os dados tabulados e analisados e posteriormente construídos gráficos para facilitar a visualização e discussão dos dados obtidos no estudo.

4 RESULTADOS

O estudo teve a participação de 34 alunos, sendo 12 alunos do 6º ano, sete alunos do 7º ano e 15 alunos do 9º ano. No primeiro momento aplicou-se o questionário. (Figura 2A) e posteriormente, foi realizada palestra em cada turma, como o tema "Impactos antropogênicos e os danos para o meio ambiente", com duração de 50 min. Ocorreu a exibição de vídeo disponível na plataforma do Youtube, a acerca da preservação do meio ambiente e para finalizar e como forma de fixação, aplicou-se um segundo questionário.

Figura 1 A-B. Escola Municipal, com a realização de: A. Aplicação de questionários aos alunos. B. realização de Palestra.



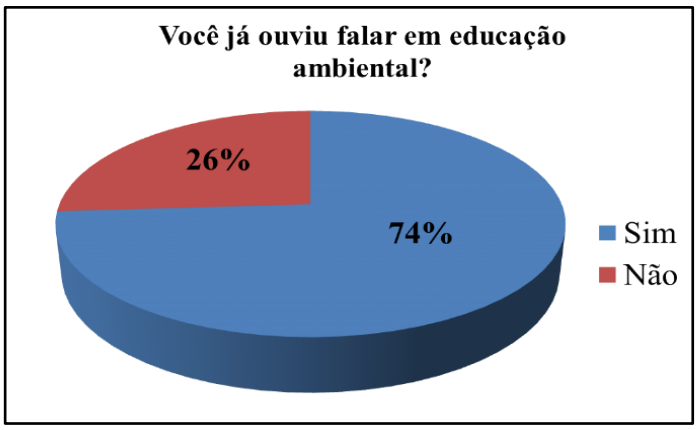
Fonte: Autores, 2022.

4.2 Aplicação de Questionário

Foi realizado à aplicação de um questionário com questões objetivas e subjetivas, com a finalidade de realizar uma diagnose sobre Educação ambiental. O questionário conta com perguntas como: "Você já ouviu falar em Educação Ambiental?". Foi evidenciado que 74% dos alunos já

ouviram falar sobre a temática, entretanto, 26% não ouviu. A maioria dos alunos do projeto possuem conhecimento da temática educação ambiental (Figura 2).

Figura 2 - Percentual de alunos que responderam sobre o conhecimento em educação ambiental.

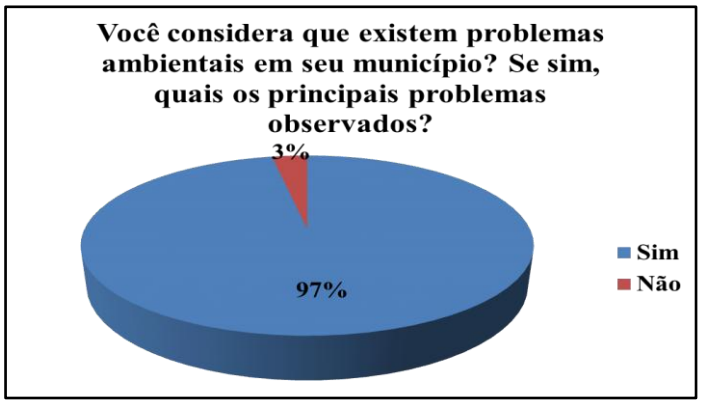


Fonte: Autores, 2025.

A educação ambiental deve ser abordada nas escolas por diferentes formas e intervenções pedagógicas, entretanto, deve estar a mais próxima da realidade dos estudantes a fim de estabelecer uma melhor conexão conteúdo-discente (Cabral *et al.* 2015). A educação ambiental, deve assumir cada vez mais uma função transformadora, necessária para modificar um quadro de crescente degradação socioambiental e cabe ao educador a função de mediador na construção de referenciais ambientais e saber usá-los como instrumentos para o desenvolvimento de uma prática social centrada no conceito da natureza (Jacobi, 2003).

Na questão "Você considera que existem problemas ambientais em seu município? e quais os principais problemas observados?". A visão dos alunos quanto aos problemas ambientais no município é notada, e são considerados comuns, como a poluição das águas, queimadas e o desmatamento (Figura 3).

Figura 3 – Resultado da pergunta "Você considera que existem problemas ambientais em seu município? Se sim, quais os principais problemas observados?" do primeiro questionário.



Fonte: Autores, 2022.

O reconhecimento sobre os problemas ambientais, é necessário para o desenvolvimento da percepção ambiental, visando uma tomada de consciência sobre o meio ambiente e os processos de degradação, visto que o indivíduo è capaz de perceber, reagir e responder de diferentes formas às percepções (Faggionato, 2005), portanto é fundamental compreender as inter-relações entre o homem e o meio ambiente, suas expetativas, satisfações e insatisfações.

Ao preguntar "Você considera importante a preservação da natureza?". 100% dos estudantes consideram importante preserva o meio ambiente (Figura 4). O reconhecimento unanime dos estudantes, reflete a importância da conservação ambiental e da preservação dos recursos naturais e estimular a participação cidadã de forma mais responsável ao meio ambiente.

Figura 4 – Resultado da pergunta "Você considera importante a preservação da natureza?" do primeiro questionário.

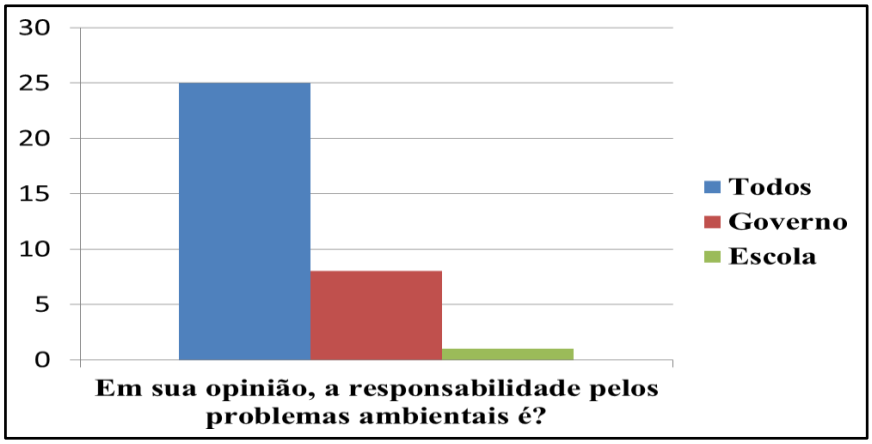


Fonte: Autores, 2022.

Castoldi *et al.* (2009), consideram importante a participação dos estudantes em ações de educação ambiental, visando mostrar um grau de conscientização as problemáticas ambientais do seu município, e indicar que a educação ambiental abordada na escola pode estar alinhada às questões ambientais municipais. A UNESCO estaca a educação ambiental essencial para promover valores e atitudes voltadas à conservação ambiental e Jacobi (2003) considera a EA um dos principais instrumentos para estimular a participação cidadã e uma sociedade mais sustentável.

Na questão "Em sua opinião, a responsabilidade pelos problemas ambientais é?". 25 alunos considerando que a responsabilidade é de todos, oito que é responsabilidade do governo e apenas uma responsabilidade da escola. O resultado demonstra que, a maior parte dos participantes possuem uma compreensão das questões ambientais e reconhece que a conservação e o meio ambiente dependem da sociedade, instituições públicas e privado. A baixa frequência de respostas que apontam a escola como principal responsável sugere que os estudantes percebem a escola como espaço de conscientização e formação de valores na resolução dos problemas ambientais.

Figura 5 – Resultado da pergunta "Em sua opinião, a responsabilidade pelos problemas ambientais é?" do primeiro questionário.

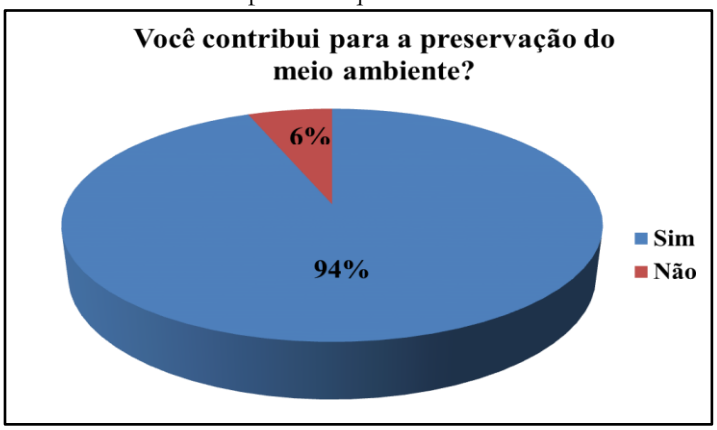


Fonte: Autores, 2022.

A questão "Você contribui para a preservação do Meio Ambiente?". Observou que 94% dos participantes afirmaram contribui de alguma forma para a preservação do meio ambiente, enquanto 6% afirmaram que não contribuem. Esses dados evidenciam que a maioria dos estudantes reconhece a importância de adotar práticas ambientalmente responsáveis em seu cotidiano, indicando um nível significativo de conscientização ambiental. Segundo Jacobi (2003), a conscientização ambiental deve promover mudanças de comportamento que possibilitem aos indivíduos assumir responsabilidades diante dos desafios socioambientais. Da mesma forma, Reigota (2009) ressalta que a Educação Ambiental contribui para o desenvolvimento de uma postura crítica e participativa, incentivando os cidadãos a atuarem de forma responsável na conservação dos recursos naturais. Para Silva (2013) a educação ambiental deve estar articulada com a

proposta pedagógica da escola, sendo integrativa com as atividades práticas dos estudantes nas diferentes disciplinas e práticas escolares, bem como integrada ao cotidiano do discente.

Figura 6 - Resultado da pergunta "Você contribui para a preservação do meio ambiente?" do primeiro questionário.

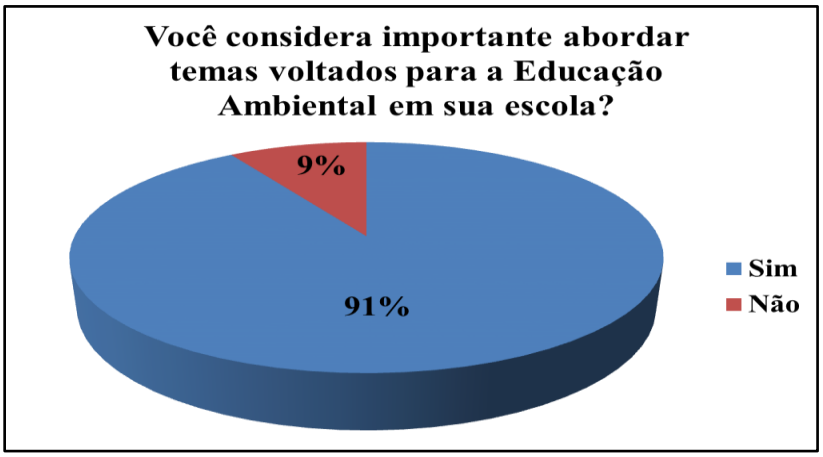


Fonte: Autores, 2022.

4.2 Aplicação do Segundo questionário

A primeira questão elaborada para os alunos foi "Você considera importante abordar temas voltados para a Educação Ambiental em sua escola?". As respostas apontam que 91% dos estudantes consideraram que abordar esses tipos de temas no ambiente escolar é muito importante para o desenvolvimento gradativo do respeito para com o meio ambiente.

Figura 7 – Resultado da pergunta "Você considera importante abordar temas voltados para a Educação Ambiental em sua escola?" do segundo questionário.



Fonte: Autores, 2022.

A escola é o ambiente mais propício para desenvolvimentos de práticas de educação ambiental no intuito de conscientizar a comunidade sobre o destino correto do lixo gerado, evitando o lançamento destes no meio ambiente.

A pergunta "Você acha que existem problemas ambientais em seu município? Se sim, quais problemas observados?". Os dados afirmam que existem problemas ambientais nos seus municípios e, além disso, apontaram que há problemas de queimadas, desmatamentos e poluições.

Figura 8 – Resultado da pergunta "Você acha que existem problemas ambientais em seu município? Se sim, quais problemas observados?" do segundo questionário.

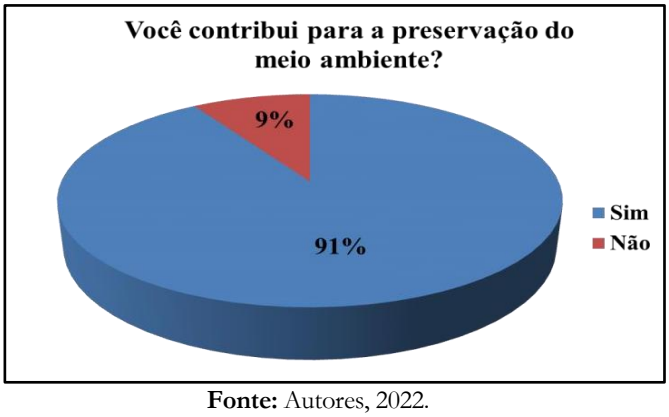


Fonte: Autores, 2022.

Para Freitas (2009) colocam que é necessário se conhecer como as pessoas entendem o ambiente em que habitam, as suas fontes de contentamento e descontentamento, tendo a educação como processo chave das percepções e atitudes que podem contribuir para uma melhoria ambiental. Fernandes *et al.* (2008) relatam a percepção ambiental é de fundamental importância para que possamos compreender melhor as inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, anseios, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas.

A terceira questão pergunta "Você contribui para a preservação do meio ambiente?". Os resultados apontam que 91% dos alunos declararam que contribui, mesmo que de pequena forma para preservação do meio ambiente.

Figura 9 – Resultado da pergunta "Você contribui para a preservação do meio ambiente?" do segundo questionário.



Fonte: Autores, 2022.

Em estudo realizado por Queirós *et al.* (2020), no que se refere apercepção ambiental dos alunos de escola estadual, coloca que os alunos têm consciência do meio em que vivem e sabem falar a respeito do mesmo, e que eles observam a cidade onde moram e sabem quais os problemas existentes na sua região. Outros trabalhos como Santos (2007), Santos e Santos (2015) e Cruz et al. (2016) colocam que problemas ambientais tem uma divergência entre cidades, devido os problemas presentes serem divergentes de uma região para outra, e nestas questões deve ser levado em conta que os alunos obtenham uma percepção adequada dos alunos, no que se refere aos problemas existentes na sua região.

A quarta questão "Em sua opinião, é importância o envolvimento de professores de diferentes disciplinas na discussão socioambientais?". Os resultados desse questionamento informam que 91% afirmaram que os professores de diferentes disciplinas se envolvam em discussões sobre problemas socioambientais, a fim de que seus discentes possam paulatinamente exercer e aprender sobre Educação Ambiental.

Figura 10 – Resultado da pergunta "Em sua opinião, é importante o envolvimento de professores de diferentes disciplinas na discussão socioambientais?" do segundo questionário.



Fonte: Autores, 2022.

No trabalho de Andrade *et al.* (2016) quanto a percepção ambiental docente e discente os professores retratam que a temática ambiental deve ser trabalhada com o auxílio de recursos tecnológicos, aulas de campo, aulas de laboratório, realização de palestras, seminários e pesquisas científicas e que a realização de uma ação com todo o corpo docente, gestores escolares incluindo pais, no intuito de conscientização da importância da preservação do meio ambiente é essencial. Os autores colocam que há a necessidade da escola em abordar a temática ambiental na comunidade escolar, como recursos humanos qualificados, que possuem capacidade técnica e pedagógica para desenvolver ações com maestria; incentivo da escola, mesmo com recursos financeiros limitados; estrutura física e espaço livre privilegiado (Andrade *et al.*, 2016).

5 CONCLUSÃO

A percepção dos alunos sobre Educação Ambiental é de grande importância para o meio ambiente e para a preservação dos recursos naturais, também os estudantes percebem as problemáticas ambientais envolvendo seu município, como o desmatamento.

Foi verificado que a educação ambiental é trabalhada na instituição de ensino na qual este estudo foi desenvolvido, majoritariamente no formato teórico e a partir de disciplinas específicas como ciências e geografia.

O estudo mostrou a importância da Educação Ambiental para estudantes da educação básica na sua formação como cidadãos ativos, bem como evidenciar a necessidade de práticas ecológicas associadas à vivência desses discentes. As práticas desenvolvidas na escola sobre Educação Ambiental e desmatamento para discentes buscou possibilitar o aumento da percepção dos estudantes sobre os problemas ambientais no município de Caxias – MA.

Uma das dificuldades existentes para o ensino da educação ambiental nas escolas de ensino fundamental e muitas vezes no ensino médio, advém da formação do professor, por muitos não terem a educação ambiental em seu currículo de formação, as atividades educativas terem um caráter pontual, geralmente já definido pelas Secretárias de Educação lhe oferecer a base para trabalhar com os alunos nas escolas nas mais diferentes modalidades de ensino. É necessário que as escolas possam trabalhar mais a educação ambiental nas modalidades formal e informal, para haver uma participação maior da escola, família e comunidade, visando desenvolver um senso crítico nos alunos para as questões ambientais e do desenvolvimento da cidadania.

É importante que a escola venha promover oportunidades para a divulgação da educação ambiental, utilizando-se doa atividades lúdicas e recursos que possibilitem o desenvolvimento de uma consciência ecológica e científica por parte da comunidade escolar a serviço da preservação do meio ambiente e da biodiversidade.

Agradecimentos

Agradeço ao Orientador Prof. Dr. Carlos Augusto Silva de Azevedo e a Universidade Estadual do Maranhão e a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDRADE et al. **Educação Ambiental na Amazônia brasileira: participação e reclamos sociais em tempos pós-hegemônicos**. ET 4/7 julio-diciembre 2016. www.espaciostransnacionales.org

ALENCASTRO, M. S. C.; SOUZA-LIMA, J. E. Educação ambiental: breves considerações epistemológicas. **Revista meio ambiente e sustentabilidade**, v. 8, n. 4, p. 20-50, 2015.

ARRAES, M. C. G. A.; VIDEIRA, M. C. M. C. Breve histórico da Educação Ambiental no Brasil. **Revista multidisciplinar e de psicologia**, v. 13, n. 46, p. 101-118, 2019.

BERRYMAN, T. Éco-ontogenèse et éducation: les relations à l'environnement dans le **développement humain et leur prise en compte en éducation relative à l'environnement durant la petite enfance, l'enfance et l'adolescence**. Mémoire de maîtrise, Faculté d'éducation, Montréal: Université du Québec à Montréal, 2002.

BRASIL. Constituição Federal, 5 de outubro de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Política Nacional de Educação Ambiental. 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos – temas transversais**. Secretaria de Educação Fundamental, Brasília: MEC/SEF, 436 p., 1998.

CABRAL, F. F.; RIBEIRO, I. L.; HRYCYK, M. F. Percepção ambiental de alunos do 6º ano de escolas públicas. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 2, p. 151-161, 2015.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 5ª Ed. São Paulo. Ed. Cortez; 2011.

CASTOLDI, R.; BERNARDI, R.; POLINARSKI, C. A. Percepção dos problemas ambientais por alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade**, v. 1, n. 1, p. 56-80, 2009.

CRUZ, F. C. F.; SILVA, M. F. S.; ANDRADE, I. M. Percepção socioambiental dos alunos de ensino fundamental de uma escola municipal de Caxingó, Piauí, Brasil. **Holos**, 4, 313–328, 2016.

DEHAN, B.; OBERLINKELS, J. **École et milieu de vie – Partenaires éducatifs – Une pédagogie de projets interdisciplinaires**. Cladesh (França): Centre interdisciplinaire de recherche et d'applications pour le développement d'une éducation en ilieu de vie (CIRADEM), 1984.

DIAS, G. **Educação ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 1992.
FAGGIONATO, S. **Percepção ambiental**. 2005. Disponível em: http://educar.sc.usp.br. Acesso em: Julho de 2022.

FREITAS, J. R. S. R. **Um Estudo de percepção entre alunos do Ensino de Jovens e Adultos e 1º ano do ensino Médio da Fundação de Ensino de Contagem (FUNEC) – MG.** Em Aberto, Brasília, v. 10, n. 49, jan./mar. 2009.

GOFFIN, L.; BONIVER, M. **Pédagogie et recherche – Éducation environnementale à l'école: objectifs et méthodologie – Application au thème de l'eau**. Direction générale de l'organisation des études. Ministère de l'Éducation nationale, 1985.

GOUGH, A. G. Education and the environment: policy, trends and the problems of marginalization. Australian Review. Australie: Australian Council for Educational Research (ACER), v. 39, 1998.

HALAL, C. Y. Ecopedagogia: uma nova educação. **Revista de Educação** • Vol. XII, Nº. 14, 2009 . p. 87-103

HELLER, C. **Désir, nature et société – L'écologie sociale au quotidien**. Montréal (Canadá): Les Éditions Écosociété, 2003.

HOFFMANN, N. Beyond Constructivism: A Goethean Approach to Environmental Education. **The Australian Journal of Environmental Education**, v. 10, p. 71-90, 1994.

HOLMER, S. A. **Histórico da educação ambiental no Brasil e no mundo**. Salvador (BA): Universidade Federal da Bahia, 67p., 2020.

HUNGERFORD, H. R.; VOLK, T. L.; RAMSEY, J. M.; LITHERLAND, R. A.; PEYTON, R. B. **Investigating and evaluating environmental issues and actions: skill development modules**. Stipes Publishing, 1988.

IOZZI, L. **Science-technology-society: preparing for tomorrow's world**. Teacher's guide. Longmount (Colorado): Sopris West, 1987.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, v. 1, n. 118, p. 189-206, 2003.

KEINY, S.; SHASHACK, M. Educational model for environmental cognition development. **International journal of science education**, v. 9, n. 4, p. 449-458, 1987.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópoles: Vozes, 2001.

LIBÂNEO, J. C. **Democratização da escola pública: A pedagogia crítico-social dos conteúdos**. São Paulo (SP): Loyola, 160p., 1985.

LOUREIRO, C. F. B. Educação Ambiental Transformadora. In: LAYRARQUES, P. P. **Identidades da Educação Ambiental Brasileira**. Brasília: MMA, 2004.

MATOS, F. L. L. C. C. **Análise das taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal a partir da relação entre autos de infração e área desmatada no período entre 2000 e 2014**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Brasília (Distrito Federal): Universidade de Brasília, 90p., 2016

MEDEIROS, A. B.; MENDONÇA, M. J. S. L.; SOUSA, G. L.; OLIVEIRA, I. P. A importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 4, n. 1, p. 1-17, 2011.

NOZICK, M. **Entre nous: rebâtir nos communautés**. Montréal: Écosociété, 1995.

ONU- Organização das Nações Unidas. **Agenda 21: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Brasília (DF): Câmara dos Deputados, 472p., 1995.

PINEAU, G. **Temporalités en formation. Vers de nouveaux synchroniseurs**. Paris: Anthropos, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política de Educação Ambiental**. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/politica-de-educacao-ambiental>. 1999

QUEIROS, J. P. Q. et al. Percepção ambiental dos alunos do 7º ano em uma escola estadual no município de Bragança – PA. 2020. Disponível em: https://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=3491. Acesso: 10/07/2022

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**? 2 ed. São Paulo: Brasiliense, 2012.

SALAMONI, A. T.; MADUELL, A. N.; SILVEIRA, D. I.; FALCÃO, L. H. S. Educação Ambiental nos anos iniciais do ensino fundamental: várias formas de trabalhar os seus temas. **Revista brasileira de extensão universitária**, v. 12, n. 1, p. 65-75, 2021.

SANTOS, A. G. M.; SANTOS, M. C. M. **Uma análise da percepção ambiental dos alunos da escola Maria menina de alagoa grande – PB.** 2015.

SANTOS, E. T. A. **Educação Ambiental na Escola: Conscientização da Necessidade de Proteção da Camada de Ozônio**. Santa Maria, RS, Brasil, 2007.

SATO, M. **Educação para o ambiente amazônico**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), São Carlos (SP): Universidade Federal de São Carlos, 245p., 1997.

SAUVÉ, L. Educação Ambiental: possibilidades e limitações. **Educação e Pesquisa**, v. 2, n. 31, p. 317-322, 2005.

SEGURA, D. S. B. **Educação Ambiental na escola pública: da curiosidade ingênua à consciência crítica**. São Paulo: Annablume, Fapesp, 214p., 2001.

SILVA, L. J. C. **Estudo da percepção ambiental dos alunos do ensino médio no Colégio Estadual Manoel de Jesus em Simões Filho, BA**. Monografia (Pós-Graduação em Gestão Ambiental em Municípios): Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 66p., 2013.

STAPP, W.; BULL, J.; COLL. **Education in action – a community problem solving programs for schools**. Dexter (Michigan): Thompson Shore, 1988.]

TALAMONI, A.C.B.; PERES, W.C.; PINHEIRO, H.M.S. & PINHEIRO, M.A.A. Histórico da educação ambiental e sua relevância à preservação dos manguezais brasileiros, Cap. 2: p. 57-73. In: Pinheiro, M.A.A. & Talamoni, A.C.B. (Org.). **Educação Ambiental sobre Manguezais**. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 165 p. 2018.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Década das Nações Unidas da Educação para um Desenvolvimento Sustentável: 2005-2014**. Brasília (Distrito Federal): UNESCO, 120p., 2005.

UNESCO - **Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Educação para o desenvolvimento sustentável**. 2022. Disponível em: https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasilia/expertise/education-sustainable-development.

VAN MATRE, S. **Earth education: a new beginning**. Institute for Earth Education, 317p., 1990.

VIANA, V. N.; OLIVEIRA, W. R.; MACIEL, A. N. C.; SILVA, E. V. Educação ambiental formal e informal. In: SILVA, E. V.; CARVALHO, R. G. **Ecopedagogia na educação ambiental formal e informal**. Mossoró (Rio Grande do Norte): UERN, 157p., 2017.

CAPÍTULO 9

PRÁTICAS EDUCATIVAS NO AMBIENTE ESCOLAR: A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA DE CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE QUEIMADAS

EDUCATIONAL PRACTICES IN THE SCHOOL ENVIRONMENT: ENVIRONMENTAL EDUCATION AS A TOOL FOR RAISING AWARENESS ABOUT FIRES

Kauan da Conceição Araújo
Estudante de Graduação em Ciências Naturais Licenciatura, Universidade Estadual do Maranhão (Campus Caxias/UEMA), Caxias-MA, Brasil

João Marcelo da Silva Santos
Estudante de Graduação em Ciências Naturais Licenciatura, Universidade Estadual do Maranhão (Campus Caxias/UEMA), Caxias-MA, Brasil

Maria do Espírito Santo Moura da Silva
Estudante de Graduação em Ciências Naturais Licenciatura, Universidade Estadual do Maranhão (Campus Caxias/UEMA), Caxias-MA, Brasil

Luciana Alves da Luz Soares
Doutora em Biologia Ambiental, Universidade Federal do Pará (UFPA), Docente do Departamento de Química e Biologia, Campus Caxias, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias-MA, Brasil

Elmary da Costa Fraga
Doutor em Genética e Biologia Molecular, Universidade Federal do Pará (UFPA), Docente do Departamento de Química e Biologia, Campus Caxias, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias-MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1270

Resumo: As queimadas representam um dos principais problemas ambientais da atualidade, afetando diretamente a saúde humana, os animais e a natureza. Diante dessa realidade, o ambiente escolar torna-se um espaço fundamental para o desenvolvimento de ações de educação ambiental e promovendo a conscientização dos estudantes diante desse problema. O presente projeto teve como objetivo promover ações visando a conscientização dos estudantes sobre os impactos das queimadas por meio de práticas de educação ambiental no contexto escolar. O projeto foi desenvolvido com duas turmas, do 7º e do 8º ano do Ensino Fundamental, do Colégio Municipal Antônio Rodrigues Bayma. As atividades realizadas envolveram rodas de conversa sobre o conceito de queimadas, suas causas, consequências e prevenções; produção de desenhos; plantio de mudas; elaboração de cartazes educativos, guias de cuidados em períodos de intensa fumaça e vídeos educativos; além da exposição dos materiais produzidos para a comunidade escolar. Os resultados demonstraram o interesse e a participação dos alunos em todas as ações desenvolvidas. Foi possível observar uma ampliação dos conhecimentos sobre os impactos das queimadas, maior sensibilização em relação à preservação do meio ambiente e o desenvolvimento de atitudes mais conscientes e responsáveis. Além disso, a produção e a socialização dos materiais educativos fortaleceram o protagonismo dos estudantes. Conclui-se que as práticas de educação ambiental desenvolvidas contribuíram para o alcance dos objetivos do projeto, mostrando que atividades participativas favorecem a construção do conhecimento, despertam a consciência ambiental e incentivam mudanças de comportamento voltadas à prevenção das queimadas e à preservação da natureza.

Palavras-chave: Ações socioambientais. Materiais educativos. Participação estudantil.

Abstract: Wildfires represent one of today's major environmental problems, directly affecting human health, animals, and the natural world. Given this reality, the school environment serves as a crucial space for developing environmental education initiatives and raising student awareness about the issue. This project aimed to promote student awareness regarding the impacts of wildfires through environmental education activities within the school setting. The project was carried out with two classes—7th and 8th graders—at the Antônio Rodrigues Bayma Municipal School. Activities included discussion circles covering the concept of wildfires, their causes, consequences, and prevention methods; drawing sessions; seedling planting; and the creation of educational posters, guides on precautions during periods of heavy smoke, and educational videos. The materials produced were also exhibited to the school community. Results showed keen interest and active participation from students across all activities. There was a noticeable increase in knowledge regarding the impacts of wildfires, heightened awareness of environmental preservation, and the development of more conscious and responsible attitudes. Furthermore, the creation and sharing of educational materials empowered the students, fostering a sense of agency. In conclusion, the environmental education practices implemented contributed to achieving the project's goals, demonstrating that participatory activities facilitate knowledge building, awaken environmental consciousness, and encourage behavioral changes aimed at preventing wildfires and preserving nature.

Keywords: Social and environmental initiatives. Educational materials. Student participation.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países mais atingidos pelo problema das queimadas, fenômeno que afeta gravemente a qualidade ambiental, a saúde da população e a biodiversidade de ecossistemas

fundamentais. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o território brasileiro registra, anualmente, dezenas de milhares de focos de incêndio, concentrados principalmente nos biomas Cerrado e Amazônia, e agravados por períodos prolongados de estiagem e práticas inadequadas de uso do solo (INPE, 2023).

As queimadas têm origem tanto em causas naturais quanto, predominantemente, em ações humanas, como a limpeza de pastagens, o desmatamento, prejudicando a natureza e os incêndios criminosos. Seus impactos são amplos: degradação do solo, destruição da fauna e flora, lançamento de gases de efeito estufa, aumento do material particulado no ar e sérios riscos à saúde respiratória da população, especialmente de crianças, idosos e pessoas vulneráveis (Brasil, 2012).

Diante desse contexto, a educação ambiental emerge como um dos principais instrumentos de transformação social e cultural. A Lei nº 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), define que a educação ambiental é um componente fundamental e permanente da educação nacional, devendo estar presente de forma organizada em todos os níveis e modalidades do processo educativo (Brasil, 1999). Nesse sentido, a escola ocupa papel estratégico na formação de sujeitos críticos, capazes de compreender as relações entre sociedade e natureza e de agir de forma responsável diante dos desafios socioambientais.

De acordo com Leff (2001), a educação ambiental vai além da transmissão de conhecimentos ecológicos: ela causa a construção de novos valores, saberes e práticas que estimulam os indivíduos para uma relação mais equilibrada com o meio ambiente. Nessa perspectiva, práticas pedagógicas participativas e contextualizadas, como rodas de conversa, mapeamentos comunitários, produção de materiais educativos e campanhas de conscientização contribuem para o desenvolvimento do senso crítico e do protagonismo dos estudantes (Guimarães, 2004).

A relevância desta proposta consiste no fato de que a conscientização ambiental, quando construída desde a infância e adolescência, tem maior potencial de se consolidar em comportamentos e valores duradouros. Conforme aponta Reigota (2009), a escola é um espaço privilegiado para o desenvolvimento da cidadania ambiental, desde que as práticas educativas sejam significativas, problematizadoras e conectadas à realidade vivida pelos estudantes.

Nesse contexto, este trabalho buscou utilizar a educação ambiental como uma ferramenta essencial para promover a reflexão crítica sobre as causas e consequências das queimadas, incentivando mudanças de comportamento desde a infância e adolescência dos estudantes. A implementação de práticas educativas no ambiente escolar contribui para a construção de valores sustentáveis, estimulando os estudantes a atuarem como multiplicadores de conhecimento em suas

comunidades, auxiliando na prevenção das queimadas e na preservação do meio ambiente. Dessa forma, o principal objetivo deste trabalho foi promover ações de conscientização sobre os impactos das queimadas por meio de práticas de educação ambiental no contexto escolar, incentivando o desenvolvimento de atitudes sustentáveis, responsáveis e comprometidas com a conservação ambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no Colégio Municipal Antônio Rodrigues Bayma,-localizada na rua Marechal Costa e Silva, bairro Castelo Branco, Caxias, estado do Maranhão. Essa instituição de ensino atende nos turnos matutino e vespertino, nas modalidades do Ensino Fundamental (Anos Finais) e EJA - Educação para Jovens e Adultos.

2.2 Desenho do estudo

Tratou-se de uma pesquisa de natureza qualitativa que teve como foco principal a conscientização dos alunos em relação às queimadas e seus impactos no meio ambiente e à saúde humana, através da implementação de práticas educativas. De início foi feita uma pesquisa bibliográfica em artigos e livros para fundamentar teoricamente o projeto. Depois foi realizada a execução do projeto para a coleta e análise dos dados e elaboração do relatório final.

2.3 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em duas turmas, uma turma do 7° ano (composta por 16 alunos) e outra do 8° ano (composta por 20 alunos). Primeiramente, houve a apresentação do projeto para os alunos. Posteriormente, foi aplicada as atividades, iniciando com um momento de sensibilização, com uma roda de conversa (através de slides compostos por imagens e vídeos de áreas impactadas por queimadas da Área de Proteção Ambiental (APA) Inhamum, Caxias, Maranhão pesquisadas em sites da internet) para levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre queimadas e meio ambiente.

Foram produzidos materiais didáticos pelos próprios estudantes a partir de recursos acessíveis, com o intuito de promover o protagonismo estudantil e a construção do conhecimento. A turma do 7° ano ficou responsável por elaborar desenhos de áreas queimadas e preservadas, e o plantio de mudas nativas (arborização) no entorno da escola, articulando a temática do reflorestamento como uma ação de enfrentamento às queimadas. Já a turma do 8° ano ficou

responsável por organizar uma campanha interna de conscientização, produzindo cartazes sobre queimadas, guias com orientações sobre os cuidados com a saúde em períodos de fumaças intensas e com o meio ambiente em relação às queimadas (modelo produzido no CANVA), vídeos educativos autorais (os alunos explicaram os impactos das queimadas e a prevenção de focos de incêndios) e pela organização e exposição das atividades e dos materiais produzidos por eles para a comunidade escolar.

2.4 Análise dos dados

As informações foram obtidas por meio da observação direta e registros das atividades realizadas (roda de conversa, produção de materiais didáticos, plantio de mudas). A sistematização dos resultados foi apresentada no relatório final de forma descritiva e visual, utilizando imagens e textos explicativos. A análise dos dados contou com a participação dos próprios alunos, permitindo que eles compreendessem os resultados e reconhecessem sua importância na prevenção e conscientização sobre as queimadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a seguir apresentam todas as atividades aplicadas aos estudantes em relação a conscientização sobre queimadas com a implementação de práticas educativas através da educação ambiental, mostrando a importância de serem utilizadas diariamente para o combate às queimadas, além dos benefícios do projeto para os alunos que participaram das atividades.

3.1 Rodas de conversas abordando as questões das queimadas (7° e 8° ano)

A roda de conversa foi realizada com as duas turmas de forma separada, proporcionando um espaço de diálogo e construção coletiva do conhecimento sobre a temática das queimadas. Durante a atividade, foram discutidos, por meio de slides, os principais conceitos relacionados às queimadas, abordando sua definição, principais causas, as consequências para o meio ambiente e saúde humana, além da exibição de vídeos de áreas impactadas, bem como medidas preventivas que podem ser adotadas para reduzir os impactos desse problema. A atividade possibilitou a troca de conhecimentos, experiências e percepções entre os estudantes, favorecendo a reflexão crítica em relação aos impactos ambientais provocados pelas queimadas, causando a destruição da vegetação, a perda da biodiversidade, a degradação dos ecossistemas e os danos causados à fauna (Cunha *et al.*, 2025). Além disso, foram discutidos os efeitos da fumaça e da poluição do ar sobre a saúde da população, ampliando a compreensão dos alunos sobre a importância do tema (Figura 1).

Figura 1 - Rodas de conversas com as turmas do 7° ano (A, B, C) e 8° ano (D, E, F).



Fonte: Autores, 2026.

Observou-se o interesse e participação dos estudantes ao longo das discussões, aprimorando o desenvolvimento da consciência ambiental e da compreensão sobre a importância da prevenção das queimadas. Os alunos demonstraram envolvimento ativo ao compartilhar experiências, levantar questionamentos e propor alternativas para a redução desse problema em suas comunidades. Como parte da atividade, os estudantes foram organizados em grupos para analisar e resolver situações-problema relacionadas às principais causas das queimadas. A partir dessas situações, foram incentivados a discutir possíveis soluções e estratégias de prevenção, favorecendo o pensamento crítico e a tomada de decisões responsáveis, contribuindo para o fortalecimento de atitudes mais conscientes e responsáveis diante das questões ambientais, estimulando a adoção de práticas que favoreçam a preservação da natureza e a prevenção das queimadas.

3.2 Materiais produzidos pelos alunos do 7° ano

3.2.1 Desenhos ilustrativos de ambiente preservados e com queimadas

Nesta atividade, os alunos realizaram a produção de desenhos em folhas de papel A4, representando áreas preservadas e áreas impactadas pelas queimadas. A proposta permitiu que os estudantes expressassem, de forma criativa, seus conhecimentos e percepções sobre os efeitos das

queimadas no meio ambiente. Nos desenhos das áreas preservadas, foram representados ambientes limpos, com a presença de árvores, animais, rios e outros elementos naturais, destacando a importância da conservação ambiental para a manutenção da vida. Já nos desenhos das áreas impactadas, os alunos representaram espaços marcados pela destruição causada pelo fogo, com árvores queimadas, animais mortos ou fugindo do incêndio e paisagens degradadas, demonstrando compreensão sobre os danos provocados pelas queimadas. Essa comparação fez com que eles refletissem sobre a diferença entre um ambiente preservado e um ambiente degradado, mostrando como é importante praticarmos métodos de cuidados com o meio ambiente (Figura 2).

Figura 2 - Produção de desenhos de áreas preservadas e impactadas por queimadas.



Fonte: Autores, 2026.

Observou-se grande participação e envolvimento dos alunos ao longo da atividade. Eles demonstraram interesse pela temática, compartilharam ideias e utilizaram a criatividade para representar os impactos ambientais causados pelas queimadas. Além disso, os desenhos evidenciaram que os estudantes conseguiram relacionar os conteúdos discutidos anteriormente com as situações retratadas em suas produções. A atividade mostrou-se significativa para o processo de sensibilização ambiental, permitindo que os alunos refletissem sobre as consequências das queimadas e reforçando a importância do cuidado e da preservação do meio ambiente. Os resultados observados indicam que a utilização de atividades lúdicas e criativas favorece a

participação dos estudantes e contribui para a construção de uma consciência ambiental mais crítica e responsável (Cunha *et al.*, 2025).

3.2.2 Plantio de mudas nativas

Nesta atividade, os alunos participaram do plantio de 11 mudas nativas, entre elas, Ipê e Manjericão, utilizando pequenos vasos preenchidos com estrume de palmeira. A ação foi desenvolvida como uma estratégia prática de sensibilização ambiental, destacando o reflorestamento como uma importante alternativa para minimizar os impactos causados pelas queimadas e contribuir para a recuperação das áreas degradadas. O plantio foi realizado em um espaço da escola destinado ao desenvolvimento de atividades ambientais. Para favorecer a participação de todos, os estudantes foram organizados em duplas, sendo cada equipe responsável pelo plantio de uma muda. Durante a atividade, os alunos receberam orientações sobre cada etapa do processo, desde o preparo do vaso até os cuidados necessários para o crescimento saudável das plantas. Além dos aspectos técnicos relacionados ao plantio, foram discutidas questões ligadas à responsabilidade ambiental, ao cuidado com a natureza e à importância de ações concretas que contribuam para a preservação dos recursos naturais. Esse momento possibilitou que os estudantes compreendessem, na prática, como pequenas atitudes podem gerar impactos positivos para o meio ambiente e auxiliar no enfrentamento de problemas ambientais, especialmente aqueles relacionados às queimadas (Figura 3).

Figura 3 - Plantação de mudas nativas.



Fonte: Autores, 2026.

Foi observado grande interesse e envolvimento dos alunos durante toda a atividade. A participação ativa das duplas demonstrou entusiasmo em aprender e colaborar com a proposta, fortalecendo o sentimento de pertencimento e responsabilidade em relação ao ambiente em que vivem. Para Araújo (2023), é necessário que as escolas trabalhem a educação ambiental com o desenvolvimento de ações mais educativas, permitindo que os estudantes desenvolvam conhecimentos e habilidades relacionadas ao cultivo de plantas na recuperação das áreas degradadas, ao mesmo tempo em que refletem sobre a importância da conservação ambiental. A atividade mostrou-se significativa para a formação da conscientização ambiental dos alunos, uma vez que proporcionou vivências práticas capazes de aproximá-los das questões ecológicas discutidas ao longo do projeto. Os resultados evidenciaram que ações educativas associadas à prática contribuem para o desenvolvimento de atitudes mais responsáveis e para a construção de uma visão mais crítica sobre os impactos das queimadas e a necessidade de preservar a natureza (Araújo, 2023).

3.3 Materiais produzidos pelos alunos do 8° ano

3.3.1 Cartazes de conscientização sobre queimadas

Nesta atividade, os alunos participaram da elaboração de cartazes educativos com informações sobre as queimadas, abordando seu conceito, as principais formas de prevenção e medidas práticas que podem ser adotadas para reduzir seus impactos (Silva, 2022). Além dos conteúdos escritos, os estudantes colocaram ilustrações que representavam os impactos das queimadas sobre o meio ambiente, mostrando a destruição da vegetação, os danos à fauna e os prejuízos causados aos ecossistemas. A confecção dos cartazes possibilitou que os alunos organizassem e aplicassem os conhecimentos construídos ao longo das atividades desenvolvidas durante o projeto. Para Silva (2022), ao relacionarem informações teóricas com representações visuais, os estudantes demonstram compreensão sobre a temática e reforçam a importância da conscientização ambiental como ferramenta para a prevenção das queimadas (Figura 4).

Figura 4 - Produção dos cartazes de conscientização sobre queimadas.



Fonte: Autores, 2026.

Observou-se a participação e envolvimento dos estudantes durante toda a atividade. Organizados em grupos, os alunos participaram de forma colaborativa na produção dos materiais, compartilhando ideias, discutindo as informações que seriam apresentadas e utilizando a criatividade para elaborar cartazes atrativos. Esse trabalho coletivo favoreceu o desenvolvimento da comunicação, da cooperação e do senso de responsabilidade em relação às questões ambientais. A atividade contribuiu não apenas para a consolidação da aprendizagem dos estudantes, mas também para o fortalecimento da consciência ambiental, incentivando a adoção de atitudes responsáveis voltadas à prevenção das queimadas e à preservação do meio ambiente.

3.3.2 Guia de cuidados em períodos de fumaças intensas

Nesta atividade, os alunos elaboraram um guia de cuidados, utilizando a plataforma Canva, sobre os principais cuidados a serem adotados durante períodos de intensa fumaça provocada pelas queimadas (Figura 5). O material reuniu informações claras e acessíveis, contendo medidas preventivas, como o uso de máscaras para proteger as vias respiratórias, a redução da permanência em locais com elevada concentração de fumaça, a hidratação e ilustrações educativas (IA) representando cada um desses cuidados (Uamusse, 2024). A elaboração do guia permitiu que os estudantes aplicassem os conhecimentos adquiridos em uma ação educativa voltada para a conscientização da comunidade escolar. Durante a produção do material, os alunos refletiram sobre

os impactos das queimadas na saúde humana, para os animais e meio ambiente, compreendendo a importância da divulgação de informações que incentivem a prevenção e a adoção de comportamentos responsáveis diante desse problema ambiental (Figura 6).

Figura 5 - Produção do guia de cuidados.



Fonte: Autores, 2026.

Figura 6 - Guia de cuidados produzidos pelos alunos.



Fonte: Autores, 2026.

Houve grande interação, participação e engajamento dos estudantes ao longo da atividade. Organizados em grupos, os alunos discutiram quais informações eram mais relevantes para compor o guia, compartilharam ideias e utilizaram a criatividade para produzir um material informativo, objetivo e visualmente atrativo. Esse processo colaborativo favoreceu a construção do conhecimento e fortaleceu o compromisso dos estudantes com a promoção da educação ambiental. A atividade contribuiu para o desenvolvimento do senso de responsabilidade e da capacidade dos alunos atuarem como multiplicadores de informações em seus diferentes contextos sociais. Além de fortalecer os conhecimentos construídos ao longo do projeto, a produção do guia de cuidados reforçou a importância das ações educativas na redução dos impactos das queimadas sobre a saúde da população, dos animais e do meio ambiente, incentivando práticas voltadas à prevenção e à preservação ambiental.

3.3.3 Vídeos autorais sobre queimadas

Nesta atividade, os alunos produziram vídeos educativos no pátio da escola, com orientação, abordando informações relevantes sobre as queimadas. Durante as gravações, os estudantes explicaram o conceito de queimadas, suas principais causas e os impactos que esse problema ocasiona à saúde humana, aos animais e ao meio ambiente, além de destacarem a importância da preservação ambiental. A produção dos vídeos constituiu uma estratégia de aprendizagem ativa, permitindo que os alunos assumissem o papel de protagonistas na construção e disseminação do conhecimento. Ao organizar e apresentar as informações para outros estudantes e para a comunidade escolar, os participantes reforçaram os conteúdos trabalhados ao longo do projeto e compreenderam o potencial das ações educativas como instrumento de conscientização ambiental (Figura 7).

Figura 7 - Ensaio para produção dos vídeos autorais.



Fonte: Autores, 2026.

Os alunos demonstraram segurança ao expor suas ideias, empenho na elaboração das falas e responsabilidade na transmissão das informações, evidenciando que haviam assimilado os conhecimentos desenvolvidos nas etapas anteriores do projeto. Além disso, a atividade favoreceu o desenvolvimento da comunicação, da expressão oral e do trabalho colaborativo. Para Cunha et. al. (2025), produção de vídeos educativos contribui para ampliar a sensibilização dos estudantes em relação às consequências das queimadas, fortalecendo a consciência ambiental e incentivando-os a atuar como multiplicadores de informações em seus diferentes contextos sociais. Dessa forma, a atividade fortaleceu os conhecimentos adquiridos e reforçou a importância da educação ambiental como ferramenta para promover mudanças de atitudes e estimular práticas voltadas à prevenção das queimadas e à preservação da natureza.

3.4 Exposição das atividades para comunidade escolar

Nesta atividade foi realizada a exposição dos materiais produzidos pelos alunos ao longo do projeto para a comunidade escolar, proporcionando um momento de socialização dos conhecimentos construídos sobre a temática das queimadas. Durante a exposição, os estudantes apresentaram os cartazes educativos, os desenhos representando áreas preservadas e áreas impactadas pelas queimadas, os vídeos educativos, além da distribuição do guia de cuidados elaborado durante as atividades. A exposição dos materiais possibilitou que as informações construídas ao longo das atividades alcançassem um público maior dentro da escola, contribuindo para a sensibilização da comunidade escolar sobre os impactos das queimadas no meio ambiente, na fauna e na saúde humana. Além disso, a distribuição do guia de cuidados favoreceu o acesso a orientações práticas que podem ser adotadas para reduzir os riscos à saúde durante esses períodos (Figura 8).

Figura 8 - Exposição dos materiais produzidos para a comunidade escolar.



Fonte: Autores, 2026.

A atividade foi marcada pela participação ativa e interação dos estudantes, que demonstraram interesse e comprometimento ao longo de todas as etapas do projeto. O contato com os materiais produzidos fortaleceu a reflexão sobre a importância da preservação ambiental e da adoção de atitudes responsáveis voltadas à prevenção das queimadas. Essas atividades contribuem para ampliar a conscientização ambiental no ambiente escolar, reforçando a importância da educação ambiental como instrumento para promover mudanças de atitudes e estimular práticas mais sustentáveis (Oliveira; Anunciação, 2021). Nesse contexto, a socialização dos materiais produzidos pelos alunos favoreceu a disseminação de informações relevantes sobre a temática, consolidando os conhecimentos construídos ao longo do projeto e fortalecendo o compromisso coletivo com a preservação do meio ambiente.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que, as ações de educação ambiental desenvolvidas ao longo do projeto contribuíram de forma significativa para a sensibilização e conscientização dos estudantes sobre os impactos das queimadas. As atividades propostas, como rodas de conversa, produção de desenhos, plantio de mudas, elaboração de cartazes, guias de cuidados, vídeos educativos e exposição dos

materiais, favoreceu a participação ativa dos alunos e possibilitou a construção de conhecimentos de maneira dinâmica, contextualizada e significativa.

Dessa forma, as ações de educação ambiental desenvolvidas no contexto escolar constituem uma estratégia eficaz para sensibilizar os estudantes e fortalecer valores voltados à conservação ambiental. Além de contribuir para o alcance dos objetivos do projeto, as atividades evidenciaram o potencial da escola como espaço de formação de cidadãos mais conscientes, capazes de compreender a importância da prevenção das queimadas e de atuar como agentes multiplicadores de práticas sustentáveis em seu meio social.

Agradecimentos e Financiamento

Gostaríamos de expressar nossos agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste projeto. Agradecemos especialmente ao nosso orientador Prof. Dr. Elmary da Costa Fraga que nos auxiliou durante todo o desenvolvimento do trabalho até a conclusão. Ao Colégio Municipal Antônio Rodrigues Bayma (direção, professores e alunos) pela colaboração e por nos receber de braços abertos para aplicação do projeto. Agradecemos também a Universidade Estadual do Maranhão – UEMA (Campus Caxias) e a Direção do Curso de Ciências Naturais por nos proporcionar momentos únicos e diversas atividades enriquicedoras durante nosso processo de formação, contribuindo para melhoria da educação.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. **Educação ambiental em uma escola em São João do Sóter – Maranhão: impactos das queimadas e desmatamento**. 2023. 26 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Naturais) – Universidade Estadual do Maranhão, Centro de Estudos Superiores de Caxias, Caxias, 2023.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Prevenção e Controle aos Incêndios Florestais e às Queimadas no Brasil** – Proqueimadas. Brasília: MMA, 2012.

CUNHA, E. P.; LIZZE, E. P. A.; LOPES, E. M.; COSTA, G. K. S. Queimadas: causas, consequências e soluções. ***Revista Eletrônica Interdisciplinar***, Barra do Garças, MT, v. 17, n. 2, p. 17–22, 2025.

GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação**. 7. ed. Campinas: Papirus, 2004.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento de focos de queimadas**. São José dos Campos: INPE, 2023.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2001.

OLIVEIRA, B. G.; ANUNCIAÇÃO, V. S. Estratégias educativas para a prevenção de queimadas e incêndios urbanos na cidade de Campo Grande. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA**, 18., 2021. Anais [...]. Campinas: Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, 2021. p. 1541–1556.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2009.

SILVA, A. C. T. **Estudo sobre queimadas e seus impactos ambientais, em escolas da rede pública**. 2022. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências da Natureza e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2022.

UAMUSSE, D. A. **Descrição das actividades realizadas no estágio académico e proposta de inovação de estratégias de educação ambiental para mitigação das queimadas descontroladas na Província de Maputo**. 2024. Relatório de Estágio (Licenciatura em Educação Ambiental) – Faculdade de Educação, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2024.

CAPÍTULO 10

A HORTA ESCOLAR COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: Contribuições para a conscientização ecológica dos alunos

THE SCHOOL GARDEN AS AN INSTRUMENT OF ENVIRONMENTAL EDUCATION: Contributions to students' ecological awareness

Solange da Silva Costa
Licenciada em Geografia. Especialista em Sustentabilidade, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Caxias-MA, Brasil

Alyne Freire de Melo
Licenciada em Ciências Biológicas e Pedagogia. Especialista em Metodologia do Ensino de Biologia. Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí, Docente do Centro de Estudos Superiores de Coelho Neto (CESCN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Coelho Neto - MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1271



Resumo: A educação ambiental tem se consolidado como um eixo fundamental no processo educativo diante dos desafios socioambientais da sociedade contemporânea, atribuindo à escola um papel central na formação de sujeitos críticos e conscientes. Este artigo tem como objetivo analisar a contribuição da horta escolar para a conscientização ecológica dos alunos, evidenciando seu potencial como estratégia pedagógica no ambiente escolar. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter bibliográfico, desenvolvida por meio de uma revisão narrativa da literatura, a partir da análise de artigos científicos, livros e documentos oficiais relacionados à educação ambiental e à utilização da horta escolar como recurso educativo. O processo metodológico envolveu a seleção, leitura e interpretação crítica das produções científicas, buscando identificar contribuições, limites e potencialidades da horta escolar no contexto educacional. Os resultados indicam que a implantação da horta escolar favorece a articulação entre teoria e prática, promove aprendizagens significativas, estimula hábitos sustentáveis e contribui para o desenvolvimento da consciência ambiental. Conclui-se que a horta escolar representa uma importante estratégia para o fortalecimento da educação ambiental, colaborando para a formação integral dos estudantes e para a construção de atitudes responsáveis em relação ao meio ambiente.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Horta escolar. Sustentabilidade. Conscientização ecológica. Ensino-aprendizagem.

Abstract: Environmental education has become a fundamental axis in the educational process in the face of the socio-environmental challenges of contemporary society, assigning schools a central role in the formation of critical and conscious individuals. This article aims to analyze the contribution of the school garden to students' ecological awareness, highlighting its potential as a pedagogical strategy in the school environment. This is a qualitative, bibliographic study, developed through a narrative literature review based on the analysis of scientific articles, books, and official documents related to environmental education and the use of school gardens as an educational resource. The methodological process involved the selection, reading, and critical interpretation of scientific productions, seeking to identify the contributions, limits, and potential of school gardens in the educational context. The results indicate that the implementation of a school garden promotes the integration of theory and practice, fosters meaningful learning, encourages sustainable habits, and contributes to the development of environmental awareness. It is concluded that the school garden represents an important strategy for strengthening environmental education, contributing to the holistic development of students and to the construction of responsible attitudes toward the environment.

Keywords: Environmental education. Echool garden. Sustainability. Ecological awareness. Teaching and learning.

1 INTRODUÇÃO

A educação ambiental constitui-se como um campo de conhecimento e prática pedagógica voltado à formação de valores, atitudes e competências que possibilitem aos indivíduos compreenderem sua relação com o meio ambiente e atuarem de forma responsável diante dos desafios socioambientais contemporâneos. No Brasil, a educação ambiental é reconhecida legalmente como um componente essencial da educação, conforme estabelece a Lei nº 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), definindo-a como um processo

permanente por meio do qual indivíduos e coletividades constroem conhecimentos, valores e habilidades voltados à conservação do meio ambiente e à sustentabilidade.

Diante de problemas como a degradação ambiental, o desperdício de recursos naturais e as mudanças climáticas, a escola assume um papel estratégico na promoção da educação ambiental, uma vez que se configura como espaço privilegiado para a formação cidadã e para a construção de práticas educativas que integrem teoria e prática. Nesse contexto, a escola favorece o desenvolvimento de ações pedagógicas capazes de estimular a consciência ecológica, o pensamento crítico e a adoção de atitudes sustentáveis desde a infância e a adolescência, conforme defendem os pressupostos da educação ambiental crítica (Cascino, 2018; Silva *et al.*, 2019).

Entre as estratégias pedagógicas utilizadas no âmbito da educação ambiental, destaca-se a horta escolar como uma ferramenta didática capaz de promover aprendizagens significativas e contextualizadas. Segundo Oliveira e Pereira (2018), a horta escolar possibilita a vivência prática dos conteúdos trabalhados em sala de aula, favorecendo a compreensão dos ciclos naturais, o respeito ao meio ambiente e a valorização de hábitos sustentáveis. Além disso, essa prática contribui para a interdisciplinaridade, podendo ser articulada a diferentes componentes curriculares, como Ciências, Geografia, Matemática e Língua Portuguesa.

A vivência prática proporcionada pela horta escolar contribui para o desenvolvimento do senso de responsabilidade, do trabalho coletivo e da autonomia dos estudantes, ao mesmo tempo em que estimula a reflexão crítica sobre o uso consciente dos recursos naturais e a importância da preservação ambiental (Luna; Abreu, 2018). No entanto, apesar do reconhecimento teórico da relevância da educação ambiental no espaço escolar, ainda se observa a necessidade de aprofundar a compreensão sobre como práticas pedagógicas concretas, como a implantação de hortas escolares, contribuem efetivamente para a conscientização ecológica dos alunos.

Diante desse cenário, emerge o seguinte problema de pesquisa: como a implantação de hortas escolares contribui para a conscientização ecológica dos alunos no contexto educacional? A investigação desse problema torna-se relevante ao considerar a necessidade de práticas educativas que ultrapassem abordagens pontuais e promovam experiências formativas significativas no âmbito da educação ambiental.

A escolha do tema justifica-se pela importância da educação ambiental na formação de cidadãos críticos, conscientes e comprometidos com a sustentabilidade, bem como pelo potencial da horta escolar enquanto instrumento pedagógico que articula conhecimentos teóricos e práticos. Além disso, o estudo busca contribuir com reflexões que possam subsidiar educadores e

instituições de ensino na adoção de práticas pedagógicas voltadas à preservação ambiental e à promoção de atitudes sustentáveis no cotidiano escolar.

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo analisar a contribuição da implantação de hortas escolares para a conscientização ecológica dos alunos, destacando seu potencial como ferramenta pedagógica no fortalecimento da educação ambiental no espaço escolar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza bibliográfica e descritiva, cujo objetivo foi analisar a contribuição da horta escolar para a conscientização ecológica dos alunos no contexto da educação ambiental. A opção pela abordagem qualitativa justifica-se pela possibilidade de compreender, de forma aprofundada, os significados, contribuições e implicações pedagógicas atribuídas à horta escolar no processo educativo, a partir da análise de produções científicas já existentes.

Quanto ao tipo de estudo, trata-se de uma revisão bibliográfica, realizada por meio do levantamento, seleção e análise de livros, artigos científicos e documentos oficiais que abordam a educação ambiental e a utilização da horta escolar como estratégia pedagógica. Esse tipo de pesquisa permite a sistematização do conhecimento produzido sobre o tema, possibilitando uma reflexão crítica acerca das práticas educativas voltadas à sustentabilidade no ambiente escolar.

A coleta de dados ocorreu por meio de pesquisas sistematizadas em bases de dados acadêmicas, periódicos e obras de referência na área da educação ambiental, priorizando materiais que apresentassem relação direta com o tema da horta escolar e sua contribuição para a conscientização ecológica. Como critérios de seleção, consideraram-se publicações que abordassem a educação ambiental no contexto escolar, a utilização de hortas como recurso pedagógico e estudos publicados com recorte temporal de 2015 a 2025, totalizando 10 anos de estudos e visando garantir a atualidade das discussões.

A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa, mediante leitura exploratória, analítica e interpretativa dos materiais selecionados. Inicialmente, procedeu-se à leitura dos textos para identificação dos principais conceitos, abordagens e resultados apresentados pelos autores. Em seguida, os dados foram organizados e analisados de forma crítica, buscando estabelecer relações entre as contribuições teóricas e práticas da horta escolar para a educação ambiental e a formação da consciência ecológica dos alunos.

Por se tratar de uma pesquisa bibliográfica, não houve definição de universo ou amostra de participantes, uma vez que o estudo se baseou exclusivamente na análise de produções científicas

e documentos oficiais. O período de realização da pesquisa compreendeu os meses de levantamento, leitura e sistematização das fontes, permitindo a construção de um referencial teórico consistente e alinhado aos objetivos do estudo.

Dessa forma, os procedimentos metodológicos adotados possibilitaram compreender como a horta escolar tem sido abordada na literatura acadêmica como uma estratégia pedagógica relevante para o fortalecimento da educação ambiental, oferecendo subsídios teóricos para reflexões e práticas no contexto escolar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fundamentos e diretrizes da educação ambiental no contexto educacional brasileiro

A educação ambiental apresenta um enfoque formativo ao buscar explicar o ambiente biofísico enquanto conhecimento associado aos problemas ecológicos, com a finalidade de alertar e capacitar os indivíduos para a identificação e resolução das questões ambientais observadas na realidade social (Luna; Abreu, 2018). Dessa forma, a educação ambiental assume um papel essencial na construção de valores, atitudes e práticas voltadas à sustentabilidade.

No Brasil, a educação ambiental configura-se como um campo em constante desenvolvimento, influenciado por fatores sociais, econômicos e políticos. A partir da década de 1980, especialmente com a promulgação da Constituição Federal de 1988, que reconheceu a importância do meio ambiente para a qualidade de vida, a temática ambiental passou a ganhar maior destaque nas discussões sobre políticas públicas. Esse novo direcionamento impulsionou a necessidade de integrar as questões ambientais ao currículo escolar, promovendo uma conscientização mais ampla sobre a preservação dos recursos naturais (Cascino, 2018).

Durante os anos 1990, o país intensificou sua participação em conferências internacionais, como a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Esse evento representou um marco histórico ao resultar na elaboração da Agenda 21, um plano de ação que enfatiza a educação ambiental como elemento fundamental para o desenvolvimento sustentável.

A partir desse momento, diversas iniciativas passaram a ser desenvolvidas, envolvendo tanto o poder público quanto a sociedade civil na promoção de práticas sustentáveis (Oliveira; Pereira, 2018).

A legislação educacional brasileira, incluindo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), reconhece a educação ambiental como componente essencial da formação dos cidadãos. No entanto, apesar dessa inserção formal nos currículos escolares, ainda persistem

desafios para sua efetiva implementação. Muitas instituições de ensino enfrentam limitações relacionadas à falta de recursos e à insuficiência de capacitação dos profissionais da educação, o que resulta, em muitos casos, em ações pontuais e superficiais (Silva *et al.*, 2019).

Nesse contexto, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) assumem papel relevante ao orientar as práticas pedagógicas relacionadas à educação ambiental. Ao proporem a transversalidade do tema, os PCNs incentivam sua integração às diversas disciplinas, favorecendo uma compreensão mais ampla e crítica dos desafios ambientais enfrentados pela sociedade. Com isso, espera-se que os alunos desenvolvam uma consciência crítica sobre sua relação com a natureza e sobre a importância da sustentabilidade (Costa *et al.*, 2020).

Uma das principais contribuições dos PCNs é a valorização da contextualização do conhecimento, ao incluir temas como biodiversidade, conservação dos recursos naturais e sustentabilidade nos conteúdos curriculares. Essa abordagem estimula os educadores a relacionarem os conteúdos à realidade dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais significativo e engajador (Oliveira; Pereira, 2018).

Além disso, os PCNs destacam a importância da formação de cidadãos conscientes e ativos, defendendo que a educação ambiental vá além da simples transmissão de informações. Os alunos são incentivados a adotar atitudes proativas em relação à conservação ambiental, participando de atividades práticas como projetos de jardinagem, campanhas de reciclagem e ações de proteção à fauna e flora locais, desenvolvendo competências relacionadas à cidadania e à liderança (Silva *et al.*, 2019).

A abordagem interdisciplinar proposta pelos PCNs também se destaca como elemento fundamental da educação ambiental, ao permitir que temas ambientais sejam trabalhados de forma integrada em áreas como Ciências, Geografia, História e Artes. Essa articulação contribui para o desenvolvimento de habilidades diversificadas e para a formação de sujeitos críticos e informados (Brandani *et al.*, 2018).

Adicionalmente, a diversidade cultural e socioeconômica do Brasil impõe desafios às práticas de educação ambiental. O país apresenta diferentes biomas, comunidades e realidades regionais, o que exige abordagens pedagógicas contextualizadas. Programas que desconsideram essa diversidade tendem a apresentar menor eficácia na sensibilização e no engajamento dos alunos (Cascino, 2018).

Nos últimos anos, iniciativas como hortas escolares e projetos de reciclagem têm sido implementadas em diversas instituições de ensino, proporcionando experiências práticas e interativas que estimulam a consciência ambiental. Essas ações contribuem para a formação de

hábitos sustentáveis e fortalecem o senso de pertencimento e responsabilidade social entre os estudantes (Silva *et al.*, 2019).

A educação ambiental também se estende para além do espaço escolar, estando presente em organizações não governamentais (ONGs), associações comunitárias e programas de extensão universitária. Esses espaços desempenham papel relevante na disseminação do conhecimento e na formação de redes de apoio, ampliando o alcance das ações educativas (Costa *et al.*, 2020).

O avanço das tecnologias digitais tem ampliado as possibilidades da educação ambiental no Brasil, uma vez que plataformas online, aplicativos e redes sociais possibilitam novas formas de ensino e aprendizagem, facilitando a disseminação de informações e práticas sustentáveis (Monteiro, 2019).

Apesar dos avanços, ainda existem barreiras significativas, como a falta de formação continuada para educadores, a escassez de recursos financeiros e a resistência de alguns setores da sociedade em reconhecer a urgência das questões ambientais. Esses fatores dificultam a consolidação de ações educativas mais amplas e efetivas (Silva *et al.*, 2019).

Ainda assim, a educação ambiental no Brasil apresenta grande potencial de expansão e impacto social. O fortalecimento das políticas públicas e o engajamento da sociedade civil são fundamentais para consolidar a educação ambiental como prioridade nas agendas educacionais, contribuindo para a construção de um futuro mais sustentável e ambientalmente responsável (Oliveira; Pereira, 2018).

3.2 Educação ambiental no espaço escolar: limites, desafios e possibilidades formativas

A educação ambiental deve ser trabalhada no contexto escolar com o objetivo de fortalecer sua prática pedagógica, tanto por meio de sua aplicabilidade no cotidiano da instituição quanto pelo estímulo promovido pelos professores, de modo que os alunos compreendam que não é possível conceber uma educação comprometida com a continuidade da vida humana sem a consideração das questões ambientais (Oliveira; Pereira, 2018).

No cenário educacional contemporâneo, a educação ambiental assume crescente relevância, especialmente diante das crises ambientais globais e da necessidade de promover a sustentabilidade. Entretanto, um dos principais desafios para sua efetiva implementação nas escolas está relacionado à resistência de parte dos educadores e das próprias instituições em adotar essa abordagem de forma consistente. Em muitos casos, a ausência de formação específica sobre o tema resulta em práticas pedagógicas pouco atrativas, que não conseguem engajar os alunos de maneira significativa (Luna; Abreu, 2018).

Outro entrave recorrente refere-se à estrutura do currículo escolar tradicional, que frequentemente não contempla a educação ambiental como um componente essencial do processo formativo. Quando presente, essa temática tende a ser abordada de maneira superficial e fragmentada. A integração efetiva da educação ambiental aos diferentes campos do conhecimento é fundamental para que os alunos compreendam as inter-relações entre meio ambiente, sociedade e economia, reconhecendo-a como parte indissociável de sua formação integral (Costa *et al.*, 2020).

A educação ambiental no espaço escolar enfrenta limites que estão diretamente relacionados às condições estruturais das instituições de ensino. A falta de recursos financeiros, de materiais didáticos adequados e de espaços físicos apropriados dificulta a implementação de práticas pedagógicas contínuas e significativas. Em muitas escolas, as ações voltadas à educação ambiental acabam sendo desenvolvidas de forma pontual, restritas a datas comemorativas ou projetos isolados, o que compromete a consolidação de uma cultura ambiental no cotidiano escolar.

Outro desafio relevante refere-se à formação dos professores para atuar com a educação ambiental de maneira crítica e interdisciplinar. A ausência de formação inicial e continuada específica sobre a temática limita a capacidade dos docentes de articular os conteúdos ambientais aos diferentes componentes curriculares. Como consequência, a educação ambiental pode ser tratada de forma fragmentada, sem aprofundamento conceitual ou conexão com a realidade dos estudantes, reduzindo seu potencial formativo e transformador.

Apesar desses limites e desafios, a educação ambiental no espaço escolar apresenta amplas possibilidades formativas quando desenvolvida de maneira integrada e participativa. A adoção de práticas pedagógicas que valorizem a vivência, o diálogo e a problematização da realidade local contribui para a construção de uma aprendizagem significativa. Projetos como hortas escolares, ações de reciclagem e estudos do meio possibilitam o envolvimento ativo dos alunos, favorecendo o desenvolvimento da consciência crítica, da responsabilidade socioambiental e do compromisso com a sustentabilidade.

A escassez de recursos materiais e de infraestrutura adequada também constitui um desafio significativo para as escolas. Muitas instituições enfrentam dificuldades para desenvolver projetos de educação ambiental em razão da falta de espaços físicos, materiais didáticos e tecnologias que possibilitem a realização de atividades práticas. A ausência de ambientes apropriados para ações como hortas escolares e projetos de preservação compromete a vivência concreta dos conteúdos trabalhados em sala de aula (Oliveira; Pereira, 2018).

Além disso, as práticas de educação ambiental precisam ser contextualizadas às realidades locais das comunidades escolares. A diversidade cultural e socioeconômica deve ser considerada

no planejamento e na execução dos projetos educativos, respeitando as especificidades regionais e integrando saberes tradicionais e locais. Essa abordagem contribui para enriquecer o processo educativo e fortalecer o vínculo dos alunos com o meio ambiente em que estão inseridos (Oliveira; Pereira, 2018).

Apesar dos desafios, a educação ambiental apresenta grande potencial para a formação de cidadãos críticos e conscientes. Ao estimular a análise e a reflexão, os alunos tornam-se mais capazes de identificar problemas ambientais e propor soluções. A discussão de temas contemporâneos, como mudanças climáticas, biodiversidade e uso sustentável dos recursos naturais, favorece o protagonismo estudantil na construção de um futuro mais sustentável (Cascino, 2018).

As parcerias entre a escola, a comunidade e outras instituições também se mostram fundamentais para o fortalecimento da educação ambiental. Projetos colaborativos que envolvem famílias, organizações não governamentais e órgãos governamentais ampliam o alcance das ações educativas e contribuem para a consolidação da consciência ambiental em diferentes segmentos da sociedade. Essas parcerias podem oferecer apoio logístico, financeiro e técnico, viabilizando iniciativas mais amplas e eficazes (Luna; Abreu, 2018).

A capacitação contínua dos educadores constitui outro aspecto essencial para a implementação bem-sucedida da educação ambiental nas escolas. A oferta de cursos de formação continuada, oficinas e espaços de troca de experiências possibilita o aprimoramento das práticas pedagógicas e o desenvolvimento de abordagens inovadoras, além de fortalecer redes de apoio entre os profissionais da educação (Oliveira; Pereira, 2018).

O uso de tecnologias digitais também se apresenta como um importante aliado da educação ambiental. Plataformas online, vídeos, aplicativos e redes sociais ampliam as possibilidades de ensino e aprendizagem, permitindo maior acesso à informação e favorecendo o engajamento dos alunos em projetos colaborativos que extrapolam os limites da escola (Brandani *et al.*, 2018).

Por fim, a avaliação das práticas de educação ambiental deve ser uma preocupação constante das instituições de ensino. O desenvolvimento de indicadores que permitam mensurar o impacto das atividades realizadas e o nível de engajamento dos estudantes é fundamental para a melhoria contínua das ações educativas e para a identificação de novas oportunidades de aprendizagem (Oliveira; Pereira, 2018).

3.3 A horta escolar como estratégia pedagógica para a educação ambiental

O desenvolvimento da educação ambiental no contexto educacional ocorre, em grande parte, por meio de atividades lúdicas que apresentam elevado potencial educativo, contribuindo para o desenvolvimento humano ao possibilitar a apropriação do conhecimento, a intervenção na realidade, a reprodução das vivências cotidianas e a promoção da interação social (Luna; Abreu, 2018). Nesse sentido, metodologias que articulam teoria e prática tornam-se fundamentais para o fortalecimento da educação ambiental nas escolas.

Entre essas metodologias, destaca-se a horta escolar como uma ferramenta pedagógica de grande potencial educativo e lúdico. A horta possibilita múltiplas experiências e transformações, além de permitir a abordagem de diversos conteúdos curriculares de forma significativa e contextualizada, contemplando diferentes áreas do conhecimento e reafirmando o conceito de uma cultura sustentável (Oliveira; Pereira, 2018).

Ainda na concepção dos autores, o desenvolvimento da Educação Ambiental por meio da horta escolar tem se mostrado uma estratégia eficaz na formação de estudantes conscientes quanto à importância da sustentabilidade e da preservação do meio ambiente (Oliveira; Pereira, 2018).

A horta escolar configura-se não apenas como um espaço físico de cultivo, mas como um verdadeiro laboratório vivo, no qual os alunos podem observar e vivenciar o ciclo da vida vegetal, desde o plantio até a colheita. Essa experiência direta com a natureza desperta a curiosidade e o interesse dos estudantes, favorecendo a compreensão de conceitos relacionados à ecologia, à agricultura sustentável e às relações entre ser humano e meio ambiente (Dias, 2018).

Além disso, as hortas escolares favorecem a interdisciplinaridade ao possibilitar a articulação entre diferentes componentes curriculares. Em Ciências, os alunos podem estudar os ecossistemas e os processos biológicos; em Matemática, trabalhar medidas, proporções e cálculos relacionados ao espaço e à quantidade de sementes; em outras áreas, como Geografia e Língua Portuguesa, é possível explorar questões ambientais e sociais associadas à produção de alimentos. Essa integração curricular contribui para que os estudantes reconheçam a relevância dos conteúdos aprendidos, tornando o conhecimento mais significativo e aplicável à vida cotidiana (Oliveira; Pereira, 2018).

A horta escolar, enquanto estratégia pedagógica, possibilita a aproximação dos estudantes com a natureza de forma concreta e contínua, favorecendo a compreensão dos processos ecológicos e das relações entre o ser humano e o meio ambiente. Ao acompanhar as etapas de preparo do solo, plantio, manutenção e colheita, os alunos desenvolvem uma percepção mais ampla sobre os ciclos naturais, o uso responsável dos recursos naturais e a importância da preservação

ambiental. Essa vivência prática contribui para que o aprendizado ultrapasse os limites da sala de aula, tornando-se mais significativo e contextualizado.

Além de seu caráter ambiental, a horta escolar apresenta um forte potencial interdisciplinar, permitindo a articulação de diferentes áreas do conhecimento. Conteúdos de Ciências, Geografia, Matemática e Língua Portuguesa podem ser trabalhados de maneira integrada, promovendo uma visão sistêmica dos temas ambientais. Essa abordagem favorece a construção do conhecimento de forma crítica, estimulando os estudantes a relacionarem teoria e prática e a compreenderem a complexidade dos problemas ambientais contemporâneos.

Outro aspecto relevante da horta escolar como estratégia pedagógica é o desenvolvimento de valores e atitudes voltados à sustentabilidade. O cuidado com o espaço cultivado estimula a responsabilidade, a cooperação e o trabalho coletivo, além de fortalecer o senso de pertencimento dos alunos em relação à escola e à comunidade. Essas experiências contribuem para a formação de sujeitos mais conscientes, capazes de refletir sobre suas ações e seus impactos no meio ambiente, tanto no contexto escolar quanto em seu cotidiano.

Por fim, a horta escolar amplia as possibilidades de participação da comunidade no processo educativo, fortalecendo a relação entre escola, família e entorno social. A participação de pais, funcionários e membros da comunidade local nas atividades relacionadas à horta favorece a troca de saberes e o reconhecimento dos conhecimentos populares e tradicionais. Dessa forma, a horta escolar consolida-se como um espaço formativo que promove a educação ambiental de maneira integrada, participativa e transformadora, contribuindo para a construção de práticas sustentáveis no ambiente escolar e social.

Outro aspecto relevante da horta escolar está relacionado à promoção da alimentação saudável. Ao participarem do cultivo de hortaliças, legumes e ervas, os alunos desenvolvem maior valorização dos alimentos frescos e naturais, o que pode refletir positivamente em seus hábitos alimentares. Essa mudança de comportamento é especialmente importante diante do aumento de problemas relacionados à má alimentação, como a obesidade infantil. O conhecimento sobre o valor nutricional dos alimentos cultivados contribui para escolhas mais conscientes e saudáveis (Luna; Abreu, 2018).

As hortas escolares também favorecem o desenvolvimento de habilidades sociais e do trabalho em equipe. O cuidado coletivo com a horta estimula a cooperação, a responsabilidade compartilhada e o senso de comunidade entre os alunos. Essas vivências são fundamentais para o desenvolvimento de competências sociais, como comunicação, empatia e resolução de conflitos, contribuindo para a formação integral dos estudantes (Costa *et al.*, 2020).

Além do aspecto pedagógico, a horta escolar atua como um importante instrumento de conscientização ambiental. Por meio das atividades desenvolvidas, os alunos podem refletir sobre temas como o uso responsável da água, a importância da biodiversidade e as práticas agrícolas sustentáveis. Essas discussões possibilitam a compreensão dos impactos das ações humanas sobre o meio ambiente e reforçam a necessidade da adoção de comportamentos sustentáveis no cotidiano (Carvalho, 2020).

A implantação de hortas escolares também favorece o envolvimento da comunidade, uma vez que famílias, moradores do entorno e outros membros da comunidade podem participar do projeto. Essa interação fortalece os vínculos entre escola e comunidade e promove uma cultura de colaboração em torno da sustentabilidade, por meio de atividades como feiras, trocas de sementes e momentos coletivos de colheita (Brandani *et al.*, 2018).

Diante da crescente urgência das crises ambientais, torna-se essencial que as escolas adotem práticas educativas que fortaleçam a educação ambiental de forma efetiva. A horta escolar destaca-se como uma ferramenta capaz de transformar o ambiente escolar em um espaço dinâmico, interativo e significativo de aprendizagem, contribuindo para a formação de gerações mais conscientes e preparadas para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos.

Nesse sentido, a horta escolar não deve ser compreendida apenas como um espaço de cultivo, mas como um centro de aprendizagem que promove a reflexão crítica sobre a relação entre ser humano e natureza. Essa abordagem holística é fundamental para formar indivíduos que compreendam a importância da sustentabilidade e se sintam motivados a agir em prol de um futuro mais saudável e equilibrado (Lima; Souza, 2017).

Outra vantagem significativa da horta escolar refere-se ao envolvimento de diferentes profissionais da instituição, além da participação dos pais e de membros da comunidade. As atividades relacionadas à implantação e ao manejo da horta fortalecem o trabalho coletivo e estreitam a relação entre a escola e a comunidade, ampliando o alcance das ações educativas (Moreira; Quadros, 2017).

Dentre as atividades educativas propostas e realizadas, Brandani *et al.* (2018, p. 53) destacaram:

> Capacitação das professoras a respeito do tema "hortas escolares"; atividades práticas como coleta de amostras de solo, determinação do pH, e discussões teóricas sobre aspectos físicos, químicos e biológicos do solo; elaboração de diagnóstico sobre as condições da área onde a horta deveria ser implantada; planejamento e reconstrução da horta; resgate com os alunos, por meio de conversas, apresentação de teatro, confecção de desenhos e mesmo durante as atividades de plantio de mudas e sementes, conhecimentos relativos à importância de cultivar uma horta.

Dessa forma, a horta escolar contribui para preencher lacunas existentes no processo educativo, ao possibilitar a participação de toda a comunidade escolar, promover transformações sociais e fortalecer a inserção da escola na comunidade, cumprindo o papel fundamental da educação e do ensino (Brandani *et al.*, 2018).

Diversos estudos destacam os benefícios da horta no contexto escolar, como os trabalhos de Moreira e Quadros (2017) e Fiorotti *et al.* (2018), evidenciando a relevância de sua inserção no cotidiano escolar como estratégia para tornar o ensino mais dinâmico e significativo. A implementação das hortas contribui para aulas mais interativas e possibilita que os alunos compreendam a origem dos alimentos e os processos envolvidos em sua produção, fortalecendo a conexão com a natureza.

A inserção da horta no processo pedagógico também oportuniza à comunidade escolar a reflexão sobre questões ambientais. Esses espaços funcionam como ambientes de discussão sobre sustentabilidade, preservação ambiental, desperdício de alimentos, uso consciente da água e valorização da biodiversidade, podendo gerar mudanças de comportamento tanto no ambiente escolar quanto no contexto familiar e comunitário (Brandani *et al.*, 2018).

Oliveira e Pereira (2018) ressaltam que as hortas escolares constituem uma ferramenta pedagógica capaz de promover o aumento do consumo de frutas e hortaliças, contribuindo para a melhoria dos hábitos alimentares e da qualidade de vida. Diante da carência de uma alimentação nutritiva e saudável no ambiente escolar, a horta torna-se uma estratégia eficaz ao incentivar o envolvimento ativo dos alunos no cultivo e consumo de alimentos saudáveis.

No âmbito educacional, a horta escolar possibilita o desenvolvimento de atividades voltadas à educação ambiental, à educação alimentar e ao ensino de Ciências. Pela facilidade de manejo das culturas oleícolas, configura-se como uma prática lúdica, educativa e acessível, passível de execução por toda a comunidade escolar (Luna; Abreu, 2018). Essa abordagem prática favorece a integração entre teoria e prática, contribuindo para uma aprendizagem mais sólida e duradoura (Dias, 2018).

Por fim, estudos apontam que a horta escolar desempenha papel pedagógico relevante também na educação alimentar e na conscientização dos alunos quanto à importância do cuidado com o ambiente escolar, social e ambiental. Ao compreenderem a relevância dessas práticas para o cotidiano, os estudantes passam a reconhecer a interdependência entre suas ações e o meio ambiente, valorizando o trabalho coletivo e adotando atitudes mais responsáveis e sustentáveis (Monteiro, 2019; Carvalho, 2020).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação ambiental assume um papel cada vez mais relevante diante dos desafios socioambientais contemporâneos, exigindo da escola não apenas a transmissão de conteúdos teóricos, mas também a promoção de práticas educativas que possibilitem a formação de sujeitos críticos, conscientes e comprometidos com a sustentabilidade. Nesse contexto, a horta escolar se apresenta como uma estratégia pedagógica eficaz, capaz de articular teoria e prática, aproximando os estudantes das questões ambientais de forma concreta, significativa e contextualizada.

Ao longo deste estudo, foi possível evidenciar que a implantação da horta escolar contribui de maneira expressiva para a conscientização ecológica dos alunos, uma vez que promove o contato direto com a natureza e favorece a compreensão dos ciclos naturais, do uso responsável dos recursos ambientais e da importância da preservação do meio ambiente.

A vivência prática proporcionada pela horta possibilita que os estudantes deixem de ser apenas receptores de informações e passem a atuar como sujeitos ativos no processo de aprendizagem, desenvolvendo senso de responsabilidade, cooperação e respeito ao meio em que estão inseridos.

Além disso, a horta escolar demonstra grande potencial interdisciplinar, permitindo a integração de diferentes áreas do conhecimento, como Ciências, Matemática, Geografia e Língua Portuguesa, tornando o processo educativo mais dinâmico e significativo. Essa integração contribui para a superação de uma abordagem fragmentada do currículo escolar, favorecendo uma aprendizagem mais ampla e conectada à realidade dos alunos. A prática da horta também se destaca por estimular hábitos alimentares mais saudáveis, reforçando a importância de uma alimentação equilibrada e consciente desde a infância, o que impacta positivamente a qualidade de vida dos estudantes e de suas famílias.

Outro aspecto relevante observado é o fortalecimento do vínculo entre a escola e a comunidade. A participação de professores, alunos, familiares e demais membros da comunidade nas atividades relacionadas à horta escolar favorece a construção de relações colaborativas, promovendo o sentimento de pertencimento e responsabilidade coletiva. Essa interação amplia o alcance das ações de educação ambiental, extrapolando os limites do espaço escolar e contribuindo para a disseminação de práticas sustentáveis no cotidiano social.

Entretanto, apesar dos inúmeros benefícios, a efetivação de projetos de horta escolar ainda enfrenta desafios, como a falta de recursos materiais, infraestrutura adequada e formação específica dos educadores. Esses fatores evidenciam a necessidade de investimentos em políticas públicas que incentivem a educação ambiental nas escolas, bem como a oferta de programas de formação

continuada para os professores, a fim de fortalecer práticas pedagógicas inovadoras e contextualizadas.

Dessa forma, conclui-se que a horta escolar não deve ser compreendida apenas como um espaço de cultivo de alimentos, mas como um importante instrumento pedagógico para a promoção da educação ambiental, da sustentabilidade e da formação integral dos estudantes. Ao estimular a reflexão crítica sobre a relação entre ser humano e natureza, a horta escolar contribui para a construção de uma consciência ecológica que se estende para além do ambiente escolar, preparando os alunos para atuarem de forma responsável e comprometida com a preservação ambiental e com a construção de um futuro mais sustentável.

REFERÊNCIAS

BRANDANI, J. Z. *et al.* A horta escolar promovendo a educação ambiental e alimentar de crianças da Escola Municipal Geraldino Neves Corrêa no distrito de Picadinha – Dourados/MS. **Revista Realização**, v. 1, n. 2, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais.** Brasília: MEC, 1998.

CARVALHO, I. C. de M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico.** São Paulo: Cortez, 2020.

CASCINO, F. **Educação ambiental: princípios, história, formação de professores.** 3. ed. São Paulo: Senac, 2018.

COSTA, T. G. *et al.* **A importância da horta escolar para aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento da sustentabilidade**. São Paulo: Editora Realize, 2020.

CRIBB, S. A educação ambiental através da horta escolar. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (REGET)**, v. 16, n. 62, 2018.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas.** 6. ed. São Paulo: Gaia, 2018.

FIOROTTI, J. L. *et al.* Horta: a importância no desenvolvimento escolar. **Revista Gestão Ambiental**, v. 71, n. 16, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2019.

LIMA, G. M. M.; SOUZA, J. I. Educação ambiental e implantação de horta escolar. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 2017.

LUNA, R. R.; ABREU, L. R. Horta na escola: incentivo ao cultivo e a interação com o meio ambiente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (REGET)**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 248-253, 2018.

MONTEIRO, L. P. Horta na escola: praticando a interdisciplinaridade e desenvolvendo a sustentabilidade. **Revista Gestão Ambiental**, v. 11, n. 4, 2019.

MOREIRA, F. S.; QUADROS, M. A. A. A horta escolar na educação ambiental e alimentar: experiência do Projeto Horta Viva nas escolas municipais de Florianópolis. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, Santa Catarina, n. 6, 2017.

OLIVEIRA, F.; PEREIRA, E. Horta escolar e educação ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 13, n. 2, 2018.

SANTOS, A. L. *et al.* A horta escolar como uma ferramenta didático-pedagógica no ensino de educação ambiental. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, 2020.

SANTOS, M. M. C. dos. **Educação ambiental e políticas públicas: vivências nas escolas municipais.** Curitiba: CRV, 2018.

SILVA, M. C. O. *et al.* Educação para a sustentabilidade: um enfoque interdisciplinar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 1, n. 1, 2019.

CAPÍTULO 11

IDENTIFICAÇÃO DE DESAFIOS RELACIONADOS A SAÚDE AMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM COMUNIDADES URBANAS

IDENTIFICATION OF ENVIRONMENTAL HEALTH CHALLENGES AS A BASIS FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN URBAN COMMUNITIES

Adrize Medran Rangel
Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil

Maraiza Mendes Feijó
Mestranda em Ciências Ambientais (PPCAmb), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil

Lusiane Oliveira Souza
Mestranda em Ciências Ambientais (PPCAmb), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil

Larissa Silva Teixeira
Mestranda em Ciências Ambientais (PPCAmb), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil

Guilherme Gonçalves Wachholz
Graduando em Gestão Ambiental, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Gustavo Ferreira de Castro
Graduando em Gestão Ambiental, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Karina Pinto Carvalho
Graduanda em Gestão Ambiental, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Kethlin Giovanna da Silva Ramos
Graduanda em Gestão Ambiental, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Roberta Machado Karsburg
Doutora em Ciências com ênfase em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Docente do curso de Gestão Ambiental, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Eduarda Medran Rangel
Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1272

Resumo: Em comunidades urbanas que vivem em condições de vulnerabilidade social, a relação entre meio ambiente, saúde e qualidade de vida fica mais evidente. Problemas relacionados ao saneamento básico, ao abastecimento de água, ao manejo de resíduos sólidos, à drenagem urbana e ao acesso aos serviços públicos podem aumentar a exposição da população a riscos ambientais e sanitários. Nesse cenário, os identificar desafios de saúde ambiental pode auxiliar na compreensão de sua relação com os problemas de saúde da população. Este capítulo aborda a identificação dos desafios em saúde ambiental como apoio às ações de educação ambiental em comunidades urbanas, com atenção às doenças relacionadas à água e às condições de saneamento, utilizando dados do Rio Grande do Sul. A saúde ambiental é discutida considerando a influência de fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e territoriais sobre as condições de vida da população. São abordadas doenças como diarreias agudas, leptospirose, hepatite A e parasitoses intestinais, além de aspectos relacionados ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, alagamentos e presença de vetores. A análise dessas informações pode ajudar a identificar situações de risco e orientar ações preventivas mais adequadas à realidade local. A aproximação entre dados de saúde, condições ambientais e educação ambiental pode contribuir para fortalecer medidas de prevenção e ampliar a participação da comunidade na busca por soluções.

Palavras-chave: Doenças de veiculação hídrica. Indicadores de saúde. Saneamento básico. Vulnerabilidade socioambiental.

Abstract: In urban communities living under conditions of social vulnerability, the relationship between the environment, health, and quality of life becomes more evident. Problems related to basic sanitation, water supply, solid waste management, urban drainage, and access to public services may increase the population's exposure to environmental and health risks. In this context, identifying environmental health challenges can contribute to understanding their relationship with the population's health problems. This chapter addresses the identification of environmental health challenges as a means of supporting environmental education actions in urban communities, with particular attention to water-related diseases and sanitation conditions, using data from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. Environmental health is discussed by considering the influence of physical, chemical, biological, social, and territorial factors on the population's living conditions. Diseases such as acute diarrheal diseases, leptospirosis, hepatitis A, and intestinal parasitic infections are addressed, along with aspects related to water supply, sewage systems, solid waste, flooding, and the presence of disease vectors. The analysis of this information can help identify risk situations and guide preventive actions that are better suited to local realities. Bringing together health data, environmental conditions, and environmental education can contribute to strengthening preventive measures and increasing community participation in the search for solutions.

Keywords: Waterborne diseases. Health indicators. Basic sanitation. Socio-environmental vulnerability.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Saúde ambiental e os determinantes socioambientais da saúde

Os determinantes sociais da saúde compreendem fatores sociais, econômicos, ambientais e territoriais que influenciam diretamente o processo saúde-doença, evidenciando que as desigualdades sociais produzem impactos significativos sobre as condições de vida e saúde da

população (Barata, 2024). Nesse contexto, a saúde ambiental deve ser analisada de forma integrada, considerando a influência das condições socioeconômicas e ambientais sobre a ocorrência de agravos à saúde, especialmente em populações expostas à vulnerabilidade social e à precariedade da infraestrutura urbana.

De acordo com Sobral e Freitas (2010) e Marques *et al*., (2025), os determinantes socioambientais da saúde envolvem diferentes dimensões sociais, ambientais e territoriais que influenciam a ocorrência de agravos à saúde, sendo necessária a utilização integrada de indicadores para compreensão das vulnerabilidades populacionais. Além disso, a análise conjunta de indicadores ambientais e epidemiológicos possibilita identificar desigualdades territoriais e subsidiar ações voltadas à promoção da saúde coletiva, permitindo compreender de maneira mais ampla a relação entre ambiente, território e qualidade de vida.

Entre os principais fatores associados à vulnerabilidade socioambiental destacam-se as deficiências relacionadas ao saneamento básico e ao acesso à água potável. Segundo Mazuze, Almendra e Santana (2023), fatores relacionados ao saneamento básico e à disponibilidade de água potável figuram entre os principais elementos associados à vulnerabilidade socioambiental e à ocorrência de doenças de veiculação hídrica. Os autores também ressaltam que a precariedade das condições sanitárias e ambientais aumenta significativamente a exposição das populações vulneráveis às doenças relacionadas à água contaminada, evidenciando a estreita relação entre infraestrutura sanitária inadequada e agravamento dos problemas de saúde pública.

Essa realidade torna-se ainda mais evidente quando analisadas doenças associadas às condições ambientais precárias, como a leptospirose. De Souza *et al.* (2020) destacam que a ocorrência da doença apresenta forte associação com fatores socioeconômicos e vulnerabilidades territoriais, demonstrando a influência direta das desigualdades sociais sobre os indicadores de saúde ambiental. De forma semelhante, Ellwanger e Chies (2023) apontam que a precariedade do saneamento básico favorece a disseminação de patógenos ambientais e amplia os riscos de doenças infecciosas relacionadas à contaminação da água e do solo, afetando principalmente comunidades socialmente vulneráveis.

Além dos problemas estruturais relacionados ao saneamento e à infraestrutura urbana, a literatura recente evidencia que a vulnerabilidade socioambiental também está diretamente associada à pobreza e à degradação ambiental. Nesse sentido, Magalhães *et al.* (2023) afirmam que contextos marcados pela desigualdade social e pela degradação dos ecossistemas favorecem a ocorrência de doenças infecciosas e agravos à saúde coletiva, reforçando a necessidade de

estratégias integradas voltadas à promoção da saúde ambiental, redução das desigualdades territoriais e fortalecimento de ações preventivas em comunidades vulneráveis.

1.2 Doenças de veiculação hídrica e saneamento básico

As doenças de veiculação hídrica permanecem como importante problema de saúde pública, principalmente em regiões marcadas por vulnerabilidade socioambiental e deficiência no saneamento básico. Estudos recentes apontam que fatores como ausência de coleta de esgoto, abastecimento inadequado de água tratada e descarte incorreto de resíduos sólidos favorecem a disseminação de enfermidades infecciosas relacionadas ao ambiente (Ambrósio; José Aquino Junior; Ribeiro, 2024).

1.2.1 Doenças diarreicas agudas

As doenças diarreicas agudas estão entre os principais agravos associados à deficiência de saneamento básico e ao consumo de água contaminada, afetando principalmente populações em situação de vulnerabilidade social. Segundo Prüss-Ustün *et al.* (2019), a ausência de acesso adequado à água potável e ao esgotamento sanitário continua sendo um dos principais fatores responsáveis pela incidência de doenças gastrointestinais em países em desenvolvimento. Além disso, Alvim *et al.* (2024) destacam que comunidades urbanas periféricas apresentam maiores índices de internações por doenças diarreicas devido à precariedade das condições sanitárias e à desigualdade no acesso aos serviços públicos essenciais.

1.2.2 Leptospirose

A leptospirose caracteriza-se como importante doença relacionada às condições ambientais urbanas precárias, estando frequentemente associada a enchentes, acúmulo de resíduos sólidos e ausência de drenagem urbana adequada. De acordo com De Souza *et al.* (2020), áreas marcadas pela vulnerabilidade socioambiental apresentam maior risco de ocorrência da doença, especialmente em períodos de intensas precipitações pluviométricas. Complementando essa discussão, Borges e Richit (2025) destacam que eventos extremos, associados à deficiência dos sistemas de saneamento e às condições precárias de infraestrutura urbana, contribuem significativamente para o aumento dos casos de leptospirose em populações socialmente vulneráveis expostas a enchentes e contato com água contaminada.

1.2.3 Hepatite A

A hepatite A permanece diretamente relacionada às condições inadequadas de saneamento e higiene ambiental, sendo considerada importante indicador da qualidade sanitária de uma população. Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2023), a transmissão da doença ocorre principalmente em locais com deficiência no abastecimento de água tratada e ausência de coleta de esgoto. Além disso, Patrícia, Terra e Beatriz (2024) destacam que populações socialmente vulneráveis apresentam maior exposição aos fatores de risco associados à hepatite A, especialmente em regiões com baixa cobertura sanitária.

1.2.4 Parasitoses intestinais

As parasitoses intestinais representam importante problema de saúde pública em regiões caracterizadas pela precariedade ambiental e ausência de saneamento básico. Conforme apontam Kopke *et al.* (2025), a contaminação do solo e da água favorece a disseminação de parasitas intestinais, afetando principalmente crianças e populações de baixa renda. E ressaltam que a insuficiência de ações educativas relacionadas à higiene e saúde ambiental contribui para manutenção dos ciclos de transmissão dessas enfermidades.

As desigualdades territoriais influenciam diretamente os indicadores de saúde ambiental, evidenciando maiores riscos sanitários em áreas periféricas e socialmente vulneráveis. Segundo Guedes *et al.* (2024), a distribuição desigual da infraestrutura urbana e dos serviços de saneamento contribui significativamente para intensificação das vulnerabilidades socioambientais, afetando principalmente populações expostas à precariedade habitacional, deficiência no abastecimento de água e ausência de esgotamento sanitário adequado. Nesse contexto, as condições socioambientais inadequadas favorecem a ocorrência de doenças relacionadas ao ambiente e ampliam os impactos das desigualdades sociais sobre a saúde coletiva.

A integração entre vigilância em saúde, saneamento básico e educação ambiental constitui importante estratégia para promoção da saúde coletiva e fortalecimento das ações preventivas em territórios vulneráveis. Além disso, a utilização de indicadores epidemiológicos e ambientais possibilita subsidiar o planejamento de ações públicas voltadas à melhoria das condições de vida da população, contribuindo para identificação das áreas de maior vulnerabilidade socioambiental e para desenvolvimento de estratégias intersetoriais de promoção da saúde ambiental.

2.3 Indicadores de saúde ambiental

Os indicadores de saúde ambiental constituem importantes ferramentas para avaliação das condições ambientais e seus impactos sobre a saúde da população, permitindo identificar fatores de risco, vulnerabilidades territoriais e padrões epidemiológicos relacionados ao ambiente. Esses indicadores possibilitam o monitoramento de aspectos como abastecimento de água potável, cobertura de saneamento básico, coleta de resíduos sólidos, qualidade ambiental e incidência de doenças relacionadas à contaminação hídrica, contribuindo para compreensão das relações entre ambiente, território e saúde coletiva (Correia *et al*., 2021). Segundo Sobral e Freitas (2010), a utilização integrada de indicadores ambientais e epidemiológicos favorece a identificação de desigualdades socioambientais e subsidia ações de planejamento voltadas à promoção da saúde pública.

Além de auxiliarem no monitoramento das condições sanitárias, os indicadores de saúde ambiental também desempenham papel estratégico no desenvolvimento de políticas públicas e ações preventivas direcionadas às populações vulneráveis. A análise desses indicadores permite identificar áreas com maior ocorrência de doenças relacionadas ao ambiente, contribuindo para a elaboração de estratégias intersetoriais envolvendo vigilância em saúde, saneamento básico e educação ambiental (Dickel; Strate, 2025). Nesse contexto, indicadores como incidência de doenças diarreicas, leptospirose, hepatite A, parasitoses intestinais e cobertura de esgotamento sanitário tornam-se fundamentais para avaliação das condições de saúde ambiental e para promoção da qualidade de vida da população (Kopke, 2025).

2.4 Vulnerabilidade social e territorial

A vulnerabilidade social e territorial constitui importante fator determinante para a compreensão das desigualdades em saúde ambiental, especialmente em áreas urbanas marcadas pela precariedade da infraestrutura e pela insuficiência dos serviços públicos essenciais. Populações residentes em territórios periféricos frequentemente encontram-se mais expostas a riscos ambientais decorrentes da deficiência no saneamento básico, da ocupação desordenada do espaço urbano, da ausência de drenagem adequada e da dificuldade de acesso à água potável (Santos *et al*., 2025). Nesse contexto, as desigualdades territoriais influenciam diretamente os indicadores epidemiológicos, favorecendo a ocorrência de doenças relacionadas ao ambiente e ampliando os impactos sociais sobre a saúde coletiva.

Segundo Sobral e Freitas (2010), a análise integrada de indicadores socioambientais possibilita identificar áreas de maior vulnerabilidade, subsidiando ações voltadas à promoção da saúde e à redução das desigualdades territoriais.

Além dos fatores estruturais, a vulnerabilidade socioambiental também está associada às condições socioeconômicas da população, como renda, escolaridade, acesso à informação e qualidade da habitação. Estudos recentes demonstram que comunidades socialmente vulneráveis apresentam maior exposição a agravos relacionados à contaminação ambiental e menores condições de enfrentamento dos riscos sanitários (Mazuze; Almendra; Santana, 2023). Dessa forma, a vulnerabilidade territorial não se restringe apenas às características físicas do ambiente, mas envolve também processos históricos de exclusão social e desigualdade urbana que condicionam o acesso da população aos serviços de saúde, saneamento e educação ambiental. Nesse cenário, torna-se fundamental o desenvolvimento de políticas públicas intersetoriais capazes de integrar saúde ambiental, planejamento urbano e ações educativas voltadas à promoção da qualidade de vida em territórios vulneráveis.

2.5 Educação ambiental

A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei nº 9.795 de 1999, estabelece que a educação ambiental no Brasil é um processo permanente e articulado, que deve envolver todos os segmentos da sociedade. Seu objetivo principal é a formação de cidadãos críticos e conscientes para a preservação do meio ambiente, incentivando práticas sustentáveis e a transformação das relações sociais com a natureza (Brasil, 1999). Segundo o documento, o objetivo é promover uma consciência crítica e a participação social, mostrando que a sustentabilidade depende da ação de todos, e não apenas de políticas governamentais.

Assim a educação ambiental no Brasil, conforme a legislação, é um pilar estratégico para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável. Ela busca formar cidadãos que não apenas compreendam os desafios ambientais, mas também atuem de forma consciente e proativa. A abordagem integrada proposta pela lei rompe com as limitações das disciplinas tradicionais, promovendo um conhecimento abrangente e conectado às diversas dimensões sociais, econômicas e culturais.

A EA deve ser incorporada em todas as etapas da educação formal e informal, pois o contato constante com questões ambientais no dia a dia é essencial para fortalecer a conscientização e o compromisso das pessoas com a sustentabilidade. Essa presença contínua contribui para a

formação de valores, atitudes e práticas que promovem a preservação do meio ambiente em diferentes contextos sociais (Oliveira; Domingo; Colasante, 2020).

A EA pode ser de três tipos, a formal que tem maior recorrência em instituições de ensino com currículo objetivos e certificados, caracterizada por avaliações, disciplinas e conteúdos obrigatórios. A não formal que é mais flexível e adaptável, incluindo projetos comunitários, cursos livres e campanhas, focada em desenvolver competências e valores ambientais para gerar o envolvimento e a aprendizagem do cidadão ao longo da vida. A informal é mais espontânea e sem planejamento, no cotidiano, por mídias, diálogos, passeios em ambientes naturais, essa também é fundamental para a aquisição de comportamentos alinhados com o meio ambiente, podendo complementar os outros tipos (Hadjichambis *et al*., 2020).

A educação ambiental não formal tem um papel importante na conscientização da população sobre questões relacionadas à saúde ambiental e ao saneamento básico. Por acontecer fora do ambiente escolar tradicional, ela consegue atingir diferentes públicos por meio de campanhas, projetos comunitários, palestras, oficinas e ações desenvolvidas em bairros e unidades de saúde. Essas atividades ajudam a população a compreender melhor temas como descarte correto de resíduos, uso adequado da água, higiene e preservação ambiental, contribuindo também para a prevenção de doenças relacionadas às condições inadequadas de saneamento (Martins, 2026).

Além disso, esse tipo de educação favorece a participação da comunidade na busca por melhorias ambientais e na qualidade de vida. Quando as pessoas entendem a relação entre meio ambiente, saúde e saneamento, tornam-se mais conscientes sobre seus hábitos e mais envolvidas nas ações coletivas voltadas à preservação ambiental. Dessa forma, a educação ambiental não formal contribui tanto para a promoção da saúde ambiental quanto para o fortalecimento da cidadania e da responsabilidade social (Lhamas, 2023).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, de caráter descritivo e exploratório, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica e documental, com utilização de dados secundários relacionados à saúde ambiental, saneamento básico e vulnerabilidade socioambiental em comunidades urbanas, conforme apresentado na figura 1.

Figura 1 – Etapas metodológicas da pesquisa.



Fonte: Autores, 2026.

A pesquisa bibliográfica será realizada a partir de artigos científicos, livros, dissertações, teses e trabalhos acadêmicos disponíveis em bases de dados científicas, buscando fundamentar a relação entre condições ambientais, saneamento, doenças de veiculação hídrica, saúde da população e educação ambiental, com recorte temporal de 2020 a 2026, considerando após leitura inicial a utilização por sua relevância na temática, sendo excluídos os materiais foram do período temporal ou que não contemplem a temática tratada.

A pesquisa documental será baseada na análise de documentos oficiais, legislações, relatórios técnicos, planos, indicadores e bases de dados públicos relacionados às condições de saúde e infraestrutura urbana. Poderão ser utilizados dados secundários provenientes de órgãos como Ministério da Saúde, DATASUS, Índice de vulnerabilidade social (IVS), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), além de documentos e outras bases de dados disponíveis.

Para a análise dos dados secundários, serão considerados indicadores de saúde e indicadores socioambientais que possibilitem caracterizar as condições de vulnerabilidade e identificar possíveis situações de risco. Entre os indicadores poderão ser analisados registros de doenças relacionadas à água e ao saneamento, cobertura de abastecimento de água, cobertura de coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos, ocorrência de alagamentos e outros indicadores disponíveis

para a área de estudo. Quando possível, os dados serão organizados por período e território, permitindo identificar padrões, tendências e situações de maior vulnerabilidade.

A análise será realizada de forma descritiva e interpretativa, buscando estabelecer relações entre as condições ambientais identificadas e os possíveis impactos sobre a saúde da população. Não se pretende estabelecer relações causais diretas a partir dos dados secundários, mas identificar situações de risco, problemas recorrentes e possíveis relações entre as condições ambientais e os agravos à saúde.

Por fim, os resultados serão utilizados como subsídio para a proposição de ações de educação ambiental voltadas à prevenção de riscos e à promoção da saúde, considerando as características e necessidades das comunidades urbanas vulneráveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise integrada dos indicadores de vulnerabilidade social, saneamento e saúde demonstrou que a saúde ambiental no Rio Grande do Sul resulta da interação entre infraestrutura urbana, acesso aos serviços públicos, condições socioeconômicas, qualidade ambiental, exposição a eventos climáticos extremos e capacidade institucional de prevenção e resposta. Essa abordagem é especialmente relevante no estado, marcado por desigualdades territoriais, elevada exposição a eventos hidrológicos extremos e deficiências de saneamento, sobretudo no esgotamento sanitário (Magalhães Filho *et al*., 2024).

O Indicador de Salubridade Ambiental (ISA), adotado pela SEMA/RS, reforça a necessidade de uma abordagem integrada ao reunir dados de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos, drenagem e aspectos socioeconômicos e institucionais. Contudo, o próprio indicador não representa integralmente a salubridade ambiental, pois esse conceito é mais amplo e envolve fatores que ultrapassam a oferta dos serviços de saneamento (Rio Grande Do Sul, s.d).

Essa ressalva é essencial para interpretar os resultados, pois a elevada cobertura de um serviço não garante, isoladamente, condições adequadas de saúde ambiental. Um município pode ter amplo abastecimento de água e, ao mesmo tempo, apresentar deficiências em esgotamento sanitário, drenagem, resíduos sólidos ou elevada vulnerabilidade social. Além disso, a existência da infraestrutura não assegura conexão domiciliar, continuidade, qualidade do serviço ou proteção diante de eventos extremos. Assim, os indicadores devem ser analisados conjuntamente, considerando a disponibilidade, qualidade, efetividade e distribuição territorial dos serviços (Araujo *et al*., 2022).

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), constitui uma importante dimensão para essa interpretação. O índice sintetiza três dimensões: infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho, buscando representar a ausência ou insuficiência de ativos considerados essenciais para níveis mínimos de bem-estar social. Dessa forma, a vulnerabilidade não deve ser compreendida apenas como pobreza monetária, mas como uma condição multidimensional que influencia a capacidade das famílias e dos territórios de prevenir, enfrentar e recuperar-se de situações adversas.

Para o Rio Grande do Sul, o IVS apresentou valor de 0,203 em 2021, contra 0,210 em 2018 e 0,201 em 2019. Embora o valor estadual esteja situado na faixa de baixa vulnerabilidade social, a análise agregada esconde desigualdades internas importantes. O próprio diagnóstico do PLANESAN-RS, utilizando dados municipais de 2010, identificou que 404 dos 497 municípios gaúchos estavam classificados nas faixas de vulnerabilidade baixa ou muito baixa, enquanto sete municípios estavam nas faixas alta ou muito alta, sendo seis deles localizados na Região Hidrográfica do Uruguai.

Esse resultado evidencia uma questão metodológica e analítica importante: um bom indicador estadual não significa ausência de vulnerabilidade em escala local. A agregação dos municípios pode produzir uma percepção de relativa segurança social, ocultando territórios nos quais a combinação de baixa renda, infraestrutura deficiente, localização em áreas suscetíveis a inundação e menor capacidade institucional produz uma situação de risco muito superior à média estadual (Moura; Frenzel; Moura, 2019).

Além disso, a dimensão de infraestrutura urbana do IVS merece atenção especial. Em 2021, o Rio Grande do Sul apresentou IVS de infraestrutura urbana de 0,239, enquanto os componentes de capital humano e renda e trabalho foram, respectivamente, 0,155 e 0,216. O dado é particularmente relevante porque demonstra que a infraestrutura urbana constituía a dimensão relativamente mais vulnerável entre os três componentes do índice estadual.

Essa relação evidencia a conexão entre vulnerabilidade social e saúde ambiental. A infraestrutura urbana atua como proteção coletiva, pois serviços adequados de água, esgotamento sanitário, resíduos, drenagem e habitação reduzem a exposição a contaminantes e agentes infecciosos. Quando esses serviços são insuficientes, famílias precisam adotar estratégias individuais para compensar as deficiências, ampliando as desigualdades. Enquanto grupos de maior renda podem investir em soluções próprias e proteção, populações vulneráveis possuem menor capacidade de absorver esses custos e, consequentemente, maior exposição aos riscos ambientais (Boing; Boing; Subramanian, 2021; Pérez Urdiales; Santos, 2024).

Assim, a vulnerabilidade socioambiental deve ser entendida como resultado da sobreposição entre exposição, sensibilidade e capacidade de resposta. Essa perspectiva é especialmente importante para o planejamento de políticas públicas, pois indica que investimentos ambientais não devem ser distribuídos exclusivamente de acordo com médias estaduais ou municipais, mas priorizar áreas onde diferentes fatores de risco se acumulam (Torres *et al.*, 2018).

O abastecimento de água constitui um dos componentes mais relevantes da saúde ambiental. Dados baseados no SNIS indicam que, no Rio Grande do Sul, aproximadamente 88,1% da população era atendida por rede de abastecimento de água, considerando os dados de 2022. Apesar da elevada cobertura relativa, o sistema apresentava perdas de aproximadamente 39,5% na distribuição, revelando uma diferença importante entre a quantidade de água produzida e aquela efetivamente disponibilizada aos usuários (Instituto Trata Brasil, 2024).

A interpretação desse indicador precisa superar a ideia de que cobertura elevada equivale automaticamente à segurança hídrica. Do ponto de vista da saúde ambiental, também é necessário diferenciar acesso à rede de acesso à água segura. Portanto, uma análise mais criteriosa deve considerar simultaneamente cobertura, continuidade, perdas, qualidade da água e características do abastecimento alternativo. Essa última questão é especialmente importante em áreas rurais e periferias urbanas, nas quais podem existir poços, fontes ou outras formas de abastecimento não registradas como atendimento pela rede pública (WHO; UNICEF, 2023).

Entre os componentes analisados, o esgotamento sanitário constitui um dos pontos mais críticos da saúde ambiental gaúcha. Dados de saneamento disponibilizados pelo Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul mostram que, em 2022, aproximadamente 42,7% da população do Rio Grande do Sul possuía acesso ao serviço de coleta de esgoto, enquanto somente 26,6% do esgoto gerado recebia tratamento. Em outras palavras, a parcela da população atendida pela coleta permanece muito inferior à cobertura de abastecimento de água, evidenciando uma assimetria estrutural entre os dois serviços (Rio Grande Do Sul, 2024).

Essa diferença possui forte significado sanitário. A água distribuída à população pode ser tratada e adequada para consumo, mas, sem um sistema equivalente de coleta e tratamento dos efluentes gerados após seu uso, os contaminantes retornam ao ambiente. Isso cria um ciclo no qual corpos hídricos, solos e áreas urbanas podem receber matéria orgânica, nutrientes, microrganismos patogênicos e outros contaminantes (WHO, 2018).

A situação torna-se ainda mais preocupante quando se considera que o esgotamento sanitário possui relação direta com doenças de transmissão hídrica e alimentar. O Centro Estadual de Vigilância em Saúde (CEVS) caracteriza as DTHA como importante causa de morbidade e

mortalidade e destaca que esses agravos podem ser transmitidos pela ingestão de água ou alimentos contaminados por vírus, bactérias, parasitos e outros agentes. O sistema estadual mantém ainda o monitoramento das doenças diarreicas agudas e a vigilância de surtos (Rio Grande Do Sul, 2021).

A ausência de infraestrutura sanitária também evidencia desigualdades territoriais, pois não se distribui de forma aleatória. Populações de áreas periféricas, assentamentos precários, zonas de expansão urbana e municípios com menor capacidade de investimento tendem a permanecer por mais tempo sem atendimento adequado. Dessa forma, as deficiências no esgotamento sanitário contribuem para ampliar e perpetuar desigualdades sociais e ambientais (Rocha, 2022).

O manejo dos resíduos sólidos constitui outro componente essencial da saúde ambiental. A coleta regular reduz a exposição direta da população aos resíduos e diminui a disponibilidade de materiais que podem favorecer a proliferação de vetores, obstruir sistemas de drenagem e contaminar o ambiente. Entretanto, a existência de coleta não significa necessariamente que o sistema de gerenciamento seja ambientalmente adequado (WHO, 2025).

A metodologia do ISA da SEMA considera tanto a cobertura e frequência da coleta quanto a adequação da disposição final dos resíduos. O indicador de manejo de resíduos sólidos representa 25% do ISA estadual. Para avaliar a disposição final, a metodologia utiliza informações do SNIS e, nos casos de aterros localizados no próprio Estado, informações de qualidade dos aterros fornecidos pela FEPAM. Entretanto, existe uma limitação importante: o indicador não incorpora plenamente práticas de economia circular, como coleta seletiva, compostagem, recuperação de materiais e outras formas de valorização dos resíduos (Rio Grande Do Sul, s.d).

Essa lacuna é relevante para a saúde ambiental porque a gestão dos resíduos não deve limitar-se à retirada dos resíduos das residências. A disposição final adequada representa apenas uma etapa. A redução da geração, a segregação na fonte, a coleta seletiva, a reciclagem, a compostagem e a inclusão socioprodutiva dos catadores podem reduzir a pressão sobre aterros, diminuir pontos de descarte irregular e melhorar as condições ambientais dos bairros. Há também uma relação direta entre resíduos sólidos e drenagem urbana. Resíduos descartados em vias públicas, terrenos baldios e margens de cursos d'água pode ser transportados pela chuva e provocar obstrução de bocas de lobo, galerias e canais. Portanto, se o problema dos resíduos não termina no local de descarte, ele pode se transformar em um fator de agravamento de alagamentos e, posteriormente, de exposição da população à água contaminada (Silva Júnior *et al.*, 2025).

Já a drenagem urbana deve ser analisada como componente central da saúde ambiental, sobretudo após os eventos extremos registrados no Rio Grande do Sul em 2024. A metodologia do ISA estadual considera a cobertura da rede de drenagem e a eficiência do sistema, incluindo a

ocorrência de problemas de alagamento. Entretanto, a própria SEMA reconhece limitações na mensuração, inclusive porque estruturas como sarjetas, pavimentação e meio-fio não são plenamente capturadas pelo indicador (Rio Grande Do Sul, s.d)

Essa limitação revela um problema conceitual importante: a existência de infraestrutura de drenagem não é equivalente à segurança contra inundações. A eficiência de um sistema depende de fatores como ocupação do solo, impermeabilização, capacidade hidráulica, manutenção, conservação de áreas de retenção, condições dos cursos d'água, disposição de resíduos e intensidade das chuvas (Santana; Pasqualetto, 2024).

Os eventos de 2024 demonstraram de forma contundente essa interação. Entre abril e julho, os casos confirmados de leptospirose aumentam de 117 em 2023 para 1.007 em 2024, representando um crescimento de aproximadamente 7,6 vezes. O pico ocorreu em maio de 2024, com 516 casos e incidência de 4,7/100 mil habitantes, período em que os registros foram 15,6 vezes maiores que em 2023. No período analisado, esses casos corresponderam a 25,3% do total anual de 2023, mas a 75,5% do total de 2024, evidenciando forte concentração e agravamento da ocorrência em 2024 durante o período da enchente (Diefenthaeler *et al.*, 2026; Brasil, 2024).

Esses dados são particularmente importantes porque demonstram empiricamente que a infraestrutura ambiental não é apenas uma questão de conforto urbano. A drenagem, o manejo de águas pluviais e a prevenção de inundações constituem instrumentos de prevenção de doenças. Durante enchentes, a água pode entrar em contato com esgoto, resíduos, solo contaminado e urina de animais infectados, ampliando as oportunidades de exposição humana à Leptospirose (Diefenthaeler *et al.*, 2026). A utilização de doenças como indicadores de saúde ambiental é particularmente relevante porque permite aproximar as condições de infraestrutura dos seus possíveis efeitos sobre a população (Louzado Barreto Neto; Almeida; Sanabria, 2025).

Diante desse cenário, o principal desafio do Rio Grande do Sul não é simplesmente ampliar a quantidade de infraestrutura, mas garantir a universalização com qualidade, equidade territorial e resiliência climática. Ações voltadas à educação ambiental são de extrema importância, dentre elas:água segura e à segurança hídrica, fortalecimento da vigilância dos sistemas alternativos e ações de educação ambiental voltadas ao armazenamento, tratamento domiciliar e uso racional da água, além da criação de protocolos para garantir água segura após enchentes e outros desastres.

Quanto ao esgotamento sanitário, a prevenção de doenças deve envolver ações educativas e a integração entre dados de cobertura sanitária e indicadores epidemiológicos. Para os resíduos sólidos, é necessário articular as ações de prevenção de alagamentos, utilizando mapas de áreas críticas para orientar fiscalização, planejamento e educação ambiental. Na drenagem urbana, devem

ser priorizadas soluções baseadas na natureza, como jardins de chuva, pavimentos permeáveis, parques lineares e áreas de retenção, além da proteção de áreas úmidas e margens de cursos d'água. Após eventos de inundação, também são essenciais protocolos específicos de vigilância sanitária.

Por fim, a educação ambiental e a participação social, que devem ser compreendidas como estratégias permanentes e transversais. Embora mudanças de comportamento possam contribuir para reduzir determinados riscos, a educação ambiental não pode substituir investimentos em infraestrutura e serviços públicos. Portanto, não se deve responsabilizar populações vulneráveis por problemas decorrentes de déficits estruturais de saneamento, habitação, drenagem ou planejamento urbano.

Nesse contexto, a educação ambiental deve atuar tanto na prevenção individual quanto no fortalecimento da participação coletiva, por meio de mapas participativos de riscos, oficinas sobre água segura, prevenção de doenças, resíduos e drenagem, capacitação para situações de enchentes, hortas comunitárias, compostagem e formação de agentes ambientais comunitários. Uma estratégia relevante seria a criação de um Painel Comunitário de Saúde Ambiental, reunindo indicadores simples e atualizados de água, esgoto, resíduos, drenagem, doenças e vulnerabilidade. Dessa forma, a população poderá acompanhar a evolução dos problemas ambientais, participar da identificação de prioridades e transformar dados técnicos em instrumentos de cidadania, controle social e promoção da saúde ambiental.

Uma estratégia relevante seria a criação de um Painel Comunitário de Saúde Ambiental, reunindo indicadores simples e atualizados de água, esgoto, resíduos, drenagem, doenças e vulnerabilidade. Dessa forma, a população poderá acompanhar a evolução dos problemas ambientais, participar da identificação de prioridades e transformar dados técnicos em instrumentos de cidadania, controle social e promoção da saúde ambiental. A participação social e a articulação entre educação, saneamento e saúde são fundamentais para aproximar as políticas públicas das necessidades específicas dos territórios (Piccoli; Kligerman; Cohen, 2017).

Essas ações também podem contribuir para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 3 – Saúde e Bem-estar, o ODS 6 – Água Potável e Saneamento, o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis e o ODS 13 – Ação contra a Mudança Global do Clima. A melhoria do acesso à água segura e ao saneamento, a prevenção de doenças, o manejo adequado dos resíduos e a redução dos riscos associados às inundações contribuem para a construção de territórios mais saudáveis, seguros e resilientes (ONU, 2015).

Assim, a educação ambiental, quando articulada à infraestrutura, à vigilância em saúde, ao planejamento urbano e à participação social, pode contribuir para reduzir vulnerabilidades e

fortalecer a capacidade de resposta das comunidades. Nesse sentido, o Painel Comunitário de Saúde Ambiental pode aproximar os indicadores locais das metas dos ODS, permitindo acompanhar avanços, identificar desigualdades e orientar ações prioritárias para a promoção da saúde e da sustentabilidade no território.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida ao longo deste estudo permitiu compreender que a saúde ambiental está diretamente relacionada às condições de infraestrutura, às características socioeconômicas e à capacidade de resposta dos territórios. Os indicadores de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana demonstram que a presença ou ausência desses serviços não produz efeitos homogêneos sobre a população. Seus impactos são determinados pela forma como diferentes fatores de vulnerabilidade se sobrepõem, tornando determinados grupos e territórios mais suscetíveis aos riscos ambientais e sanitários.

Os resultados discutidos reforçam, portanto, a necessidade de superar uma abordagem baseada exclusivamente na ampliação quantitativa da infraestrutura. A universalização dos serviços de saneamento deve estar associada à qualidade, continuidade, segurança, equidade territorial e capacidade de adaptação às mudanças climáticas. Da mesma forma, o planejamento das políticas públicas deve considerar a distribuição espacial das vulnerabilidades, priorizando territórios onde diferentes fatores de risco se acumulam.

Nesse processo, a educação ambiental assume papel estratégico, desde que não seja utilizada como substituta da responsabilidade do poder público pela oferta de serviços adequados. Ações educativas relacionadas à água segura, ao manejo de resíduos, à prevenção de doenças, à preparação para enchentes e à conservação dos recursos naturais podem ampliar a capacidade individual e coletiva de prevenção. Associadas à participação social, essas ações também podem favorecer o reconhecimento dos problemas locais e contribuir para a construção de soluções mais adequadas às necessidades de cada comunidade.

A utilização integrada de indicadores ambientais, sociais e epidemiológicos apresenta-se como uma importante estratégia para esse processo. A criação de instrumentos como o Painel Comunitário de Saúde Ambiental pode facilitar o acompanhamento das condições de água, esgoto, resíduos, drenagem e ocorrência de doenças, permitindo identificar desigualdades e orientar a definição de prioridades. Dessa maneira, dados que normalmente permanecem restritos ao âmbito técnico podem ser transformados em instrumentos de informação, participação e controle social.

Agradecimentos e Financiamento

Agradecemos ao Grupo de Estudos e Soluções Ambientais - GESA da Universidade Federal de Pelotas, ao PPG em Ciências Ambientais e ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALVIM, A. T. B.; IZAGA, F. G.; CLAPS, R. F. Mobilidade urbana em perspectiva: novos olhares sobre as dinâmicas da cidade contemporânea. **Cadernos Metrópole**, v. 26, p. 413-421, 2024.

AMBROSIO, J.; AQUINO JUNIOR, José; RIBEIRO, M. Doenças de veiculação hídrica, saneamento e educação ambiental: uma revisão sistemática. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 7, p. e5657, 2024.

ARAUJO, L. F. de; CAMARGO, F. P.; NETTO, A. T.; VERNIN, N. Salles; ANDRADE, R. C. de. Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil no ano de 2019. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 7, p. 2935-2947, 2022. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232022277.16472021.

BARATA, R. de C. B. Determinantes sociais em saúde: ensaio teórico. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 37, p. 1-7, 2024. DOI: 10.5020/18061230.2024.14777.

BOING, A. F.; BOING, A. C; SUBRAMANIAN, S. V. Inequalities in the access to healthy urban structure and housing: an analysis of the Brazilian census data. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 6, 2021.

BORGES, A. de S.; RICHIT, A. Infecções por leptospirose ocorridas durante as enchentes de maio de 2024 no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, v. 20, n. 47, p. 4334, 2025. DOI: 10.5712/rbmfc20(47)4334.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Saúde Ambiental**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico [...]. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 21 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Força Nacional do SUS ultrapassa 15 mil atendimentos no RS. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 16 jun. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/junho/forca-nacional-do-sus-ultrapassa-15-mil-atendimentos-no-rs. Acesso em: 15 ago. 2026

CORREIA, C. V.; HUSZCZ, G. B.; PAES, B. de A.; SANTOS, A. G. E. dos; MARTENS, L. B. Doenças de veiculação hídrica e seu grande impacto no Brasil: consequência de alterações climáticas ou ineficiência de políticas públicas? **Brazilian Medical Students Journal**, v. 5, n. 8, p. 1-7, 2021. DOI: 10.53843/bms.v5i8.100.

DE SOUZA, H. P.; DE OLIVEIRA, W. T. G. H.; DOS SANTOS, J. P. C.; TOLEDO, J. P.; FERREIRA, I. P. S.; ESASHIKA, S. N. G. de S.; DE LIMA, T. F. P.; DELÁCIO, A. de S. Doenças infecciosas e parasitárias no Brasil de 2010 a 2017: aspectos para vigilância em saúde. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 44, 10 fev. 2020.

DICKEL, M. F.; STRATE, C. E. Indicadores de promoção e prevenção em saúde coletiva em um cenário de mudanças climáticas no Brasil. **Revista Interdisciplinar de Saúde e Educação**, v. 6, n. 1, p. 27-43, 2025. DOI: 10.56344/2675-4827.v6n1a2025.2.

DIEFENTHAELER, B. M.; DELUCA, A. A.; SEKI, J. M.; DUARTE, M. A. T.; GREGORY, V. da S.; BORGES, S. G.; GOMES, R. F.; RIGATTO, M. H. Enchentes no Rio Grande do Sul, Brasil, em 2024, e seus efeitos na epidemiologia da leptospirose. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 42, p. 1, 2026. http://dx.doi.org/10.1590/0102-311xpt111125.

ELLWANGER, J. H.; CHIES, J. A. B. Pathogen pollution: viral diseases associated with poor sanitation in Brazil. **Hygiene**, v. 3, n. 4, p. 441-449, 2023. DOI: 10.3390/hygiene3040033.

GUEDES, W. P. *et al.* Desigualdade socioespacial e desenvolvimento territorial no Brasil: indicadores e índices. **Caminhos de Geografia**, v. 25, n. 99, p. 257-278, 2024.

HADJICHAMBIS, A. Ch.; REIS, P.; HADJICHAMBI, D. P.; CINCERA, J. (EDS.). Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education. **Cham: Springer International Publishing**, 2020.

MAZUZE, H.; ALMENDRA, R.; SANTANA, P. A systematic literature review on factors of socio-environmental vulnerability associated with water-borne diseases. **Journal of Infection in Developing Countries**, v. 17, n. 12, p. 1658-1666, 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Rio Grande do Sul perde mais de 500 piscinas olímpicas de água tratada todos os dias. São Paulo**: Instituto Trata Brasil, 25 jun. 2024. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/rio-grande-do-sul-perdas-de-agua/. Acesso em: 14 ago. 2026.

KOPKE, A. N. *et al.* Parasitoses intestinais e sua relação com a vulnerabilidade social. **Asclepius International Journal of Scientific Health Science**, v. 4, n. 7, p. 237-245, 2025.

LHAMAS, A. P. B. **Educação ambiental crítica e saneamento básico: uma análise sobre o entendimento docente na escola pública**. 2023. Dissertação – Universidade Estadual Paulista, 2023.

LOUZADO BARRETO NETO, M.; ALMEIDA, P. H. S. de; SANABRIA, C. A. P. Impacto das inundações no Rio Grande do Sul de maio de 2024 no perfil epidemiológico dos casos de leptospirose: um estudo ecológico. **Revista de Saúde Coletiva da UEFS**, v. 15, n. 3, p. e11977, 30 set. 2025.

MAGALHÃES, A. R. *et al.* O risco de doenças tropicais negligenciadas está correlacionado com pobreza e destruição precoce dos ecossistemas. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 12, p. 32, 2023. DOI: 10.1186/s40249-023-01084-1.

MAGALHÃES FILHO, F. J. C.; MENDES, A. T.; SANTOS, G. R. dos; BENETTI, A. D.; DORNELLES, F. Enchentes e inundações no Rio Grande do Sul em 2024: impactos e desafios para a gestão integrada de políticas públicas no saneamento básico. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (Brua)**: n. 33, v. 33, p. 23-32, 2 dez. 2024. Instituto de Pesquisa Economica Aplicada - IPEA. http://dx.doi.org/10.38116/brua33art1.

MARQUES, E. T. L. *et al.* Condições de saúde de pessoas idosas rurais-ribeirinhas amazônicas: uma revisão integrativa da literatura. **Saúde em Redes**, v. 11, n. 3, p. 4507, 2025. DOI: 10.18310/2446-4813.2025v11n3.4507.

MARTINS, A. M. **Áreas verdes urbanas: espaços não-formais de aprendizagem em educação ambiental**. 2026. 97 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Análise de Políticas Públicas) – Universidade Estadual Paulista, Franca, 2026.

MOURA, E. N.; FRENZEL, A. S.; MOURA, I. Ignácio de. Inundações no Meio Urbano e Vulnerabilidade Social: estudo de caso em Curitiba, brasil. **Redes**, v. 24, n. 2, p. 122-142, 3 maio 2019. APESC - Associação Pro-Ensino em Santa Cruz do Sul. http://dx.doi.org/10.17058/redes.v24i2.13251.

OLIVEIRA, A. N. de; DOMINGOS, F. de O.; COLASANTE, T. Reflexões sobre as práticas de educação ambiental em espaços de educação formal, não-formal e informal. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 9-19, 2020. DOI: 10.34024/revbea.2020.v15.10064. Disponível em: https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10064. Acesso em: 21 maio 2026.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). Hepatite A. Brasília: OPAS, 2023.

PATRÍCIA, C.; TERRA, L. F.; BEATRIZ. O Estado e a saúde de populações vulneráveis: revisão integrativa sobre políticas de acesso. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 16, n. 13, p. e6955–e6955, 16 dez. 2024. DOI 10.55905/cuadv16n13-082

PÉREZ-URDIALES, M.; TOJAL RAMOS DOS SANTOS, C. Water expenditure, service quality and inequality in Latin America and the Caribbean. Washington, DC: **Inter-American Development Bank**, 2024. (IDB Working Paper Series, n. 1657). DOI: 10.18235/0013248.

PICCOLI, A. de S.; KLIGERMAN, D. C.; COHEN, S. C. Políticas em saúde, saneamento e educação: trajetória da participação social na saúde coletiva. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 397-410, 2017. DOI: 10.1590/S0104-12902017160043.

PRÜSS-USTÜN, A. *et al.* Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low- and middle-income countries. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 222, n. 5, p. 765–777, jun. 2019. DOI 10.1016/j.ijheh.2019.05.004

RIBEIRO, H. Saúde pública e meio ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. **Saúde e Sociedade**, v. 13, n. 1, p. 70-80, 2004. DOI: 10.1590/S0104-12902004000100008.

RIO GRANDE DO SUL. Centro Estadual de Vigilância em Saúde. Guia de investigação de surto de doença de transmissão hídrica e alimentar (DTHA). Porto Alegre: CEVS, [2021]. Disponível em: https://cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/202110/27110043-guia-de-investigacao-de-surto-dtha.pdf. Acesso em: 14 ago. 2026.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul: esgotamento sanitário. 8. ed. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2024. Disponível em: https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/esgotamento-sanitario. Acesso em: 14 ago. 2026.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Saneamento. Porto Alegre: Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura, [s.d.]. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/saneamento. Acesso em: 14 ago. 2026.

ROCHA, A. Desigualdades territoriais no acesso à água e esgoto nas periferias da Metrópole. **Geografares**, v. 1, n. 34, p. 70-93, 27 jul. 2022. Universidade Federal do Espírito Santo. http://dx.doi.org/10.47456/geo.v1i34.38741.

SANTANA, C.; PASQUALETTO, A. Avaliação de sistemas de drenagem urbana e impactos de inundações na cidade de Goiânia. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.12589547.

SANTOS, A. N. S.; FELIPPE, J. N. de O.; SILVA, K. S.; DEZEM, L. Racismo ambiental, saúde e direitos sociais: causalidades e impactos da degradação ambiental em comunidades vulneráveis no Brasil. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 23, n. 1, p. e8603, 13 jan. 2025.

SILVA JÚNIOR, C. G. da; LIMA, R. G.; VIEIRA, Z. C.; SANTOS, C. M. S. dos. Impactos dos Resíduos Sólidos Lançados na Microdrenagem Urbana: uma abordagem em pontos suscetíveis a alagamentos em Aracaju/se. **Revista Tecnologia**, v. 46, p. 1-12, 3 set. 2025. Fundação Edson Queiroz. http://dx.doi.org/10.5020/23180730.2025.15792.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos serviços de água e esgoto. Brasília: Ministério das Cidades, 2023.

SOBRAL, A.; FREITAS, C. M. de. Modelo de organização de indicadores para operacionalização dos determinantes socioambientais da saúde. **Saúde e Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 35–47, mar. 2010.

TORRES, P. H. C. *et al.* Mapping human vulnerability to climate change in the Brazilian Amazon: the construction of a municipal vulnerability index. **PLOS ONE**, v. 13, n. 3, e0190808, 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0190808.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidelines on sanitation and health. Geneva: World Health Organization, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO); UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF). **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2022: special focus on gender**. New York: UNICEF; Geneva: WHO, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Throwing away our health: the impact of solid waste on human health – evidence, knowledge gaps, and health sector responses**. Geneva: World Health Organization, 2025.

CAPÍTULO 12

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SEMANA ACADÊMICA: UM ESTUDO DE CASO

ASSESSMENT OF SOLID WASTE MANAGEMENT DURING ACADEMIC WEEK: A CASE STUDY

Karina Pinto Carvalho
Graduanda em Gestão Ambiental, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Maraiza Mendes Feijó
Mestranda em Ciências Ambientais (PPCAmb), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil

Lusiane Oliveira Souza
Mestranda em Ciências Ambientais (PPCAmb), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil

Larissa Silva Teixeira
Mestranda em Ciências Ambientais (PPCAmb), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil

Guilherme Gonçalves Wachholz
Graduando em Gestão Ambiental, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Gustavo Ferreira de Castro
Graduando em Gestão Ambiental, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Kethlin Giovanna da Silva Ramos
Graduanda em Gestão Ambiental, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Adrize Medran Rangel
Doutoranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil

Roberta Machado Karsburg
Doutora em Ciências com ênfase em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Docente do curso de Gestão Ambiental, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

Eduarda Medran Rangel
Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1273

Resumo: O gerenciamento adequado de resíduos sólidos em eventos acadêmicos constitui um desafio para as instituições de ensino superior, especialmente quanto à segregação e à destinação dos materiais. Este estudo teve como objetivo analisar o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados durante uma Semana Acadêmica do curso de Gestão Ambiental da Universidade Federal de Pelotas, considerando as práticas de segregação, acondicionamento e destinação, bem como identificar dificuldades e propor ações de educação ambiental. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem quali-quantitativa, caráter descritivo e procedimento de campo. A coleta de dados ocorreu nos dias 10, 11 e 12 de junho de 2026, por meio de observação direta, registros fotográficos, coleta e pesagem dos resíduos e acompanhamento do fluxo de destinação. Foram quantificados 2,18 kg de resíduos, sendo identificada significativa mistura entre materiais recicláveis e resíduos orgânicos, o que comprometeu a qualidade dos recicláveis e impossibilitou sua segregação posterior. Foram observados ainda que os resíduos eram reunidos em um mesmo recipiente após a coleta interna e encaminhados ao serviço público, sem infraestrutura externa de coleta seletiva, resultando na destinação de materiais potencialmente recicláveis ao aterro sanitário. Conclui-se que a redução na geração de descartáveis contribuiu para minimizar o volume de resíduos, porém a sinalização dos coletores mostrou-se insuficiente. Recomenda-se a adoção de ações de educação ambiental ativa e a integração entre a comunidade universitária e o poder público para aprimorar o gerenciamento dos resíduos em eventos acadêmicos.

Palavras-chave: Coleta seletiva. Eventos acadêmicos. Mapeamento de fluxo. Segregação de resíduos.

Abstract: Proper solid waste management at academic events is a challenge for higher education institutions, especially regarding waste segregation and disposal. This study aimed to analyze the management of solid waste generated during an Academic Week of the Environmental Management program at the Federal University of Pelotas, considering waste segregation, storage, and disposal practices, as well as identifying difficulties and proposing environmental education actions. The research is characterized as applied, with a qualitative-quantitative approach, descriptive nature, and field research procedure. Data collection took place on June 10, 11, and 12, 2026, through direct observation, photographic records, waste collection and weighing, and monitoring of the disposal flow. A total of 2.18 kg of waste was quantified, with a significant mixture of recyclable materials and organic waste, which compromised the quality of recyclable materials and prevented their subsequent segregation. It was also observed that the waste was gathered in a single container after internal collection and forwarded to the public waste collection service, without external selective collection infrastructure, resulting in the disposal of potentially recyclable materials in a sanitary landfill. It is concluded that reducing the generation of disposable materials contributed to minimizing the volume of waste; however, the labeling of the collection bins proved insufficient. The adoption of active environmental education actions and greater integration between the university community and public authorities is recommended to improve waste management at academic events.

Keywords: Selective collection. Academic events. Waste flow mapping. Waste segregation.

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento adequado de resíduos sólidos representa um dos maiores desafios ambientais da atualidade, especialmente em países em desenvolvimento, que lidam com acentuadas disparidades sociais, econômicas e estruturais (Mancini *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2024). Em escala global, essa gestão enfrenta obstáculos crescentes para migrar do modelo linear de consumo para uma economia circular efetiva (UNEP, 2024). De acordo com o relatório Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, o país gera anualmente dezenas de milhões de toneladas de resíduos, com taxas de reciclagem que ainda permanecem muito aquém do potencial nacional (Abrema, 2025). Nesse cenário, apenas uma pequena fração de 2,2% dos resíduos sólidos municipais brasileiros foi recuperada entre os anos de 2018 e 2020, enquanto uma parcela significativa permanece sendo destinada a locais inadequados, como os lixões a céu aberto (Mancini *et al.*, 2021). Conforme estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, o gerenciamento adequado desses materiais deve seguir uma hierarquia de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010). Essa dinâmica nacional reflete diretamente no ecossistema das Instituições de Ensino Superior (IES), que atuam como grandes geradoras de resíduos, sobretudo durante a realização de eventos acadêmicos.

No contexto universitário, a geração de resíduos sólidos nas unidades acadêmicas varia diretamente em função do período acadêmico, apresentando oscilações associadas à intensidade das atividades executadas e ao contingente populacional presente (Wijayadi *et al.*, 2025; RIBEIRO *et al.*, 2019). Nesse cenário, a realização de eventos, como a Semana Acadêmica, mobiliza um fluxo altamente concentrado de pessoas em um curto intervalo de tempo, resultando em um pico expressivo na produção de resíduos temporários (Machado, 2024; Wijayadi *et al.*, 2025). Mesmo quando são disponibilizados mecanismos de segregação e sinalização, falhas na utilização e no gerenciamento desses sistemas podem favorecer o descarte incorreto, culminando na contaminação entre a fração orgânica e os materiais recicláveis secos (Krishnan *et al.*, 2026; Trushna *et al.*, 2024). Essa mistura inviabiliza o reaproveitamento de itens recicláveis, sobrecarrega o sistema de coleta e compromete a aplicação prática das diretrizes de sustentabilidade institucionais, evidenciando que a caracterização e a quantificação detalhada desses materiais representam o primeiro passo indispensável para o design de sistemas sustentáveis de gestão (Owojori *et al.*, 2020).

Diante desse contexto, é importante compreender como os resíduos são gerenciados em eventos acadêmicos, especialmente em instituições de ensino superior que possuem como parte de sua formação a discussão sobre questões ambientais. Além do exposto, a relevância do

gerenciamento adequado dos resíduos sólidos ultrapassa a escala dos eventos e das instituições, relacionando aos compromissos globais voltados à promoção do desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, a Agenda 2030, estabelecida pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), reúne os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), entre os quais se destaca o ODS 12, que busca assegurar padrões de consumo e produção responsáveis, incluindo a redução da geração de resíduos e o fortalecimento de práticas de prevenção, redução, reciclagem e reutilização. A temática também se relaciona ao ODS 11, especialmente no que se refere à redução dos impactos ambientais associados à gestão de resíduos, e ao ODS 4, ao considerar o papel das instituições de ensino na promoção de conhecimentos e práticas voltadas ao desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, a análise da gestão dos resíduos em eventos acadêmicos contribui para compreender não apenas as práticas adotadas no ambiente institucional, mas também os desafios existentes para a efetivação de ações ambientalmente responsáveis no cotidiano universitário.

Assim, este estudo teve como objetivo principal analisar o gerenciamento dos resíduos sólidos gerados durante uma Semana Acadêmica da Gestão Ambiental realizada na Universidade Federal de Pelotas, considerando as práticas de segregação, acondicionamento e destinação dos resíduos, bem como identificar as principais dificuldades observadas durante o gerenciamento no decorrer do evento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se, quanto à sua natureza, como aplicada (Gil, 2026), uma vez que está voltada à análise de uma situação concreta relacionada ao gerenciamento de resíduos sólidos em um evento acadêmico. Quanto à abordagem, apresenta caráter quali-quantitativo (Creswell, 2021; Minayo, 2023), considerando a utilização de dados obtidos por meio de observações e registros fotográficos, bem como dados quantitativos referentes ao número de recipientes disponibilizados e à massa dos resíduos gerados. Quanto aos objetivos, a pesquisa é descritiva (GIL, 2026), por buscar descrever as práticas de segregação, acondicionamento e encaminhamento dos resíduos observados durante o evento. Quanto aos procedimentos, caracteriza-se como pesquisa de campo (Gil, 2026), uma vez que os dados foram coletados diretamente no local de realização da Semana Acadêmica.

2.2 Área de Estudo e Delimitação da Pesquisa

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), durante a realização da Semana Acadêmica do curso de Gestão Ambiental Bacharelado, realizada nos dias 10, 11 e 12 de junho de 2026, no município de Pelotas, Rio Grande do Sul. O estudo foi delimitado aos resíduos gerados durante as atividades do evento, considerando as práticas de segregação, acondicionamento e encaminhamento observadas no local.

A semana acadêmica ocorreu em três turnos no período da tarde e em um turno no período da manhã, sendo que todas as etapas contaram com *coffe break*. No momento da inscrição a organização pediu que os participantes levassem seus próprios copos para uso durante os intervalos, contudo a equipe disponibilizou 25 unidades de copos d'água e 20 unidades de copos de isopor para bebidas quentes, atendendo assim participantes e palestrantes. Deste total aproximadamente 15 copos de cada tipo foram utilizados durante todo o evento. Não houve disponibilização de pratos plásticos para distribuição dos alimentos, com o uso restrito a papel toalha e/ou guardanapos. O que manteve os copos como único material descartável gerado nessa etapa. As oficinas ocorreram concomitantemente em 3 salas do curso, das 14h às 17h, sendo o intervalo do café de 30 minutos.

Durante o evento, a participação média alcançou cerca de 80 pessoas por turno no período da tarde. No turno da manhã, o público contou com em torno de 30 pessoas, visto que a programação reuniu apenas apresentações de trabalhos em vez de oficinas. Em relação à infraestrutura de coleta, o prédio do curso dispõe de dois coletores por sala, devidamente identificados para resíduos recicláveis e não recicláveis, além dos espaços de uso comum, como corredores e recepção.

2.3 Metodologia da pesquisa

O procedimento metodológico para a realização deste estudo compreendeu três etapas operacionais: a observação direta das práticas de descarte com registro fotográfico, a coleta e pesagem dos resíduos, e o mapeamento da rota de destinação final. A primeira etapa consistiu no acompanhamento dos resíduos gerados durante a programação da Semana Acadêmica, realizada nos dias 10, 11 e 12 de junho de 2026. Ao término de cada dia de evento, efetuou-se a recolha dos materiais depositados nos coletores do local. Na segunda etapa foi realizada a triagem do material recolhido, momento em que se observou a ocorrência de contaminação nos coletores destinados aos resíduos recicláveis, decorrente da mistura com resíduos orgânicos. Em virtude dessa contaminação, que inviabilizou a separação dos materiais por categoria, procedeu-se a quantificação

gravimétrica global dos resíduos gerados ao longo dos três dias de evento. Para a segregação e gravimetria dos resíduos foram utilizadas luvas de procedimento em nitrilo e uma balança digital de piso com coluna (Super Crown, modelo C1), dotada de célula de carga e visor graduado em quilogramas (kg), disponível no laboratório de Qualidade Ambiental do curso de Gestão Ambiental. A função TARA foi acionada para descontar a massa dos recipientes de amostragem. Os registros fotográficos ao longo do evento foram feitos pelo celular da autora.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Quantificação gravimétrica global e perfil da geração

O acompanhamento das atividades do evento permitiu recolher e medir todos os resíduos sólidos gerados ao longo das atividades. A quantificação gravimétrica global do montante recolhido somou 2,18 kg. Desse total, 1,24 kg (56,9 %) corresponde aos resíduos depositados nos coletores de recicláveis (armazenados em duas sacolas verdes), enquanto 0,94 kg (43,1%) pertencem aos descartes feitos nos coletores orgânicos (armazenados em sacolas pretas). Embora o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil indique que a matéria orgânica compõe cerca de metade dos resíduos gerados no contexto nacional (ABREMA, 2025), o percentual de 43,1% obtido no presente evento reflete apenas o volume bruto destinado a esses coletores, e não a geração real ou a pureza da fração. Isso ocorreu porque a análise visual revelou falhas na segregação na fonte, caracterizadas pelo descarte cruzado entre materiais recicláveis e orgânicos.

3.2 Diagnóstico da segregação na fonte e mistura de frações

Para a etapa de descarte durante o evento, foram disponibilizados coletores diferenciados por cores e identificados por rotulagem para a separação na fonte: o coletor cinza, destinado aos resíduos não recicláveis, e o coletor verde, voltado aos materiais recicláveis (Figura 1). A diferenciação por cores e a sinalização visual são estratégias fundamentais na gestão de resíduos, pois atuam como estímulos visuais que tornam o descarte mais intuitivo e reduzem a carga cognitiva do público no momento da segregação (Bernardo *et al*., 2023; Krishan *et al*., 2025).

Figura 1 - Recipientes disponibilizados pelo evento.



Fonte: Autores, 2026.

A verificação do conteúdo das lixeiras mostrou falhas recorrentes na separação dos resíduos entre os dois tipos de coletores disponibilizados no local. Para assegurar a eficiência da reciclagem, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), documento que regulamenta a estratégia nacional de gestão de resíduos, determina que a separação dos materiais recicláveis deve ocorrer diretamente pelo gerador na origem (Brasil, 2022). Essa exigência busca justamente evitar a contaminação cruzada que inviabiliza a triagem, problema que foi constatado na prática deste estudo pela presença de restos orgânicos e guardanapos misturados a papeis, copos descartáveis e embalagens de papelão, conforme figura 2.

Figura 2 – Sacolas recicláveis com contaminação orgânica: (A) amostra 1; (B) amostra 2**.**



Fonte: Autores, 2026.

Por outro lado, o recipiente de resíduos não recicláveis recebeu uma quantidade expressiva de embalagens plásticas, copos de água, garrafas PET e recipientes de isopor junto aos restos de alimentos (Figura 3). Essa contaminação evidencia a necessidade de intervenções na fonte, visto que, conforme destacam Menea *et al.* (2024) o aprimoramento da segregação da parcela úmida é fundamental para a obtenção de uma fração orgânica de melhor qualidade viabilizando o aproveitamento sustentável.

Figura 3 – Sacolas de resíduos não recicláveis com mistura de recicláveis.



Fonte: Autores, 2026.

Essa inversão nos descartes deixa claro que a oferta de lixeiras sinalizadas não garante a adesão comportamental do público (Soares *et al.*, 2025). A mistura de frações impediu a triagem por tipos de material e justificou a opção pela medição gravimétrica global, já que a matéria reciclável perdeu sua qualidade no próprio momento do descarte.

As falhas observadas na segregação de resíduos indicam que a sinalização passiva nos recipientes não foi capaz de conter hábitos inadequados de descarte, evidenciando que a presença da infraestrutura sem ações paralelas de sensibilização limita a eficiência do sistema de coleta seletiva no evento (Jiang *et al.*, 2021).

3.3 Mapeamento do fluxo e destinação final dos resíduos

Durante o acompanhamento do fluxo operacional pós-evento foi identificado uma problemática na etapa de destinação dos materiais. A despeito do esforço de disponibilização de coletores para a separação na fonte, o estudo identificou que tanto a fração reciclável quanto a fração orgânica, após serem recolhidas no ambiente interno, eram unificadas e depositadas em um mesmo container de resíduo comum situado nas proximidades do local do evento, o qual, inclusive, continha sinalização contra o descarte de resíduos secos (Figura 4). Sem alternativas de destinação segregada pelo serviço municipal, essa infraestrutura acabou impondo a mistura dos materiais e anulando o potencial de valorização dos recicláveis, resultando no envio direto ao aterro sanitário.

Figura 4 – Container de lixo comum utilizado para o acondicionamento final pós-evento.



Fonte: Autores, 2026.

Estudos embasados em Análise de Ciclo de Vida (ACV) demonstram que a separação na fonte e a destinação adequada de orgânicos e recicláveis são essenciais para reduzir drasticamente a emissão de gases de efeito estufa e a escassez de recursos fósseis em comparação ao aterramento direto de resíduos mistos (Liao *et al*., 2023).

Considerando este ciclo de separação na fonte à destinação final, a decisão da comissão organizadora na não geração de resíduos foi um ponto importante a ser destacado. A decisão de restringir a distribuição de itens como pratos descartáveis, garrafas plásticas e copos adicionais foi determinante para conter o volume total de rejeitos produzidos. Essa medida está alinhada diretamente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 (Consumo e Produção Responsáveis) da Agenda 2030 da ONU, que preconiza a redução substancial da geração de resíduos por meio da prevenção e da conscientização (ONU, 2015). Conforme apontam Martins e Ribeiro (2021), o combate ao consumo desenfreado de descartáveis em eventos é uma prática urgente para conter a pegada ambiental e mitigar os impactos socioambientais da gestão de resíduos sólidos. Diante disto, é evidente a importância da integração entre o planejamento preventivo da comissão organizadora do evento e a gestão prática de resíduos.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que a prevenção da geração de resíduos em atividades acadêmicas é uma estratégia viável, de baixo custo e totalmente alinhada às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 11 e 12) da Agenda 2030. A priorização do uso de recipientes reutilizáveis e a decisão da comissão organizadora de restringir a distribuição de pratos e garrafas descartáveis atenderam ao princípio da redução na fonte, contendo significativamente o volume total de rejeitos gerados durante a Semana Acadêmica.

Contudo, as falhas pontuais identificadas no processo de segregação e consequente contaminação dos materiais revelam que a oferta exclusiva de sinalização passiva é insuficiente. Para minimizar tais dificuldades em eventos futuros, propõe-se a adoção de estratégias de educação ambiental de caráter ativo e sensibilizador, tais como: a atuação de monitores ambientais orientando o descarte correto nos pontos de café, a realização de avisos verbais curtos pelos palestrantes no início/fim das sessões e o envio de orientações práticas no material digital de confirmação de inscrição.

Adicionalmente, o mapeamento do fluxo pós-evento destacou uma limitação estrutural externa: a ausência de infraestrutura de coleta seletiva municipal no entorno acadêmico inviabilizou a destinação adequada dos recicláveis, resultando no encaminhamento de materiais valorizáveis ao

aterro sanitário. O estudo conclui, portanto, que a consolidação da responsabilidade compartilhada exige não apenas o engajamento comportamental da comunidade universitária, mas também a integração e o investimento contínuo do poder público na gestão e logística de resíduos urbanos.

Agradecimentos e Financiamento

Agradecemos ao Grupo de Estudos e Soluções Ambientais - GESA da Universidade Federal de Pelotas, ao PPG em Ciências Ambientais e ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, PREC-UFPel pela bolsa de extensão concedida.

REFERÊNCIAS

ABREMA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2025**. São Paulo: ABREMA, 2025. Disponível em: https://www.abrema.org.br/panorama/. Acesso em: 15 ago. 2026.

BERNARDO, M. *et al.* Management of Household Plastic Waste in Wollongong, Australia: The Role of Selective Waste Collection Systems. **Sustainability**, v. 15, n. 2, 1726, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/su15021726.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 15 ago. 2026.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021. Disponível em: https://books.google.com/books/about/Projeto_de_pesquisa_2_ed.html?id=URclEAAAQBA. Acesso em: 17 ago. 2026.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2026. Disponível em: https://www.grupogen.com.br/e-book-como-elaborar-projetos-de-pesquisa-antonio-carlos-gil-editora-atlas-9786559777877. Acesso em: 17 ago. 2026.

JIANG, Q. *et al.* Perceptive preference toward recycling bin designs: Influential design item depending on waste type, the impact of past perception experiences on design preference, and the effect of color design on waste separation. **Waste Management**, v. 127, p. 130-140, maio 2021. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.04.037

KRISHNAN, K. *et al.* Standardizing waste classification in low and middle income countries: addressing terminology gaps to improve urban segregation behavior. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 23, art. 185, 2026. DOI: https://doi.org/10.1007/s13762-025-06994-1.

LIAO, N. *et al.* Life cycle assessment of waste management in rural areas in the transition period from mixed collection to source-separation. **Waste Management**, v. 158, p. 57-65, mar. 2023. DOI: 10.1016/j.wasman.2023.01.008.

MACHADO, J. E. IMPACTO DA GESTÃO DE EVENTOS ACADÉMICOS SUSTENTÁVEIS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS. ALBA - ISFIC Research and Science Journal, [S. l.], v. 1, n. 3, p. 207-213, 2024. Disponível em: http://www.alba.ac.mz/index.php/alba/article/view/130. Acesso em: 19 ago. 2026.

MANCINI, S. D. *et al.* Circular Economy and Solid Waste Management: Challenges and Opportunities in Brazil. **Circular Economy and Sustainability**, Cham, v. 1, p. 261–282, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s43615-021-00031-2.

MANEA, E. E. *et al.* Composting as a Sustainable Solution for Organic Solid Waste Management: Current Practices and Potential Improvements. **Sustainability,** [S. l.], v. 16, n. 15, p. 6329, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/su16156329.

MARTINS, J. D. D.; RIBEIRO, M. F. O consumismo como fator preponderante para o aumento da geração de resíduos sólidos e os impactos ambientais e na saúde pública. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 12, n. 1, p. 123-152, jan./abr. 2021. DOI: 10.7213/rev.dir.econ.soc.v12i1.27478.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2023. Disponível em: https://lojahucitec.com.br/produto/o-desafio-do-conhecimento-pesquisa-qualitativa-em-saude-15a-edicao-2025-minayo/. Acesso em: 17 ago. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Brasília, [s.d.]. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 17 ago. 2026.

OWOJORI, O. *et al.* Caracterização, Recuperação e Reciclagem Potencial de Resíduos Sólidos em uma Universidade de Economia em Desenvolvimento. **Sustainability**, v. 12, n. 12, p. 5111, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12125111.

RIBEIRO, E. N. *et al.* Diagnóstico ambiental de um campus universitário como estratégia para proposta de práticas sustentáveis. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, [S. l.], v. 11, e20190029, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20190029.

SOARES, T. M. *et al.* Analysis of institutional aspects, efficiency, and costs of urban solid waste selective collection in the municipality of Colombo, PR, Brazil. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, 2025. DOI: https://doi.org/10.23900/2359-1552v14n2-62-2025.

TRUSHNA, T. *et al.* **Interventions to promote household waste segregation: A systematic review**. Heliyon, v. 10, n. 2, e24332, 30 jan. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24332.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Global Waste Management Outlook 2024**: Beyond an age of waste: turning rubbish into a resource. Nairobi: UNEP, 2024.

Disponível em: https://www.unep.org/resources/global-waste-management-outlook-2024. Acesso em: 19 ago. 2026.

WIJAYADI, I. *et al*. Descriptive Study of Waste Generation and Management in the Joint Lecture Building State University of Malang. **Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus**, v. 11, n. 4, 2025. DOI: https://doi.org/10.36987/jpbn.v11i4.7108.

ZHANG, Z. *et al*. Municipal solid waste management challenges in developing regions: A comprehensive review and future perspectives for Asia and Africa. **Science of The Total Environment**, v. 930, 172794, 20 jun. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172794.

CAPÍTULO 13

LEI DO BABAÇU LIVRE: CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE E VALORIZAÇÃO DOS SABERES TRADICIONAIS

FREE BABASSU LAW: PATHS TO SUSTAINABILITY AND THE APPRECIATION OF TRADITIONAL KNOWLEDGE

Katiane Alencar Falcão
Graduada em Ciências Biológicas – Licenciatura, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Especialista em Sustentabilidade, Universidade Estadual do Maranhão (UEMANET), Coordenadora Escolar na Rede Municipal de Ensino em São João do Sotér-MA, Brasil

Alyne Freire de Melo
Licenciada em Ciências Biológicas e Pedagogia. Especialista em Metodologia do Ensino de Biologia. Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí, Docente do Centro de Estudos Superiores de Coelho Neto (CESCN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Coelho Neto - MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1274



Resumo: O presente trabalho analisa a efetividade da "Lei do Babaçu Livre", nos estados do Maranhão, Tocantins, Pará e Piauí. O objetivo é compreender em que medida a lei tem assegurado o acesso irrestrito aos babaçuais e promovido a valorização dos saberes tradicionais dessas comunidades, que dependem diretamente do extrativismo para sua sobrevivência econômica, social e cultural. A pesquisa é uma revisão integrativa, fundamentada em livros, artigos científicos, teses, legislações e documentos oficiais, organizando os achados em torno de três eixos principais: avanços, entraves e perspectivas. Os resultados evidenciam conquistas relevantes, como o reconhecimento jurídico do direito de acesso, a redução de conflitos fundiários, a preservação ambiental e o fortalecimento organizativo das quebradeiras por meio do Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu (MIQCB). A institucionalização da lei em diversos municípios contribuiu para ampliar a visibilidade social do movimento e consolidar a identidade coletiva das quebradeiras, que passaram a ser reconhecidas como protagonistas na luta por justiça social e ambiental. Contudo, persistem obstáculos que limitam a plena efetividade da legislação. Entre eles, destacam-se a resistência de proprietários rurais em permitir o acesso aos babaçuais, a ausência de políticas públicas complementares voltadas ao fortalecimento da cadeia produtiva do babaçu, a fragilidade da fiscalização estatal e o desconhecimento da lei por parte de agentes públicos e das próprias comunidades. Tais entraves revelam que a existência formal da lei não garante, por si só, sua materialização na realidade social, sendo necessário um conjunto de ações articuladas entre Estado, sociedade civil e movimentos sociais. Conclui-se que a efetividade da Lei do Babaçu Livre depende da integração com políticas estruturantes de desenvolvimento sustentável, capazes de articular justiça social, preservação ambiental e valorização cultural.

Palavras-chave: Babaçu. Quebradeiras de coco. Sustentabilidade. Políticas públicas.

Abstract: This paper analyzes the effectiveness of the "Free Babaçu Law" in the states of Maranhão, Tocantins, Pará, and Piauí. The objective is to understand to what extent the law has ensured unrestricted access to the babaçu groves and promoted the appreciation of the traditional knowledge of these communities, which depend directly on extractivism for their economic, social, and cultural survival. The research is an integrative review, based on books, scientific articles, theses, legislation, and official documents, organizing the findings around three main axes: advances, obstacles, and perspectives. The results highlight significant achievements, such as the legal recognition of the right of access, the reduction of land conflicts, environmental preservation, and the organizational strengthening of the breakers through the Inter-State Movement of Babaçu Coconut Breakers (MIQCB). The institutionalization of the law in various municipalities has contributed to increasing the social visibility of the movement and consolid to give the collective identity to the quebradeiras, who came to be recognized as protagonists in the fight for social and environmental justice. However, obstacles persist that limit the full effectiveness of the legislation. Among them, the resistance of landowners to allow access to the babaçu groves, the absence of complementary public policies aimed at strengthening the babaçu production chain, the weakness of state oversight, and the lack of knowledge of the law by public agents and the communities themselves stand out. These obstacles reveal that the formal existence of the law does not, by itself, guarantee its materialization in social reality, making a set of coordinated actions between the State, civil society, and social movements necessary. It is concluded that the effectiveness of the Free Babaçu Law depends on integration with structuring policies for sustainable development, capable of articulating social justice, environmental preservation, and cultural appreciation.

Keywords: Babaçu. Coconut breakers. Sustainability. Public policies.

1 INTRODUÇÃO

A Lei do Babaçu Livre constitui-se em um tema de grande relevância para o debate contemporâneo sobre direitos sociais, ambientais e culturais no Brasil. Essa legislação, elaborada em resposta às lutas históricas das quebradeiras de coco babaçu, busca assegurar o acesso livre aos babaçuais, independentemente da propriedade privada, garantindo a continuidade de uma atividade extrativista fundamental para a sobrevivência de inúmeras famílias e para a preservação de práticas tradicionais de comunidades rurais (Almeida, 2009). Nesse sentido, a lei representa um marco de resistência frente a conflitos históricos envolvendo o uso da terra e o direito de acesso aos recursos naturais.

Ainda de acordo com Almeida (2009), as quebradeiras de coco babaçu representam um dos movimentos mais expressivos do extrativismo no Brasil, cuja luta pelo acesso livre aos babaçuais resultou em conquistas jurídicas pioneiras no campo socioambiental. Do ponto de vista jurídico, a Lei do Babaçu Livre busca assegurar o acesso comunitário aos recursos naturais em propriedades privadas, configurando-se como um avanço na perspectiva dos direitos difusos e coletivos. Como destaca Silva (2015), a legislação sobre o babaçu inaugura uma forma inovadora de conciliar o direito de propriedade com os direitos fundamentais ao trabalho, à cultura e ao meio ambiente.

No entanto, apesar do marco legal, a literatura analisada aponta que a efetividade normativa encontra entraves relacionados à fiscalização precária, à resistência de proprietários rurais e à ausência de políticas complementares (Farias; Moura, 2020). Estudos recentes também reforçam a importância do babaçu na sustentabilidade socioambiental. De acordo com Figueiredo e Carvalho (2021), o extrativismo do babaçu desempenha papel central não apenas na renda das famílias, mas também na conservação dos ecossistemas de babaçuais, os quais estão ameaçados pela expansão agropecuária.

Outro aspecto recorrente na literatura consultada, é a relação entre gênero, extrativismo e justiça ambiental. As quebradeiras de coco são, em sua maioria, mulheres que combinam trabalho doméstico e produtivo, enfrentando condições precárias de renda e exclusão social o reconhecimento legal do direito de acesso ao babaçu representa também um avanço na luta pela autonomia econômica das mulheres rurais (MENESES,2017).

No campo do "Desenvolvimento Sustentável", autores como Sachs (2002) e Veiga (2010) oferecem bases para pensar a articulação entre proteção ambiental, inclusão social e respeito às culturas locais. A Lei do Babaçu Livre se aproxima dessa concepção, uma vez que promove o uso sustentável do recurso e assegura a sobrevivência de comunidades tradicionais. Entretanto, sem

mecanismos efetivos de governança ambiental, o risco de que a legislação se torne apenas um marco simbólico permanece elevado.

Além disso, o referencial sobre direitos coletivos e gestão de recursos comuns, com destaque para Elinor Ostrom (1990), fornece ferramentas analíticas relevantes. Ostrom demonstrou que comunidades locais podem gerir de forma sustentável os recursos naturais quando contam com normas claras, participação efetiva e mecanismos de monitoramento.

Entre o Norte e o Nordeste brasileiro, especificamente nos Estados do Tocantins, Pará, Maranhão e Piauí, vivem aproximadamente 300 mil mulheres trabalhadoras rurais que têm como prática de subsistência o extrativismo do coco babaçu (FIOCRUZ, 2022).

A palmeira de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) nasce em zonas de transição entre a floresta da Amazônia, o cerrado do Planalto Central e as terras semiáridas do Nordeste, de modo que os babaçuais não se limitam às fronteiras políticas instituídas, que conhecemos como os Estados do Norte e Nordeste do Brasil (May, 1990 *apud* Silva Neto, 2019) O fruto tem grande importância econômica para o Brasil, pois dele deriva muitos insumos como farinha, óleo e carvão, capazes de produzir cosméticos, alimentos e até biodiesel, tornando-o um dos principais produtos de extração vegetal no país (Porro; Porro, 2022). Com tanta utilidade, o babaçu e seus derivados passaram por um processo de industrialização, sendo que as práticas extrativistas das quebradeiras de coco babaçu tiveram um papel importante neste contexto, porém era invisível aos olhos do Estado, que tinha como foco o desenvolvimento comercial e industrial (Barbosa, 2015). Ressalta-se que o cerne da questão não é a invisibilidade das quebradeiras de coco babaçu, mas a concentração de renda decorrente da industrialização, que priva dessa comunidade seu meio de subsistência.

No início da década de 1970, a instituição da "Lei Sarney de Terras" facilitou a posse de terras por fazendeiros e empresas agropecuárias, que se apropriaram de áreas com babaçuais, forçando a retirada das quebradeiras desses territórios (Monteiro, 2015a). Esse contexto motivou a organização interestadual das quebradeiras, culminando na criação da Associação em Área de Assentamento no Maranhão (ASSEMA) e, posteriormente, no Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu (MIQCB) (Cordeiro, 2008).

O MIQCB, criado em 1995, foi fundamental para consolidar a luta das quebradeiras em nível interestadual. A articulação entre Maranhão, Tocantins, Pará e Piauí permitiu que o movimento ganhasse força política e visibilidade nacional. Essa organização coletiva foi decisiva para que a Lei do Babaçu Livre fosse discutida e aprovada em diferentes municípios, transformando reivindicações locais em conquistas institucionais (Cordeiro, 2008).

Nesse sentido o MIQCB desempenhou papel estratégico na mobilização social e política que resultou na aprovação da referida Lei. Por meio de seminários, encontros e articulações com parlamentares, o movimento conseguiu transformar a pauta das quebradeiras em política pública. Além disso, o MIQCB promoveu campanhas de conscientização sobre a importância do babaçu para a economia local e para a preservação ambiental, fortalecendo o protagonismo das mulheres (Cordeiro, 2008).

Com base nisso a escolha deste tema justifica-se pela relevância social, econômica e cultural que o babaçu possui para diversas comunidades no interior do país, em especial no Maranhão, onde as quebradeiras de coco constituem um movimento social organizado de grande expressão. A análise da efetividade da Lei do Babaçu Livre permite refletir sobre a relação entre legislação e realidade social, problematizando até que ponto os direitos formalmente reconhecidos pelo Estado conseguem se materializar na vida cotidiana dos sujeitos que deles dependem.

Discutir os desafios e perspectivas dessa legislação é também debater sobre inclusão social, justiça ambiental e valorização dos saberes tradicionais no Brasil contemporâneo. Inserido no campo dos estudos sobre meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas voltadas às populações tradicionais. Assim o presente trabalho tem como objetivo compreender de que forma a Lei do Babaçu Livre tem sido aplicada na prática, identificando os principais obstáculos que dificultam sua execução e apontando possibilidades de fortalecimento de sua eficácia em benefício das comunidades extrativistas.

1.1 ODS relacionados à lei do babaçu livre

A Lei do Babaçu Livre dialoga diretamente com diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU, pois envolve dimensões sociais, ambientais, econômicas e culturais. Em primeiro lugar, relaciona-se ao ODS 1 – Erradicação da Pobreza, ao garantir às quebradeiras de coco acesso a recursos naturais essenciais para a subsistência, contribuindo para reduzir a pobreza rural e fortalecer a proteção social e econômica dessas comunidades. Além disso, conecta-se ao ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, uma vez que o babaçu fornece alimentos e insumos para comunidades tradicionais, promovendo práticas agrícolas sustentáveis e garantindo segurança alimentar local.

Outro aspecto fundamental é a relação com o ODS 5 – Igualdade de Gênero, que busca alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres. O movimento das quebradeiras de coco é protagonizado por mulheres rurais, e a lei reconhece e valoriza o papel feminino na economia extrativista e na preservação cultural, promovendo empoderamento e participação

política. A legislação também se articula com o ODS 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico, já que o extrativismo do babaçu gera ocupação e renda sem destruir o meio ambiente, contribuindo para cadeias produtivas sustentáveis.

A Lei do Babaçu Livre também dialoga com o ODS 10 – Redução das Desigualdades, pois fortalece os direitos de populações tradicionais frente ao poder econômico de grandes proprietários. Além disso, relaciona-se ao ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis, uma vez que o babaçu é matéria-prima para produtos sustentáveis e o extrativismo tradicional promove uso racional dos recursos naturais. O ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima também é contemplado, já que o extrativismo do babaçu contribui para a manutenção de áreas verdes e redução do desmatamento, além de favorecer o uso de biocombustíveis menos poluentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Optou-se por uma metodologia composta por uma Revisão Integrativa da literatura, que consiste em reunir, analisar e sintetizar diferentes perspectivas teóricas e empíricas sobre um tema, possibilitando uma visão ampla e crítica dos avanços, entraves e perspectivas da legislação estudada. De acordo com Souza, Silva e Carvalho (2010), a revisão integrativa é um método que permite a construção de análises abrangentes, articulando resultados de pesquisas distintas e identificando lacunas de conhecimento. Botelho, Cunha e Macedo (2011) reforçam que esse tipo de abordagem é especialmente útil em áreas interdisciplinares, como a sustentabilidade, por possibilitar a integração de dimensões sociais, ambientais, jurídicas e culturais.

Foram utilizadas obras de referência como, artigos científicos, teses, dissertações, legislações, relatórios técnicos e documentos oficiais de órgãos públicos, além de materiais institucionais produzidos por organizações e movimentos sociais relacionados ao extrativismo do babaçu e a Lei do babaçu Livre. A seleção das fontes priorizou publicações dos últimos vinte anos, sem desconsiderar obras clássicas de relevância histórica, como May (1990), Almeida (2009) e Barbosa (2015).

A busca bibliográfica foi realizada em bases acadêmicas e institucionais, como *SciELO* e *Google* Acadêmico utilizando palavras-chave relacionadas ao tema central: babaçu, Lei do Babaçu Livre, quebradeiras de coco, extrativismo, acesso aos recursos naturais, políticas públicas e sustentabilidade. Foram incluídos estudos que abordassem diretamente a implementação, os resultados e os desafios da Lei do Babaçu Livre nos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Pará. Foram excluídos trabalhos que tratassem do babaçu apenas em aspectos técnicos (botânicos ou industriais), sem relação com a legislação ou com as comunidades extrativistas.

O *corpus* documental foi submetido à leitura sistemática e análise temática de conteúdo, conforme Bardin (2011). As evidências foram categorizadas em três eixos principais: avanços, entraves e perspectivas. Por tratar-se de uma investigação exclusivamente bibliográfica, não foram realizadas coletas empíricas de dados por meio de entrevistas, observação direta ou trabalho de campo. Essa delimitação metodológica restringe a possibilidade de generalização empírica dos resultados, mas não compromete a relevância teórica e analítica da pesquisa (Gil, 2008; Minayo, 2001).

Quadro 1 – Síntese da metodologia integrativa utilizada na pesquisa.

Etapas da revisão integrative	**Procedimentos adotados**	**Autores/Referências metodológicas**
Definição da questão norteadora	Em que medida a Lei do Babaçu Livre tem sido efetiva na garantia do acesso das quebradeiras de coco aos babaçuais e na valorização de seus saberes tradicionais?"	Ganong (1987); Souza; Silva; Carvalho (2010)
Justificativa da escolha metodológica	A revisão integrativa foi escolhida por permitir reunir e sintetizar diferentes perspectivas teóricas e empíricas, articulando dimensões sociais, ambientais, jurídicas e culturais.	Botelho; Cunha; Macedo (2011); Minayo (2001); Gil (2008)
Critérios de inclusão	Estudos publicados entre 2000 e 2025; em português e inglês; disponíveis; que abordassem diretamente a Lei do Babaçu Livre ou o extrativismo do babaçu nos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Pará.	Souza; Silva; Carvalho (2010); Bardin (2011)
Bases de dados consultadas	SciELO, Google Acadêmico, repositórios institucionais (UFMA, UFPA, UEMA), relatórios técnicos da Fiocruz e documentos oficiais de movimentos sociais (MIQCB, ASSEMA).	Bardin (2011); Farias; Moura (2020)
Descritores utilizados	babaçu, Lei do Babaçu Livre, quebradeiras de coco, extrativismo, acesso aos recursos naturais, políticas públicas, sustentabilidade, ODS.	Sachs (2002); Veiga (2010)
Organização dos estudos	Sistematização em planilha Excel, categorizando por ano, autores, objetivos, metodologia e principais resultados.	Bardin (2011); Gil (2008)
Análise dos dados	Aplicação da análise temática de conteúdo, agrupando	Bardin (2011); Minayo (2001)

	evidências em três eixos principais: avanços, entraves e perspectivas.	
Categorias de análise	**Avanços**: reconhecimento jurídico, preservação ambiental, fortalecimento organizativo. **Entraves**: resistência de proprietários, ausência de políticas complementares, fiscalização precária. **Perspectivas**: integração com políticas estruturantes, fortalecimento da cadeia produtiva, articulação com ODS.	Barbosa (2015); Monteiro (2015a); Cordeiro (2008); Porro; Porro (2022); Figueiredo; Carvalho (2021)
Limitações da pesquisa	Exclusivamente bibliográfica, sem coleta empírica (entrevistas, observação direta ou trabalho de campo). Limita a generalização, mas garante relevância teórica e analítica.	Gil (2008); Minayo (2001)

Fonte: Autores, 2026.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

pelo uso sustentável dos recursos naturais, sem a derrubada das palmeiras e com o aproveitamento integral do fruto, favorecendo a conservação da biodiversidade em áreas de transição entre os biomas Amazônia, Cerrado e Semiárido (May, 1990 *apud* Silva Neto, 2019).

No âmbito socioeconômico, os resultados apontam que a presente Lei, possibilitou maior estabilidade à atividade extrativista, contribuindo para a geração de renda e a segurança alimentar das famílias envolvidas. O babaçu permanece como importante fonte de insumos para alimentação, produção de óleo, carvão e cosméticos, reforçando o papel das quebradeiras na economia local e regional (FIOCRUZ, 2022). Contudo, a ausência de políticas públicas complementares, como apoio à comercialização, A análise bibliográfica realizada permite identificar que a Lei do Babaçu Livre produziu resultados relevantes no campo do reconhecimento jurídico, político, socioeconômico, ambiental e simbólico das quebradeiras de coco babaçu, especialmente nos estados do Maranhão, Tocantins Piauí e Pará. Os achados evidenciam avanços significativos no direito de acesso aos babaçuais, na ampliação da visibilidade social do movimento e na inserção da temática nas agendas públicas voltadas à sustentabilidade e aos direitos das populações tradicionais (Quadro 2).

Quadro 2 – Resultados da revisão integrativa sobre a Lei do Babaçu Livre.

Categoria	Principais achados	Autores/Fontes
Avanços	Reconhecimento jurídico do direito de acesso aos babaçuais. Redução de conflitos fundiários em municípios que regulamentaram a lei. Fortalecimento organizativo das quebradeiras por meio do MIQCB. Preservação ambiental e conservação da biodiversidade. Valorização cultural e identidade coletiva das quebradeiras.	Barbosa (2015); Monteiro (2015a); Cordeiro (2008); Porro; Porro (2022); Almeida (2009)
Entraves	Resistência de proprietários rurais em permitir o acesso. Ausência de políticas públicas complementares (crédito, assistência técnica, comercialização). Fragilidade da fiscalização estatal. Desconhecimento da lei por agentes públicos e comunidades.	Farias; Moura (2020); Santos; Rodrigues (2018); Monteiro (2015a); Barbosa (2015)
Perspectivas	Integração da lei com políticas estruturantes de desenvolvimento sustentável. Fortalecimento da cadeia produtiva do babaçu com apoio técnico e creditício. Inclusão das quebradeiras em programas de comercialização e agregação de valor. Articulação da lei com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).	Sachs (2002); Veiga (2010); Ostrom (1990); Figueiredo; Carvalho (2021)

Fonte: Autores, 2026.

Um dos principais resultados observados refere-se ao fortalecimento organizativo das quebradeiras de coco babaçu por meio do Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu (MIQCB).

Institucionalizado em 1995, o MIQCB consolidou-se como fator político fundamental na articulação das demandas das comunidades extrativistas, atuando na defesa da Lei do Babaçu Livre e na promoção de ações voltadas à valorização dos saberes tradicionais (Cordeiro, 2008; Porro; Porro, 2022).

Além disso, o movimento exerce papel estratégico na formação política das mulheres quebradeiras, ampliando sua capacidade de incidência nos espaços institucionais, aspecto que dialoga diretamente com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 5, voltado à igualdade de gênero e ao empoderamento das mulheres.

No estado do Maranhão, a institucionalização da Lei do Babaçu Livre resultou em maior reconhecimento legal do direito das quebradeiras de acessar os babaçuais, inclusive em áreas privadas. Em municípios onde a legislação local foi regulamentada, observou-se a redução de conflitos diretos entre quebradeiras e proprietários rurais, ainda que tais conflitos não tenham sido totalmente eliminados (Barbosa, 2015; Monteiro, 2015a). Esses resultados demonstram que a lei possui potencial pacificador, embora sua efetividade esteja condicionada à fiscalização adequada, à mediação contínua dos conflitos fundiários e ao comprometimento do poder público.

Na dimensão ambiental, os resultados indicam que a Lei do Babaçu Livre contribui de forma significativa para a preservação dos babaçuais, ao assegurar a continuidade da prática extrativista tradicional. Essa prática caracteriza-se assistência técnica e agregação de valor aos produtos, limita o alcance desses benefícios, revelando fragilidades na promoção do ODS 8, relacionado ao trabalho decente e ao crescimento econômico inclusivo.

No campo cultural, observa-se que a Lei do Babaçu Livre contribuiu para o reconhecimento do extrativismo do babaçu como patrimônio cultural e material, fortalecendo a identidade coletiva das quebradeiras de coco. A valorização dos saberes tradicionais, transmitidos intergeracionalmente, configura-se como elemento central da resistência dessas mulheres frente aos processos históricos de expropriação territorial e concentração fundiária (Barbosa, 2015; Cordeiro, 2008).

Apesar dos avanços alcançados, os resultados revelam entraves persistentes à efetividade da legislação. A resistência de proprietários rurais, a fragilidade da fiscalização estatal e o desconhecimento da lei por parte de agentes públicos e das próprias comunidades comprometem sua aplicação plena. Conforme destaca Monteiro (2015a), a existência formal da lei não garante,

por si só, sua materialização na realidade social, sendo necessário um conjunto de ações articuladas entre Estado, sociedade civil e movimentos sociais.

Dessa forma, a efetividade da Lei do Babaçu Livre deve ser compreendida como um processo em constante construção, marcado por avanços e contradições. A sustentabilidade dos babaçuais depende não apenas do acesso físico ao recurso, mas também de condições políticas, econômicas e sociais que garantam a reprodução social das comunidades extrativistas (May, 1990 apud Silva Neto, 2019). Nesse sentido, a integração da legislação a políticas públicas estruturantes e alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), mostra-se fundamental.

Em síntese, os resultados demonstram que a Lei do Babaçu Livre constitui um importante conquista das quebradeiras de coco babaçu e do MIQCB, ao promover justiça social, preservação ambiental e valorização dos saberes tradicionais. No entanto, sua consolidação exige fortalecimento institucional, ampliação da participação social e maior articulação com políticas públicas de desenvolvimento sustentável.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada demonstra que a Lei do Babaçu Livre constitui um marco jurídico e social de grande relevância para as comunidades extrativistas, ao garantir direitos fundamentais de acesso aos recursos naturais e valorizar práticas culturais tradicionais. Os resultados evidenciam que, embora a legislação tenha promovido avanços significativos no campo jurídico, ambiental, socioeconômico e cultural, sua efetividade prática ainda enfrenta entraves estruturais.

Entre os principais avanços, destacam-se o reconhecimento legal do direito das quebradeiras de coco babaçu de acessar os babaçuais, a redução de conflitos fundiários em municípios que regulamentaram a lei, a preservação ambiental decorrente da prática extrativista sustentável e o fortalecimento organizativo das mulheres por meio do Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu (MIQCB). Esses elementos revelam que a lei não se limita a um dispositivo normativo, mas representa também uma conquista simbólica e política, capaz de ampliar a visibilidade social das quebradeiras e consolidar sua identidade coletiva.

No entanto, os entraves persistem e comprometem a plena materialização dos direitos assegurados. A resistência de proprietários rurais, a ausência de políticas públicas complementares, a fragilidade da fiscalização e o desconhecimento da lei por parte de agentes públicos e das próprias comunidades revelam que a legislação, por si só, não é suficiente para transformar a realidade social. É necessário que o Estado, em articulação com movimentos sociais e sociedade civil, desenvolva

políticas estruturantes que integrem a Lei do Babaçu Livre a programas de apoio ao extrativismo, linhas de crédito, assistência técnica, políticas de comercialização e valorização dos produtos derivados do babaçu.

Além disso, a efetividade da lei deve ser compreendida em diálogo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU. A legislação contribui diretamente para metas relacionadas à erradicação da pobreza, igualdade de gênero, trabalho decente, redução das desigualdades, consumo e produção responsáveis, ação contra a mudança climática e proteção da vida terrestre. Nesse sentido, a Lei do Babaçu Livre pode ser considerada um exemplo concreto de como legislações locais dialogam com metas globais, fortalecendo comunidades tradicionais e promovendo equilíbrio entre economia, sociedade e meio ambiente.

Outro aspecto relevante é a dimensão de gênero. O protagonismo das mulheres quebradeiras de coco babaçu revela que a lei não apenas assegura o acesso a recursos naturais, mas também promove a autonomia econômica e política dessas trabalhadoras rurais. A valorização dos saberes tradicionais transmitidos intergeracionalmente fortalece a identidade cultural e contribui para a justiça social e ambiental.

Portanto, conclui-se que a consolidação da Lei do Babaçu Livre exige maior articulação institucional, fortalecimento da participação social e integração com políticas públicas de desenvolvimento sustentável. Somente por meio dessa articulação será possível transformar a lei em instrumento efetivo de justiça social, sustentabilidade ambiental e valorização cultural, garantindo às quebradeiras de coco babaçu condições dignas de vida e trabalho, além da preservação dos babaçuais como patrimônio coletivo e ambiental.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. W. B. de. **Terras tradicionalmente ocupadas**. Manaus: PPGSCA-UFAM, 2009.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BARBOSA, M. do S. **Quebradeiras de coco babaçu: resistência e identidade**. São Luís: EDUFMA, 2015.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. **O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais**. Gestão & Sociedade, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

CORDEIRO, M. das D. **Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu: trajetória e conquistas**. São Luís: MIQCB, 2008.

FARIAS, J.; MOURA, A. Políticas públicas e extrativismo do babaçu: desafios da Lei do Babaçu Livre. **Revista de Estudos Sociais**, Cuiabá, v. 22, n. 2, p. 55-72, 2020.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. **Relatório técnico sobre populações tradicionais e extrativismo**. Brasília: Fiocruz, 2022.

FIGUEIREDO, J.; CARVALHO, M. **Sustentabilidade socioambiental e extrativismo do babaçu. Revista Brasileira de Desenvolvimento Sustentável**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 45-63, 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MAY, P. H. **Palmeiras em áreas de transição: o caso do babaçu**. Brasília: EMBRAPA, 1990.

MENESES, M. A. Mulheres e justiça ambiental: o protagonismo das quebradeiras de coco. **Revista Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 205-220, 2017.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 2001.

MONTEIRO, J. **Conflitos fundiários e extrativismo no Maranhão**. São Luís: EDUFMA, 2015a.

PORRO, R.; PORRO, N. **Extrativismo e sustentabilidade: o caso do babaçu.** Belém: UFPA, 2022.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SANTOS, P.; RODRIGUES, C. Políticas socioambientais e extrativismo no Brasil. **Revista de Políticas Públicas**, São Luís, v. 12, n. 1, p. 85-102, 2018.

SILVA, J. **Direito ambiental e propriedade privada**. São Paulo: Atlas, 2015.

SILVA NETO, J. **Babaçuais e conflitos socioambientais**. São Luís: EDUFMA, 2019.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Einstein, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

VEIGA, J. E. da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

OSTROM, E. **Governing the commons: the evolution of institutions for collective action.** Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

CAPÍTULO 14

JABOTICABA, TEU OLHAR NOTURNO: A IDENTIDADE ÉTNICO-RACIAL DO FENÓTIPO EM UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO NO CEARÁ

JABOTICABA, YOUR NIGHT-DARK GAZE: THE ETHNIC-RACIAL IDENTITY OF PHENOTYPE IN A HIGH SCHOOL IN CEARÁ

Irene Suelen de Araújo Gomes
Doutora em desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina-PI, Brasil

Cristina Arimatea de Araújo
Professora de quimíca pela Secretaria de Educação do estado do Ceará, Brasil

Jéssica Maria Fontenele Pereira
Estudante de Graduação em Biomedicina, UNINTA, Centro Universitário Inta - Campus Sobral, Ceará, Brasil

Francisca Mikeline Nascimento da Silva
Estudante da Escola Estadual de Tempo Integral São José, Granja, Ceará, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1275



Resumo: Todos têm o direito de conhecer suas habilidades, afinidades e identidade racial. A escola, como instituição que promove o encontro da diversidade e socializa as culturas e indivíduos, se torna o ambiente favorável a contribuir no processo de autoidentificação racial. Nesse sentido, o projeto objetiva sensibilizar o processo de autoidentificação racial a partir da percepção dos adolescentes matriculados na rede pública de educação básica, exaltar a identidade étnico-racial, correlacionando à identidade de todos, representada pelo compartilhamento na universalidade do código genético e na evolução das espécies e raças pela percepção e autoidentificação fenotípica dos estudantes por meio de traços raciais. Seguindo o trajeto metodológico com pesquisa quantitativa de coleta de dados raciais dos alunos matriculados na sede da Escola Estadual de Tempo Integral São José, correspondendo a sete salas e entrevistas com indivíduos que estão relacionados à temática. Apesar da existência de normativas, como a Lei 10.639/2003 promoverem a obrigatoriedade do tópico étnico-racial nos currículos escolares, ainda há dúvidas quanto a autoidentificação, que devem ser sanadas pelo conhecimento da ancestralidade e fenótipo, valorizando o indivíduo e promovendo o senso de pertencimento.

Palavras-chave: Autoidentificação. Código genético. Diversidade.

Abstract: Everyone has the right to understand their own abilities, affinities, and racial identity. As an institution that fosters encounters with diversity and socializes cultures and individuals, the school provides a favorable environment for contributing to the process of racial self-identification. In this context, the project aims to raise awareness regarding the process of racial self-identification based on the perceptions of adolescents enrolled in the public basic education system. It seeks to celebrate ethnic-racial identity—linking it to a shared human identity rooted in the universality of the genetic code and the evolution of species and races—while also addressing students' phenotypic self-identification through the recognition of racial traits. The methodological approach involves quantitative research to collect racial data from students across seven classrooms at the São José Full-Time State School, alongside interviews with individuals connected to the subject matter. Although regulations such as Law 10.639/2003 mandate the inclusion of ethnic-racial topics in school curricula, questions regarding self-identification persist; these can be resolved through an understanding of ancestry and phenotype, thereby valuing the individual and fostering a sense of belonging.

Keywords: Self-identification. Genetic code. Diversity.

1 INTRODUÇÃO

O genoma humano, assim como a cultura de um povo, carrega histórias sobre ancestralidade, identidade e pertencimento, conceitos importantes para a construção de uma sociedade e base para as futuras gerações. O Brasil apresenta uma diversidade de povos que se relacionam, provocando misturas de raças e patrimônio genético que enriquece a população.

A diversidade brasileira é confirmada pelos censos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com base na declaração em brancos, pretos, pardos, indígenas e amarelos. Essa classificação pode gerar dúvidas quanto a autoidentificação e a ancestralidade, que deve ser analisada além da ancestralidade e da herança do sobrenome (Osório, 2003).

Apesar do Brasil ser um país de maioria negra, a desigualdade racial ainda é um rastro que se estende desde os tempos coloniais até a atualidade. Acentuando o desafio da valoração da

historicidade e da cultura afro-brasileira baseada na diversidade de raças para inspirar na luta da igualdade social e confirmar a pluralidade na formação da população.

No ano de 2023 a Lei n°10.639/2003, que alterou a LDB (Lei n°2.324/96) completou 20 anos e é considerada relevante para a luta antirracista. Desde a sua homologação as escolas devem incluir, no currículo oficial da Rede de Ensino, a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira". A pesquisa e linguagem científica somada ao ensino das relações étnico-raciais, tem a finalidade de conhecer para pertencer e se incluir, a fim de combater o racismo e valorizar a diversidade.

Quando exposto o tema étnico-racial, três termos sobressaltam na discussão: racismo, preconceito racial e discriminação racial. Racismo é um conjunto de ideias, crenças, opiniões e valores que prega a superioridade de um grupo étnico-racial sobre outro. O racismo se manifesta por meio do preconceito e da discriminação raciais. Preconceito racial ou de cor é uma opinião negativa sobre alguém ou um grupo, gerando uma indisposição em relação a esse alguém ou grupo, sem mesmo conhecê-lo, baseando-se somente em suas características físicas ou culturais (cor da pele, textura do cabelo, formato do nariz, religião, idioma, alimentação etc.). Discriminação racial é toda e qualquer atitude que desrespeite e viole os direitos de alguém ou de um grupo por causa de sua cor ou raça/etnia.

Um ambiente apto para e informação é a escola, pois com as leis 10.639/2003 (Brasil, 2003) e 11.645/2008 (Brasil, 2008) que alteraram a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e incluíram no currículo oficial da Rede de Ensino Pública a obrigatoriedade da temática História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena, ressaltaram a importância dessas discussões. Esse ambiente também promove a autodeclaração, no ato de preenchimento da matrícula e de provas externas

Abordar temáticas polêmicas na formação do indivíduo, requer do educador uma forma criativa e sensível de abordagem, que pode ser introduzida através das artes e mídias como filmes, séries e músicas. A Educação através da arte é muito importante para integrar saberes e abordar o discente como um ser social, interagindo com a sociedade que apresenta diversidade em todos os ambientes. A linguagem musical permite o aluno conhecer, diferenciar e respeitar os diversos ritmos, trazendo essa temática como pressuposto do igual respeito étnico-racial que devem ter (Oliveira, Miranda, Miranda, 2019).

Um exemplo da aplicação nessa perspectiva, é a abordagem na música "Morena Tropicana" de 1982 do cantor Alceu Valença, com a valorização das características femininas, retratado através de figuras de linguagem de analogias e metáforas da mulher com frutos encontrados nos domínios

morfoclimáticos nordestinos, aguçando a capacidade imagética e o fenótipo e trazendo o regionalismo e identificação de características.

A autoidentificação racial pela visualização do fenótipo e ascendência, permite definir com mais segurança a origem étnico-racial e definir qual é a cor ou raça/etnia, mas essa ação precisa ser bem orientada e a decisão respeitada (Dias; Giovanetti; Santos, 2009). O conhecimento dessas informações objetiva a desmistificação da pergunta "qual é a sua cor ou raça/etnia?", para contribuir e integrar ao conjunto de informações (nome, idade, sexo etc...) de forma natural e progressivamente dissociar a raça as dificuldades relacionadas a questões históricas, como o período de escravização de povos africanos e indígenas.

Para o público de alunos a partir de 16 anos, a informação deveria ser declarada pelo próprio aluno (autodeclaração) e constar na ficha de matrícula. Quando bem identificada, a autoidentificação racial contribui nos censos das coordenações e dados nacionais, a saber o Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), que realizou uma estimativa indicando que mais de 20% dos alunos preenchem no campo cor/raça a opção "não declarada" (INEP, 2023).

O objetivo da pesquisa é sensibilizar no processo de autoidentificação racial a partir da percepção dos adolescentes matriculados na rede pública de educação básica. Exaltar a identidade racial, correlacionando à identidade de todos, representada pelo compartilhamento na universalidade do código genético e na evolução das espécies e raças pela percepção e autoidentificação fenotípica dos estudantes por meio de traços raciais.

Dentre os objetivos específicos, há: - Identificar características morfológicas e funcionais expressas no fenótipo; Atribuir elementos da cultura histórica, midiática e regional a formação de um povo; Promover reflexões sobre a identificação de grupos étnico-raciais; Conhecer a legislação vigente de acesso aos serviços e reconhecer termos utilizados na perspectiva abordada; Sensibilizar sobre a importância da autodeclaração racial. para a vida dos estudantes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O questionário racial foi aplicado através da ferramenta Google Formulário no mês de outubro em sete salas da EEMTI São José, com estudantes da 1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio, com idades entre 14 e 19 anos (Figura 1). O questionário apresentou quatro perguntas com opções acerca da identidade racial e está disponível nos anexos desse arquivo. As respostas duravam cerca de cinco minutos e os estudantes eram orientados a responder sem nenhuma interferência do

professor orientador ou coorientador que o acompanhava, para o não direcionamento intencional das respostas.

Figura 1 – Entrevista com os estudantes da EEMTI São José (1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio).



Fonte: Autores, 2026.

Os alunos foram sensibilizados inicialmente através das aulas de biologia nos objetos do conhecimento sobre genética e evolução das espécies, com práticas e jogos sobre o tema, aplicados pela professora de biologia Irene Suelen. Também foi abordado sobre a figura negra e sua importância na construção do povo através de conteúdos em eletivas e aulas das disciplinas que compõem os eixos de linguagens, ciências da natureza e ciências humanas, eletivas e trilhas de aprofundamento, através de filmes, como "O menino que descobriu o vento", séries como "Lupin", "Preciosa", autores como Machado de Assis e músicas, como "Morena Tropicana" de Alceu Valença (Figura 2).

Os alunos foram sensibilizados inicialmente através das aulas de biologia nos objetos do conhecimento sobre genética e evolução das espécies, com práticas e jogos sobre o tema, aplicados pela professora de biologia Irene Suelen. Também foi abordado sobre a figura negra e sua importância na construção do povo através de conteúdos em eletivas e aulas das disciplinas que

compõem os eixos de linguagens, ciências da natureza e ciências humanas, eletivas e trilhas de aprofundamento, através de filmes, como "O menino que descobriu o vento", séries como "Lupin", "Preciosa", autores como Machado de Assis e músicas, como "Morena Tropicana" de Alceu Valença (Figura 2).

Figura 2 – aulas de biologia nos objetos do conhecimento sobre genética e evolução das espécies, com práticas e jogos sobre o tema.



Fonte: Autores, 2026.

O projeto foi apresentado em ações desenvolvidas na escola, como "Escola: espaço de reflexão", que contou com palestras, oficinas e mesas redondas com os temas: Lei 10.639/03, letramento racial, colorismo e racismo estrutural, lei de cotas. Através de eventos como o Seminário Docentes 2023, com apresentação de trabalhos intitulado: A leitura da identidade étnico-racial: reflexões das práticas sobre ERER em uma escola de tempo integral. Ademais, houve a apresentação no IV Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Biologia Online (CONECIBIO), para divulgar a mobilização dos alunos e cumprindo com os requisitos éticos, o trabalho foi desenvolvido através de questionários estruturados no Google Formulário para conhecer o perfil discente, com perguntas sobre autoidentificação e herança genotípica e fenotípica, aplicado no mês de outubro em sete turmas da EEMTI São José. Além disso, houve sensibilização através de recursos midiáticos e entrevista com alvos da subordinação da lei.

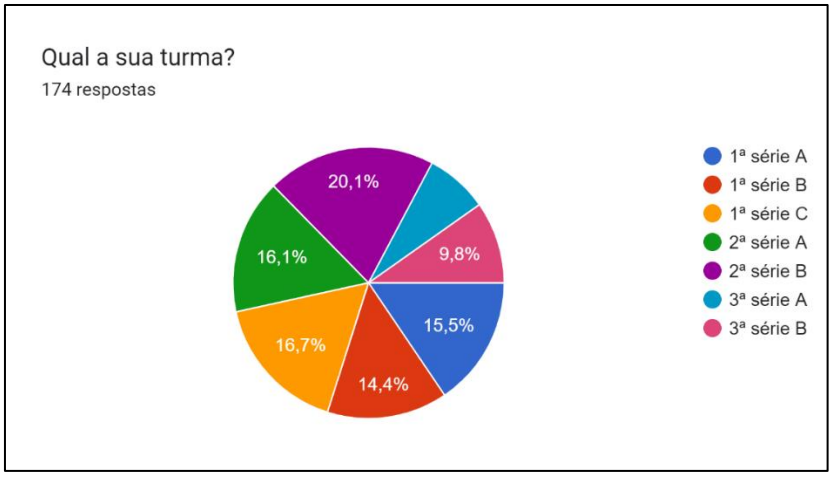
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em caso de **diálogos**, **entrevistas**, **conversas**, **exemplos de exercícios e outros instrumentos provenientes dos dados coletados por entrevista e/ou questionário, devem**

seguir a seguinte formatação: fonte *Garamond*, tamanho 11, itálico, espaçamento entre linhas simples e recuo de 1,25. Entre parênteses colocar a do que se trata, usando a fonte em tamanho 10, sem itálico.

Todas as salas de aula na sede da EEMTI São José foram submetidas ao questionário racial. Ao todo, 174 alunos foram entrevistados. 81 do 1º ano, 63 do 2º ano e 30 do 3º ano, como indica o gráfico da figura 3.

Figura 3 – Quantidade de alunos entrevistados por série na EEMTI São José.

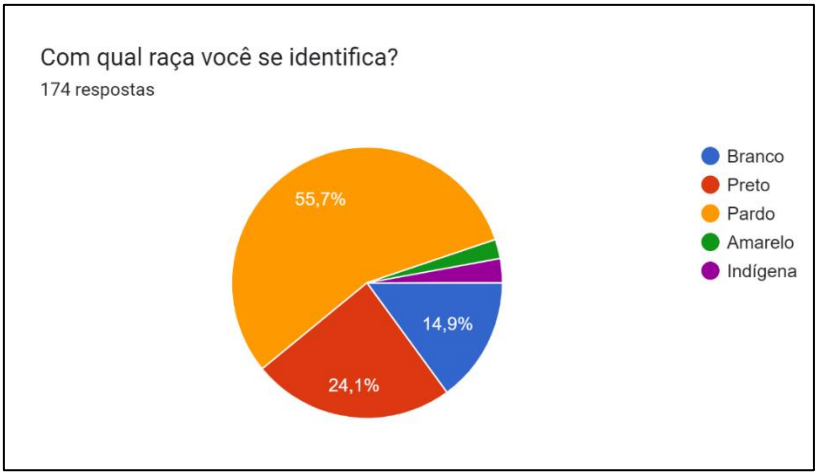


Fonte: Autores, 2023.

A escola, como instituição que promove o encontro da diversidade e socializa as culturas e indivíduos, se torna o ambiente favorável a contribuir no processo de autoidentificação racial, pois é na idade em que estão no ensino médio que terão a autonomia para se perceberem e identificarem sem a informação ser informada pelos pais ou responsáveis.

A respeito da autocategorização racial, a maioria se considera como parda, com 97 alunos respondendo essa alternativa, seguido de pretos com 42 respostas e branco, 26 respostas. Houve alguns alunos que responderam indígena (n=5) e amarelos (n=4) (Figuras 4 e 5).

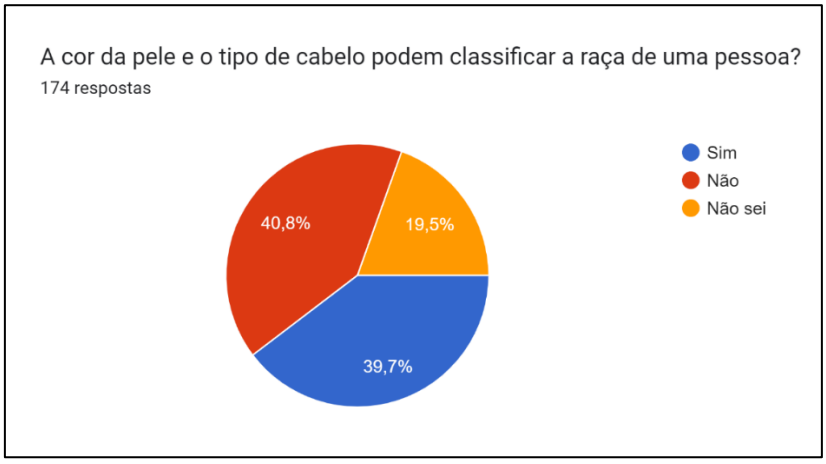
Figura 4 – Porcentagem da autoidentificação dos alunos da escola.



Fonte: Autores, 2023.

No município de Granja, há poucas informações disponíveis sobre a presença de povos indígenas, com alguns registros sobre a construção da antiga Igreja do Iguaçu, que segundo relatos foi construído com mão de obra indígena e historicamente o poço da Iapara foi um dos primeiros aldeamentos chefiado pelo padre jesuíta Acenso Gago, no processo de povoamento do território granjense. Porém atualmente não há vestígios nem físico, nem projetos ou pesquisa sobre a permanência da presença indígena no território, de acordo com entrevista com o professor de Geografia da EEMTI São Jose, José Lira Dutra.

Figura 5 – Opiniões dos estudantes sobre o fenótipo e a autoidentificação.



Fonte: Autores, 2023.

Apesar da maioria das respostas no item anterior ser "não", e importante salientar que a medida que os questionários eram aplicados, observou-se a dúvida de alguns alunos quanto a cor, com muitos voltando seu olhar para a pele, sugerindo sua principal referência de autoidentificação racial (Guimarães, 2005; Guimarães, 2011) mas que além dessa característica fenotípica, deve-se considerar a ancestralidade e carga gênica carregada por cada indivíduo e compartilhada em muitas gerações.

Ademais, quando questionados sobre: "Como as características são transmitidas de pai para filho, como por exemplo a cor da pele?", a maioria (n=144) respondeu que é pelo DNA (Ácido desoxirribonucleico) um ácido nucleico que apresenta as informações genéticas de um indivíduo. Outras respostas também foram atribuídas: pela convivência (n=13), contato com outras pessoas (n=12), contato com a luz do sol (n=3) e não sei (n=2).

A prática de incluir a autoidentificação racial na cor da pele é antiga, datada do século XVIII e foi proposta pelo fisiologista e antropólogo alemão Blumenbach (1752-1840) e no Brasil, houve essa classificação desde a era colonial, com seus critérios sendo avaliados constantemente (SILVA, 2017). O estudo dessa classificação é importante pois é um direito como critério legítimo de pertencimento (MPF, 2014, p.92).

A autoidentificação é um direito pautado na matriz constitucional junto a Constituição Federal de 1988, mas que ainda é um cenário labiríntico e alvo de constantes dúvidas, ataques e objeções e que deve ser pautado individualmente, utilizando alguns elementos como o fenótipo da cor da pele, traços presentes no corpo, origem dos parentes e etc Piza e Rosemberg (2014). Mas a autoidentificação torna-se intrínseco ao ser humano que a realiza, pois pode considerar o critério mais relevante para se autoidentificar, pois de acordo com Guimarães (2005) "a cor não é uma categoria objetiva é uma categoria racial".

As cotas raciais estão presentes na jurisprudência dos concursos e vestibulares. Uma entrevista foi realizada com uma ex-aluna aprovada na lei de cotas do concurso público da Polícia Militar de 2021 (figura 6). No ato da inscrição, a candidata se autoidentificou como negra, com pleito a vaga em ações afirmativas na categoria de cotas raciais: "O maior fator é a cor da pele", relata. Após aprovação em todas as etapas e nas vagas de ampla concorrência e cotas raciais, a candidata submeteu-se à comissão de heteroidentificação, a qual indeferiu sua aprovação na condição de cotas.

Figura 6: Entrevista coma aprovada no concurso da Polícia Militar.



Fonte: Autores, 2026

A entrevistada relatou o constrangimento causado pela situação, informando que precisou a recorrer junto a advogados, onde o processo segue tramitando. Embora submetida a uma situação desconfortável, ela expressa que continuará se identificando como pessoa negra, mas que não iria inserir sua inscrição em certames nas cotas raciais, concorreria na ampla concorrência com os demais participantes.

Ainda ressalta a importância da lei de cotas, o quanto é válida e que deveria ser benéfica para seus usuários, com uma maior identificação do governo para que os negros usufruam das vagas a eles destinadas: "O negro tem menos oportunidades", lembra. E ressalta que já observou que os vestibulares e concursos nacionais, estaduais ou municipais com grande número de vagas tem histórico de casos de indeferimento da autoidentificação racial.

Percebe-se que após as diversas ações e estudo da relevância da Lei nº 10.639/03, as ações no ambiente escolar que incentiva à reeducação das relações étnico-raciais, os adolescentes se sentem em um contexto favorável e confortável para a pertença racial. Os resultados das ações supracitadas encaminham para a necessidade do estabelecimento de conceitos objetivos sobre raça, fenótipo e autoidentificação e a valorização de cada raça em um contexto de diversidade mundial.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A iminência é discorrer sobre o tema de forma interdisciplinar, incentivando pesquisas em produção científica nas diversas áreas do conhecimento e uma construção social a qual contribui

para o desenvolvimento pessoal e interpessoal, o lugar que as pessoas ocupam na sociedade, e também como os próprios indivíduos se veem. Contribuindo no avançar de políticas públicas mais específicas e produção de conhecimento quantitativo para contemplar grupos mais vulneráveis e aproximar, pela homogeneidade genômica os indivíduos e suas trajetórias.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei 10.639/2003. **"História e Cultura Afro-Brasileira" no ensino básico.** 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.639.htm. Acesso em: 15 Set. 2023.

BRASIL. Lei 11.645/2008. **Obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena**". Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11645.htm.
Acesso em: 15 de Set. 2023.

DIAS, J.; GIOVANETTI, M. R.; SANTOS, N. J. **Perguntar não ofende**: Qual é a sua Cor ou Raça/Etnia? Responder Ajuda a prevenir. São Paulo: 2009. Disponível em: https://www.saude.sp.gov.br/resources/ouvidoria-da-secretaria-de-estado-da-saude-de-sao-paulo/biblioteca/perguntar_nao_ofende.pdf. Acesso em: 20 Out. 2023.

GUIMARÃES, A. S. A. Raça, cor, cor da pele e etnia. **Cadernos de Campo (São Paulo-1991)**, v. 20, n. 20, p. 265-271, 2011.

GUIMARÃES, A. S. A. **Racismo e anti-racismo no Brasil**. São Paulo: Editora 34, 2005.
INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Escolar | Preenchimento do campo cor/raça. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/censo-escolar/entenda-a-importancia-do-campo-cor-raca-na-pesquisa. Acesso em: 20 Out. 2023.

OLIVEIRA, M. F. G.; MIRANDA, A. M.; MIRANDA, A. M. (2019). A música como a arte do ensinar e aprender: uma proposta / Music as the art of teaching and learning: a proposal. Brazilian Journal of Development, 5(7), 7612–7621. https://doi.org/10.34117/bjdv5n7-005

OSORIO, R. G. O sistema classificatório de cor ou raça do IBGE. Brasília, DF: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2003. (Texto para discussão, 996). Disponível em: http://desafios2.ipea.gov.br/pub/td/2003/ td_0996.pdf.

SILVA, T. R. Que cor é a minha cor? A Autoidentificação Racial das Crianças na Educação Infantil. 38ª Reunião Nacional ANPed. 2017. Disponível em: http://anais.anped.org.br/sites/default/files/arquivos/trabalho_38anped_2017_GT07_638.pdf.

SILVEIRA, J. C. A questão étnico-racial na educação básica: contribuição da escola no processo de "autoidentificação racial" das crianças e adolescentes. TCC (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Socioeconômico. Serviço Social.2018.

ANEXOS

I - Questionário Étnico-Racial

1) Qual a sua turma?

( ) 1ª série A

( ) 1ª série B

( ) 1ª série C

( ) 2ª série A

( ) 2ª série B

( ) 3ª série A

( ) 3ª série B

2) Qual a sua idade?

3) Com qual raça você se identifica?

a) Branca ( )

b) Preta ( )

c) Parda ( )

d) Amarela ( )

e) Indígena ( )

3) A cor da pele e o tipo de cabelo podem classificar a raça de uma pessoa?

( ) Sim

( ) Não

( ) Não sei

4) Como as características são transmitidas de pai para filho, como por exemplo a cor da pele?

( ) Pelo contato entre as pessoas

( ) Pelo contato com a luz do sol

( ) Pelo DNA

( ) Pela convivência

II - Entrevista com a aprovada no concurso para a Polícia Militar

1) Qual é a sua identidade ético racial?

2) O IBGE pesquisa a cor ou raça da população brasileira com base na autodeclaração. Como você se declara?

3) Você sentiu dúvidas de autoidentificação no processo de inscrição do certame?

4) Em alguns concursos para a identificação ético racial é utilizado um Formulário de registro de identidade, sendo analisadas pela banca as características fenotípicas. que podem ser demonstradas ao juiz com uma das maneiras para comprovar sua identidade. No concurso da polícia que você foi aprovada, sua autodeclaracão não foi aceita. Você concordou com a decisão da banca?

5) Você acha que como a sua história outras podem estar se repetindo? Como reverter ou solucionar esses casos?

6) Você conhece algum outro caso semelhante ao seu eu algum concurso público ou vestibular?

CAPÍTULO 15

RELATO DE EXPERIÊNCIA COM VERMICOMPOSTAGEM E HORTA NA ESCOLA NO INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE CAMPUS CAMAQUÃ (RS)

EXPERIENCE REPORT WITH VERMICOMPOSTING AND SCHOOL GARDEN AT THE INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE, CAMPUS CAMAQUÃ (RS)

Luciana Rodrigues Nogueira
Engenheira em Bioprocessos e Biotecnologia, Doutora em Qualidade Ambiental, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

Claudiani Jaskulski
Enfermeira, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

Douglas Pinho De Ávila
Licenciado em Ciências, Especialista em Atendimento Educacional Especializado, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

Maria Eduarda De Souza Sábio [4]
Técnicos em Controle Ambiental, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

Raiane Da Cunha Perez
Técnicos em Controle Ambiental, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

Rafaela Bachaus Centeno
Técnicos em Controle Ambiental, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

Julia De Moura Bortowski
Técnicos em Controle Ambiental, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

Fabio Bubolz Jeske
Técnicos em Controle Ambiental, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1276

Resumo: Esse trabalho relata uma experiência exitosa realizada entre 2021 a 2024, em um projeto de ensino envolvendo a comunidade escolar do Instituto Federal de Educação Sul-rio-grandense, campus Camaquã. Trata-se de um projeto interdisciplinar, que envolveu disciplinas de ecologia e controle ambiental, gerenciamento de resíduos sólidos e química. O objetivo do projeto foi promover a educação ambiental e a conscientização da comunidade acadêmica sobre a importância da gestão adequada dos resíduos de origem orgânica. Foi utilizada como metodologia, a vermicompostagem e a elaboração de uma horta orgânica na escola. Os resultados mostram que a educação ambiental é a chave para a transformação da sociedade e suas ações devem ser inseridas como parte de uma formação omnilateral dos estudantes.

Palavras-chave: Educação ambiental. Sustentabilidade. Resíduo orgânico. Formação omnilateral. Práticas agrícolas.

Abstract: This study reports a successful experience carried out between 2021 and 2024, in an educational project involving the school community of the Instituto Federal Sul-rio-grandense. It is an interdisciplinary project that involved disciplines of ecology and environmental control, solid waste management, and chemistry. The aim of the project was to promote environmental education and raise awareness within the academic community about the importance of proper management of organic waste. The methodology used was vermiculture and the creation of an organic garden at the school. The results show that environmental education is the key to societal transformation, and its actions should be incorporated as part of a comprehensive education for students.

Keywords: Environmental education. Sustainability. Organic waste. Omnilateral training. Agricultural practices.

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por práticas educacionais inovadoras têm impulsionado a busca por metodologias que promovam uma aprendizagem significativa e transformadora. Nesse contexto, o protagonismo estudantil surge como elemento fundamental para a formação de indivíduos críticos, autônomos e engajados com a realidade socioambiental (Pedrini, 1998; Araújo e Frigotto 2015). Aliado às metodologias ativas, esse protagonismo potencializa o desenvolvimento de competências essenciais para a construção de soluções criativas e sustentáveis, frente aos desafios da educação contemporânea. As metodologias ativas, ao colocarem os estudantes no centro do processo de aprendizagem, favorecem a participação efetiva, a tomada de decisões e a resolução de problemas reais (Moraes, 2025). Quando integradas à educação ambiental, essas metodologias estimulam a conscientização ecológica e o compromisso com a sustentabilidade, proporcionando experiências */práticas que conectam teoria e prática. Projetos interdisciplinares envolvendo vermicompostagem e hortas escolares são exemplos de como esses métodos podem ser aplicados para fortalecer a responsabilidade socioambiental em uma comunidade escolar (Soares *et al*., 2023).

A vermicompostagem surge como uma alternativa eficaz para a produção de adubo orgânico. Ao utilizar minhocas para decompor resíduos orgânicos, a vermicompostagem transforma restos de alimentos em um composto rico em nutrientes, ideal para o cultivo de hortaliças. Esse processo não só reduz a quantidade de resíduos que seriam destinados a aterros sanitários, mas também promove a conscientização ambiental entre a comunidade escolar, incentivando a adoção de práticas ecológicas em suas vidas diárias. Assim, as hortas escolares, aliadas à vermicompostagem, se tornam um laboratório vivo de aprendizado e um exemplo prático de sustentabilidade (Embrapa, 2023; Zago, 2021).

As hortas escolares desempenham um papel fundamental na educação e na promoção de hábitos saudáveis. Elas permitem que os alunos tenham contato direto com o processo de cultivo e produção de alimentos, promovendo o entendimento sobre a importância da alimentação sadia e sustentável. A produção de alimentos orgânicos nas escolas vai além de fornecer alimentos livres de agrotóxicos; ela ensina os estudantes sobre práticas agrícolas equilibradas e promove o respeito ao meio ambiente e a consciência sobre o ciclo de vida dos alimentos (Rodrihues *et al.*, 2018; Nakaoshi, Vasques e Fortunato, 2023).

Este trabalho trata de um relato de uma experiência de um projeto de ensino, realizado no âmbito de um curso de Ensino Médio Integrado (EMI) Técnico em Controle Ambiental, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul) campus Camaquã, Rio Grande do Sul, e teve por objetivo promover a educação ambiental através da construção de uma horta na escola que utilizou como base o produto do processo de vermicompostagem.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

2.1 O estudante como protagonista, o surgimento da proposta

O projeto Novo Ciclo nasceu da necessidade de integração curricular das disciplinas do EMI, no curso técnico em Controle Ambiental do 4º ano, incentivando o protagonismo de seus estudantes. Surgiu a ideia de desenvolver a vermicompostagem em dez caixas composteiras que estavam sem uso desde a pandemia de Covid em 2020. Após leitura e consulta com docentes especialistas, as caixas tornaram-se vermicomposteiras, com a criação de minhocas vermelhas da Califórnia (*Eisenia fetida*). O nome dado ao projeto também foi iniciativa dos estudantes, “Novo Ciclo" refere-se a reciclagem de nutrientes, ciclos biogeoquímicos, conteúdos trabalhados na disciplina de Ecologia e Controle Ambiental no 1º ano do EMI.

> *O resíduo orgânico que serve como alimento para minhocas, ao passar por seu trato digestivo, sofre transformações que favorecem a formação de matéria orgânica estabilizada, ou seja, de adubo orgânico conhecido como 'húmus de minhoca' ou 'vermicomposto' (AQUINO, 2009, p. 6).*

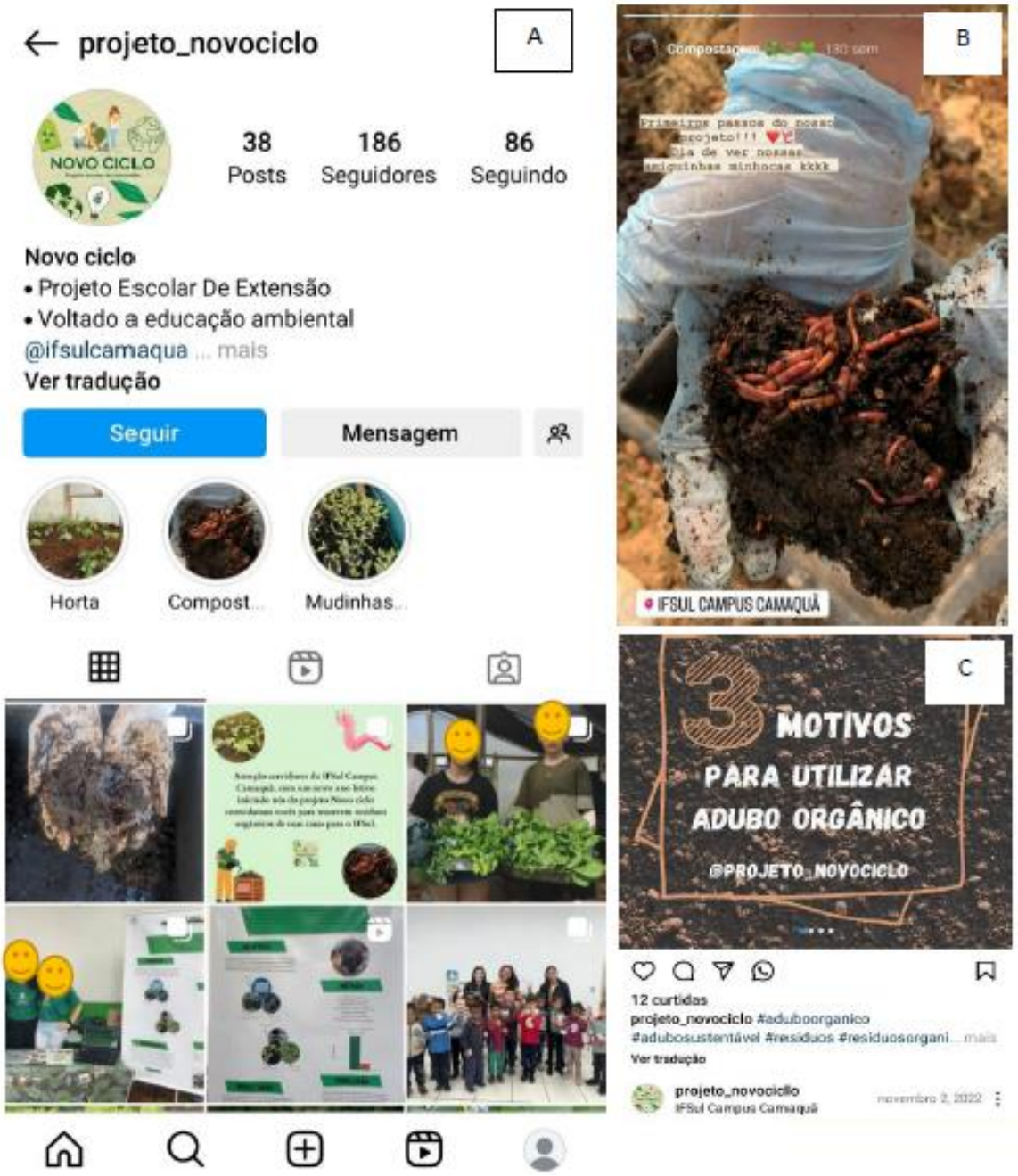
2.2 Estratégias para arrecadação de resíduos orgânicos na comunidade escolar

A partir da proposta do desenvolvimento da vermicompostagem surge um novo desafio: de onde retirar os resíduos orgânicos para realização da vermicompostagem, considerando que este processo é contínuo?

A solução encontrada foi mobilizar a comunidade escolar para trazer resíduos orgânicos de casa, uma vez que o IFSul campus Camaquã não possui refeitório. Desta forma encontramos um segundo desafio: como orientar as pessoas sobre quais resíduos podem ser destinados para a vermicompostagem e a sua forma de armazenamento?

Em reunião com participantes surgiu a ideia de criar uma rede social para a divulgação do projeto com orientações sobre o armazenamento dos resíduos orgânicos. Uma página no Instagram foi criada pelos estudantes do 4º ano. As atividades desenvolvidas do projeto Novo Ciclo, foram divulgadas através da página @projeto_novociclo, que abordava conteúdos digitais sobre sustentabilidade, educação ambiental, boas práticas de gerenciamento de resíduos orgânicos e informações sobre vermicompostagem. Além disso, a criação da página aproximou o conteúdo acadêmico da linguagem informal, auxiliando os estudantes na apropriação do conhecimento sobre a vermicompostagem e educação ambiental, agindo como um facilitador na comunicação entre os estudantes e o público participante (Figuras 1A-1C).

Figura 1 – Print da página inicial do Instagram @projeto_novociclo, com destaque para postagem da visita na Escola municipal de educação infantil Cecy Ribeiro Dias (A), postagem sobre vermicompostagem (B), postagem educativa sobre adubo orgânico (C).



Fonte: Autores, 2022.

2.3 Desenvolvimento das atividades de conscientização da comunidade escolar

Como estratégia de sensibilização da comunidade sobre as práticas sustentáveis foram realizadas oficinas em escolas de ensino infantil e fundamental da rede municipal de Camaquã, localizadas na comunidade vizinha do campus do IFSul. Os estudantes contaram a história do livro "Superminhoca" escrito por Julia Donaldson (2022) para 14 crianças da

turma Pré 2 da Escola municipal de educação infantil Cecy Ribeiro Dias e realizaram uma oficina sobre vermicompostagem e hortas orgânicas (Figura IA). Esta foi a primeira interação com a comunidade fora do ambiente do IFSul e resultou no plantio de sementes de alface que foram levadas para as residências das crianças.

Também foi realizada uma oficina de contação de história do livro de Julia Donaldson (2022) para estudantes da Escola Municipal de Ensino Fundamental Marina de Godoy Netto, onde foi realizada uma atividade lúdica de separação correta do lixo e doação de um conjunto de lixeiras devidamente identificadas com as cores dos recicláveis e resíduos orgânicos, promovendo a educação ambiental e as práticas sustentáveis, além da interação com a comunidade. No IFSul foram realizadas participações dos estudantes nas aulas da disciplina de Ecologia e Controle Ambiental, abordando a prática de vermicompostagem e apresentando o projeto aos colegas de curso (Figura 2). Cabe destacar que em todas as oficinas os estudantes foram orientados e acompanhados de seus professores.

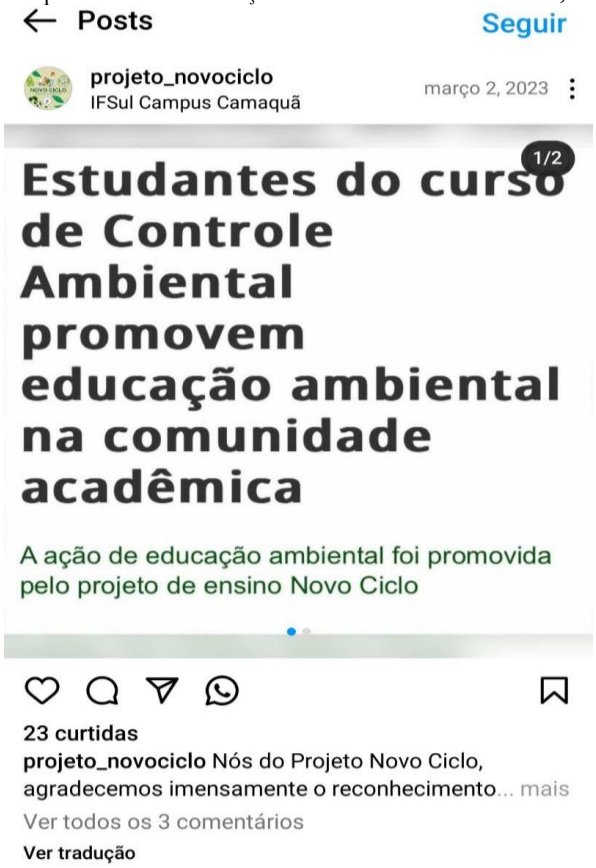
Figura 2 – Oficina de compostagem durante as aulas de Ecologia, em A vemos a professora mostrando o funcionamento das vermicomposteiras, em B detalhe dos resíduos na caixa vermicomposteira, em C estudantes realizando a prática.



Fonte: Autores, 2022.

A ampla divulgação trouxe visibilidade ao trabalho (Figura 3) contribuindo para a disseminação das práticas ambientais e incentivando a comunidade a colaborar com o projeto, com a participação de técnicos administrativos, docentes e discentes na arrecadação de resíduos, que foi realizada mediante pontos de entrega voluntária distribuídos em uma sala de professores e também na copa da escola. O material era acondicionado em potes de sorvete identificados e os voluntários eram orientados sobre quais materiais deveriam ser separados, bem como sua forma de armazenamento (sob refrigeração) para evitar a degradação do material. Os estudantes recolhiam o material, depositavam os resíduos nas caixas de vermicompostagem, faziam a lavagem e devolução dos potes aos voluntários.

Figura 3 – Notícia publicada em março de 2023 no site do IFSul, campus Camaquã.



Fonte: Instagram @projeto_novociclo, texto original publicado em http://www.camaqua.ifsul.edu.br/ultimas-noticias/1172-estudantes-do-curso-de-controle-ambiental-promovem-educacao-ambiental-na-comunidade-academica.

2.3 Implantação da horta na escola

Com o sucesso na divulgação do projeto e a alta produção de vermicomposto (húmus), após a realização da manutenção das caixas composteiras, surgiu o desafio de dar destino para o composto gerado pela vermicompostagem, e a solução encontrada foi o aproveitamento como adubo para produção de hortaliças.

Uma horta foi construída no IFsul campus Camaquã, ela consistiu de uma estufa coberta que se encontrava desativada. Inicialmente foi adicionada uma mistura de terra preta e o húmus produzido na vermicompostagem, além de esterco bovino (Figura 4). O plantio foi realizado com vegetais de ciclo curto. Cabe destacar que os estudantes participaram de todo o processo, desde a produção das mudas, plantio, colheita e distribuição das hortaliças. Foram produzidas pimenta biquinho (*Capsicum chinense*), pepino de conserva (*Cucumis sativus* L.), pimentão doce (*Capsicum annuum*), alface (*Lactuca sativa*), cebolinha (*Allium fistulosum* L.), salsa (*Petroselinum crispum*), couve (*Brassica oleracea* L.) e tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) (Figuras 4 C, 4 D).

Figura 4 – Etapas da implantação da horta no IFSul campus Camaquã, em A preparação dos canteiros pelas estudantes, em B primeiras mudas em desenvolvimento, em C, horta já desenvolvida e em D produção de hortaliças



Fonte: Autores, 2022.

As hortaliças produzidas foram distribuídas entre a comunidade escolar, como forma de estimular a doação de resíduos orgânicos para a produção de húmus. Ressalta-se que nenhum tipo de fertilizante sintético foi utilizado na produção das hortaliças, apenas uma mistura de húmus de minhoca e esterco foi empregada nos canteiros, da mesma forma, o controle de pragas também foi realizado com a aplicação de bioinsumos produzidos no campus.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Educação ambiental no ensino médio integrado

O EMI não se limita a ser uma forma de oferta da educação profissional de nível médio, mas configura-se como uma concepção pedagógica comprometida com a formação integral dos estudantes. Esse modelo de ensino traz não apenas soluções didáticas, mas também abordagens ético-políticas que sustentem sua proposta omnilateral (Meireles, Cardoso e Souza 2024). Como afirmam Araújo e Frigotto (2015, p. 64), "a definição clara de finalidades políticas e educacionais emancipadoras e o compromisso com elas próprias é condição para concretização do projeto de ensino integrado." Ao articular a formação geral do ensino médio com a formação técnica e profissional, o EMI proporciona uma educação integral que prepara os estudantes tanto para o mundo de trabalho quanto para a continuidade dos estudos.

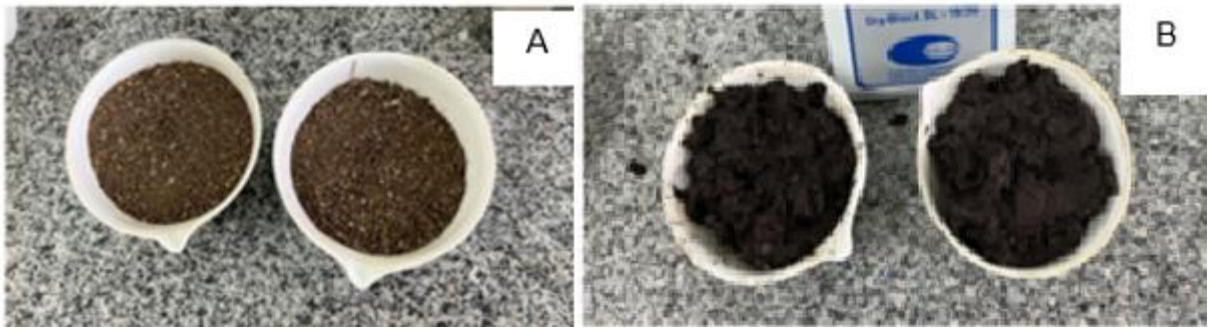
No contexto do EMI, a educação ambiental desempenha um papel fundamental na promoção de uma formação cidadã, crítica e consciente. Ela permite que os estudantes participem ativamente de iniciativas voltadas para a melhoria das relações socioambientais. Assim, cada indivíduo se torna um agente de transformação, influenciando positivamente o espaço em que vive (Hüller, Persigo e Rauber, 2010; Rodrigues *et al*., 2018).

Segundo Loureiro (2003, p. 43), a educação ambiental deve estar fundamentada em princípios como a interdisciplinaridade, a participação ativa e "adepta da teoria crítica, do conceito de totalidade e de complexidade", alinhada a uma perspectiva transformadora. Esses aspectos foram contemplados na participação dos estudantes no Projeto Novo Ciclo, que integrou diferentes áreas do conhecimento para a compreensão e resolução de problemas ambientais locais. A interdisciplinaridade foi promovida por meio da articulação entre disciplinas técnicas, como Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Ecologia e Controle Ambiental e Educação Ambiental, e componentes da formação geral, como Química Geral e Biologia. A participação ativa se concretizou no envolvimento direto dos estudantes no projeto, incentivando-os a adotar práticas ecológicas sustentáveis, como a segregação de resíduos domésticos. Por fim, o princípio da criticidade foi trabalhado ao estimular a reflexão sobre os impactos das atividades humanas no meio ambiente, despertando nos estudantes a busca por alternativas mais sustentáveis para o ambiente escolar e em suas residências.

3.2 Análise do vermicomposto produzido

O vermicomposto produzido foi analisado durante uma aula prática da disciplina de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. O teor de matéria orgânica foi determinado por incineração em mufla por 6 horas a 600°C (Figura 5). As análises foram realizadas em triplicata e o vermicomposto produzido foi comparado com amostra de solo comercial composto para jardinagem contendo húmus de minhoca. Os resultados foram 589,4 g.kg-1 (gramas de matéria orgânica para cada kg de amostra) para o vermicomposto e 120,8 g.kg-1 para o solo comercial, mostrando que o composto orgânico gerado pelo processo de vermicompostagem tem alto potencial para uso agrícola.

Figura 5 – Determinação da quantidade de matéria orgânica no vermicomposto produzido, em A amostra de solo comercial, em B o vermicomposto produzido



Fonte: Autores, 2022.

3.3 Experiência com a implantação da horta orgânica no IFSul campus Camaquã

A implementação do projeto contribuiu significativamente para a redução dos resíduos orgânicos no campus. Observou-se uma diminuição de quase 100% desses resíduos em uma das salas dos professores envolvidos, evidenciando o impacto positivo da iniciativa. Os resíduos orgânicos possuem um grande potencial de reaproveitamento, e promover a conscientização da comunidade sobre reciclagem, reutilização e aproveitamento sustentável traz inúmeros benefícios, dentre eles, destacam-se a redução do descarte em aterros sanitários e a minimização da poluição ambiental (Zago, 2021).

A experiência exitosa da implantação de hortas nas escolas também é compartilhada por outros campi de Institutos Federais, como no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA campus Breves, onde Soares *et al.* (2023) realizaram oficinas de educação ambiental com estudantes do ensino fundamental sobre sistemas de produção de hortaliças nas escolas, com auxílio de acadêmicos do curso técnico do Meio Ambiente. De acordo com os autores, "A metodologia aplicada foi eficaz para o ensino-aprendizagem, uma vez que o aluno conseguiu

estabelecer conexão entre teoria e prática, adquirindo conhecimentos de cidadania e respeito para com o meio ambiente". Assim, a educação ambiental promovida pelas hortas escolares fortalece a formação cidadã, proporcionando mudanças que ultrapassam os muros da escola e contribuem para a construção de um futuro mais sustentável e com respeito ao meio ambiente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As experiências formativas vivenciadas neste relato com a prática de vermicompostagem e horta escolar demonstram o potencial transformador da educação ambiental, indo além do ambiente escolar e impactando a comunidade como um todo, desta forma, recomenda-se que estas atividades sejam promovidas em conjunto, atuando como complementares uma à outra. Além disso, essas práticas, embora promovidas por estudantes de cursos voltados para a área ambiental contribuem para a formação omnilateral de todos os estudantes promovendo o desenvolvimento integral do indivíduo, que passa a compreender sua relação com o meio ambiente de maneira crítica e ativa. Assim, a educação ambiental e as hortas escolares reafirmam seu papel essencial na construção de uma sociedade mais equilibrada, consciente e comprometida com a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AQUINO, A. M. de. Vermicompostagem. **Circular técnica**, Seropédica, v. 29, p. 1-6, dez. 2009.

ARAUJO, R. M. FRIGOTTO, G. Práticas pedagógicas e ensino integrado. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 52, n.38, p.61-80, maio/ago. 2015.

DONALDSON, J.; SCHEFFLER, A. **"Superminhoca"**. Campinas: Nanabooks, 2022

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Minhocultura ou vermicompostagem**. Disponível em: https://www.embrapa.br/agrobiologia/fazendinha-agroecologica/minhocultura-ou-vermicompostagem#:~:text=A%20minhocultura%20ou%20vermicompostagem%20%C3%A9,os%20problemas%20dos%20dejetos%20org%C3%A2nicos. Acesso em 25 mar. 2025.

HÜLLER, A.; PERSIGO, L. A.; RAUBER, A. A Educação Ambiental por meio de trilhas ecopedagógicas no Parque Natural Municipal de Santo Ângelo-RS. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 9, n. 32, Jun/Ago. 2010.

LOUREIRO, C. F. B. Premissas teóricas para uma educação ambiental transformadora. **Ambiente e Educação**, Rio Grande, v. 8, n. 1 p.37-54, 2003.

MEIRELES , C. de S. F.; CARDOSO , F. M. B. C.; SOUSA, M. de M. O Ensino Médio Integrado: concepções, práticas e possibilidades de formação omnilateral. **Práticas Educativas, Memórias e Oralidades - Rev. Pemo**, [S. l.], v. 6, p. e12557, Abr. 2024. DOI:

10.47149/pemo.v6.e12557. Disponível em: https://revistas.uece.br/index.php/revpemo/article/view/12557. Acesso em: 25 mar. 2024.

MORAES, A. Metodologias ativas: uma revisão bibliográfica e perspectivas para a prática da sala de aula. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 5, e14549. Mar. 2025. DOI: https://doi.org/10.54033/cadpedv22n5-022

NAKAOSHI, I.; VASQUES, F. R.; FORTUNATO, I. Hortas escolares e as contribuições da revista brasileira de educação ambiental: um estudo de revisão. **Revbea**, São Paulo, v.18, n.6, p. 114-137, out. 2023.

PEDRINI, A de G. I. (Org.) **Educação Ambiental : Reflexões e Práticas Contemporâneas**. Petrópolis: Vozes, 1998.

RODRIGUES, A. P. S.; ZAGO, M. R. R. S.; CASAGRANDE JUNIOR, E. F.; SILVA, M. C.; HÜLLER, A. Práticas de ensino em educação ambiental: a vermicompostagem em escolas de tempo integral em Curitiba-PR. **Educação ambiental em Ação**, v.17, n. 64, jun/ago. 2018. Disponível em: https://revistaea.org/artigo.php?idartigo=3212. Acesso em: 12, mar. 2025.

SOARES *et al.* Horta na Escola: ações de educação ambiental com alunos do ensino fundamental em escolas do município de Breves, Ilha do Marajó-PA. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 45, e1, jan. 2023.

ZAGO, M. R. R. da Silva. **Práticas de vermicompostagem e educação ambiental em escolas públicas de educação integral em tempo ampliado de Curitiba - PR.** 2021. 474 p. Tese (Doutorado em Tecnologia e Sociedade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

CAPÍTULO 16

DIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO DE ABELHAS NATIVAS SEM FERRÃO (MELIPONÍNEOS) EM COMUNIDADES RURAIS DE PIO IX, PIAUÍ, BRASIL

DIVERSITY AND CONSERVATION OF NATIVE STINGLESS BEES (MELIPONINI) IN RURAL COMMUNITIES OF PIO IX, PIAUÍ, BRAZIL

Mariana de Nazaré Fortaleza
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Pio IX, Brasil

Alane Borges Rodrigues
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Elizângela Nascimento de Sousa
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Lucilânia Rodrigues Carvalho
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Márcia de Barros Nogueira Sousa
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Janete Barros da Silva
Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/PRODEMA,Teresina-PI, Brasil

Santina Barbosa de Sousa
Doutora em Desenvolvimento em Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/ PRODEMA, Teresina-PI, Brasil

Ana Paula dos Santos Correia Lima da Silva
Pós-Doutora em Biotecnologia pela Universidad Nacional de Córdoba - Argentina, UNC, Argentina

Maria do Amparo de Moura Macêdo
Doutora em Desenvolvimento em Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/ PRODEMA, Teresina-PI, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1277

Resumo: Objetivou-se por meio deste trabalho caracterizar a diversidade de Abelhas Nativas Sem Ferrão (ANSF), aspectos ecológicos e os fatores antrópicos associados á conservação em comunidades rurais inseridas no bioma Caatinga, no município de Pio IX, Piauí. A pesquisa foi realizada entre dezembro de 2025 e março de 2026, por meio de visitas quinzenais nos turnos da manhã e tarde. Foram identificadas cinco espécies: *Scaptotrigona depilis* Moure (1942), *Frieseomelitta doederleini* Friese (1900), *Melipona marginata* Lepeletier (1836), *Trigona fuscipennis* Friese (1900) e *Trigona spinipes* Fabricius (1793). Foram localizados treze ninhos em árvores nativas como a catingueira (*Poincianella pyramidalis*) e a imburana-de-espinho (*Commiphora leptophloeos*). Fatores observados na área de investigação como o uso indiscriminado de agrotóxicos, desmatamento e a prática de queimadas podem acarretar o declínio e a morte dos meliponíneos. Por fim, conclui-se que a preservação dessas espécies depende de projetos sustentáveis desenvolvidos pelo município de Pio IX e da conscientização local.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Árvores nativas. Biodiversidade. Caatinga. Polinização.

Abstract: This study aimed to characterize the diversity of Native Stingless Bees (ANSF), as well as ecological aspects and anthropogenic factors associated with the conservation in rural communities within the Caatinga biome in the municipality of Pio IX, Piauí. Research was conducted between December 2025 and March 2026 through bi-weekly visits during morning and afternoon periods. Five species were identified: *Scaptotrigona depilis* Moure (1942), *Frieseomelitta doederleini* Friese (1900), *Melipona marginata* Lepeletier (1836), *Trigona fuscipennis* Friese (1900), and *Trigona spinipes* Fabricius (1793). Thirteen nests were located in native trees such as catingueira (*Poincianella pyramidalis*) and imburana-de-espinho (*Commiphora leptophloeos*). Factors observed in the study area—such as the indiscriminate use of pesticides, deforestation, and the practice of burning vegetation—may lead to the decline and death of these stingless bee species. Finally, the study concludes that the preservation of these species depends on sustainable projects developed by the municipality of Pio IX and on local awareness.

Keywords: Biodiversity. Caatinga. Native trees. Pesticides. Pollination.

1 INTRODUÇÃO

As abelhas nativas são muito mais do que produtoras de mel, elas têm papel fundamental na polinização de ecossistemas naturais e agrícolas, o que contribui significativamente para a biodiversidade e a produção de alimentos.

No Brasil, Abelhas Nativas Sem Ferrão (ANSF), também conhecidas como meliponíneos, são cruciais para a polinização de culturas agrícolas (Caetano *et al.,* 2024). São cerca de mais de 400 espécies conhecidas em todo o país que contribuem para o sucesso reprodutivo de diversos cultivos agrícolas (Rodrigues; Alfonso; Silva, 2022). Estima-se que sejam responsáveis por até 90% da polinização das espécies silvestres de ambientes tropicais e não há substituto artificial que possa suprir a eficiência das abelhas (Holzschuh; Dudenhöffer; Tscharntke, 2012).

A diversidade de culturas agrícolas a nível nacional é vasta, isso inclui tanto os cultivos alimentares até espécies utilizadas para fins medicinais e indústrias, e muitas dessas plantas são dependentes da polinização por abelhas para se reproduzirem (Frias, 2021).

A maioria das espécies de ANSF possuem habitat bem diversificado, por exemplo: constroem suas colônias em cavidades pré-existentes nos troncos das árvores, mas também é possível encontrar espécies que nidificam no solo, em colônias abandonadas por outros insetos e até mesmo em construções humanas como muros, postes e caixas de eletricidade. A escolha de um bom local para fundação de uma nova colônia é fundamental para a sobrevivência das abelhas (Grutter, 2020).

Muitos fatores vêm impactando a perda dos habitats naturais das ANSF, nos mais diversos biomas, além de alterar o nicho ecológico. Fatores como o desmatamento, as queimadas, e o uso de defensivos agrícolas nas lavouras, têm levado a uma diminuição crítica das populações de abelhas nativas em todo o país e ameaçado a polinização, sobretudo à biodiversidade.

O bioma Caatinga, que vem sendo constantemente ameaçado por ações antrópicas, conta com uma grande diversidade de abelhas dentre as espécies mais representativas está a *Melipona mandacaia*. Essa espécie é endêmica do bioma Caatinga, sendo encontrada ao longo do Rio São Francisco, nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Piauí (Batalha Filho; Waldschmidt; Alves, 2011). No Piauí, Bendini *et al.* (2020), identificaram cinco espécies de abelhas nativas sem ferrão (Apidae: Meliponina) dentre elas a *Melipona mancacaia* Smith, além da *Melipona marginata* Lepeletier (1836), *Frieseomelitta doederleini* (FRIESE, 1900), *Scaptotrigona tubiba* Smith, 1863 e *Partamona seridoenses* (Pedro; Camargo, 2003), destacando a importância de se preservar e realizar programas de manejo na Caatinga onde essas espécies habitam. Assim, mais pesquisas neste bioma, especialmente em território piauiense, ajudará, por exemplo, a desenvolver projetos que auxiliem na conservação dessas abelhas e nos seus habitats.

Nesse contexto, Bendini *et al.* (2020), em trabalho realizado em região semiárida piauiense, como instrumento de educação ambiental, destaca a importância e conservação das abelhas nativas sem ferrão do semiárido piauiense como prioridade entre as ações que levam ao desenvolvimento sustentável.

Pio IX, município piauiense e localizado no bioma Caatinga, possui riqueza notável, onde o mármore se destaca como um recurso abundante, impulsionando a economia local com a sua extração. No entanto, existe a falta de atenção dedicada à pesquisa e conservação das abelhas nativas da região. Esses polinizadores desempenham papel crucial no ecossistema, e é importante que comunidades e autoridades reconheçam a relevância de investir em estudos e projetos que venham garantir a preservação das ANSF e a manutenção da biodiversidade.

O presente trabalho se justificou pela relevância ecológica das abelhas nativas sem ferrão, que desempenham papel fundamental na polinização de espécies vegetais e na manutenção da

biodiversidade do bioma Caatinga. Entretanto, a intensificação de atividades antrópicas, como o uso indiscriminado de agrotóxicos, o desmatamento e as queimadas, tem contribuído para a redução das populações desses importantes polinizadores, tornando necessária a produção de informações que subsidiem estratégias de conservação. Além disso, este estudo possui importância ambiental e social, pois poderá ampliar o conhecimento sobre a ocorrência dessas espécies em comunidades rurais do município de Pio IX, Piauí, incentivando a adoção de práticas sustentáveis e fortalecendo a conscientização da população e dos agricultores quanto à preservação dos meliponíneos e de seus habitats naturais.

Dessa forma, objetivou-se por meio deste trabalho caracterizar a diversidade de abelhas nativas sem ferrão, aspectos ecológicos e os fatores antrópicos associados à conservação dessas espécies em comunidades rurais inseridas no bioma Caatinga, no município de Pio IX, Piauí.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Pio IX, Piauí, distante 444 km da capital Teresina, possui população estimada em 17.948 pessoas, com área territorial de 1.948.142 Km², densidade demográfica de 9.04 habitantes Km², clima semiárido e relevo composto por duas formas: rochas sedimentares arenosas de formação serra grande e superfície com depressões, cristais e lagoas de acordo com o IBGE (2022).

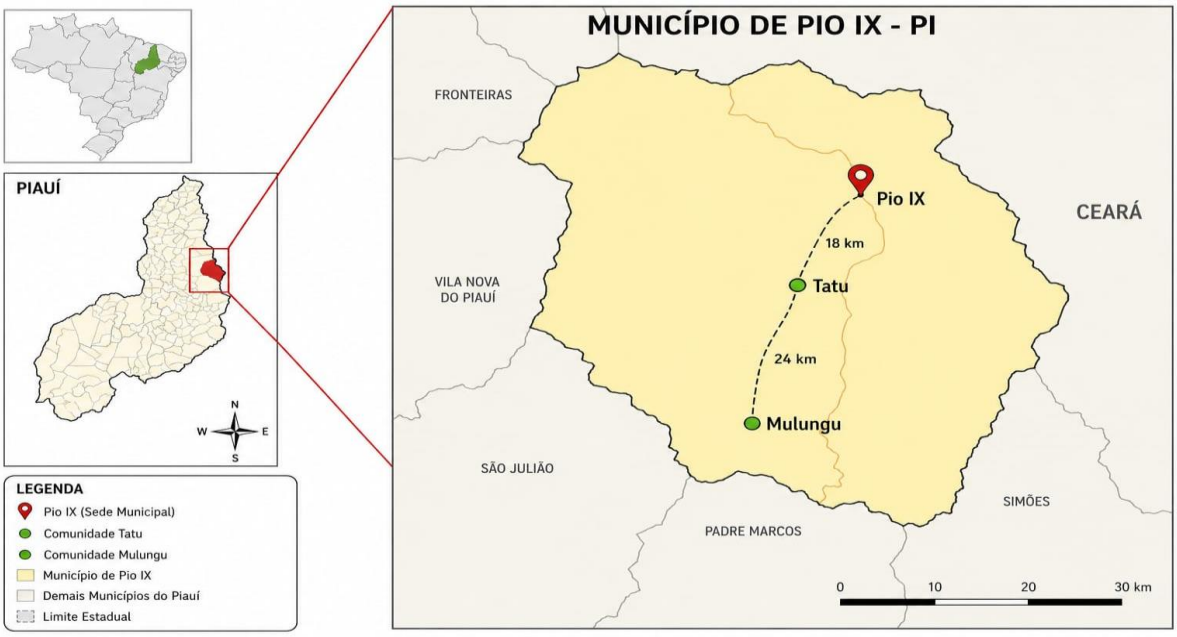
O município está situado no bioma Caatinga e conta com dois tipos de vegetação associadas a dois domínios fisionômicos distintos: a caatinga hipoxerófila associada as áreas de planalto (serras) com altitudes, geralmente, superiores a 550 metros, caracterizada por topografia plana a suave ondulada com predominância de Latossolos Amarelos junto à Neossolos Quartzarênicos; a caatinga hiperxerófila associada as áreas de "sertão" constituída por relevo movimentado, de superfícies onduladas intermitentes pela rede de drenagem e fundos de vale, onde prevalecem Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho Amarelos (Alencar *et al.*, 2022). Além disso, vale destacar que Pio IX é uma região rica em minerais, especificamente o mármore, que vem frequentemente sendo explorado.

O presente estudo foi realizado em duas comunidades da zona rural de Pio IX, Piauí: Mulungu e Tatu são duas comunidades da zona rural que ficam a cerca de 22 km da cidade de Pio IX (Figura 1), têm clima semiárido, com temperatura de 19° a 36° C anualmente.

A pesquisa ocorreu nos meses de dezembro de 2025 a março de 2026, compreendendo o período chuvoso, por isso não foi feito sazonalidade neste estudo, foram feitas visitas quinzenais, nos turnos manhã (das 8 horas às 10 horas) e tarde (das 16 horas às 17 horas).

Pontos de coleta foram definidos de acordo com espécies arbóreas em que se observou maior visitação de abelhas durante visita experimental de campo nas duas comunidades rurais. Foram marcados um total de cinco (05) pontos para coletar e observar as amostras, com distância de cinco (05) metros um do outro. Quanto ao número de coletas por pontos, foram estimados oito (08) coletas por ponto, o que totalizaria 40 coletas, no entanto não foi possível realizar coletas, das abelhas fazendo a polinização. Assim as observações foram feitas quinzenalmente, no horário em que se observou maior visitação das abelhas.

Figura 1 - Mapa da cidade de Pio IX, Piauí, Brasil com destaque para as comunidades rurais Tatu e Mulungu.



Fonte: Mapa adaptado com uso de IA/*ChatGPT*.

Para a coleta das amostras de identificação das abelhas nativas sem ferrão (ANSF) foram montados ninhos-isca (ninho armadilha) que consistem em uma técnica importante, pois além de facilitar o processo de observação e captura, não agride o meio ambiente porque se beneficia da enxameação natural das abelhas sem ferrão (Oliveira *et al.* 2009). Os ninhos-isca foram produzidos de materiais reciclados como garrafas pets, embalagens de leite líquido (constituídos de alumínio, camadas de papel e plástico), fita adesiva e plástico preto. No interior do ninho-isca, para atrair as ANSF, foi colocado um líquido composto por álcool, própolis e cera, que consiste em um liberador de feromônios (Antonietti; Sedrez, 2021).

Para a identificação das ANSF, foi utilizado a ficha catalogada do site A.B.E.L.H.A (2025). As plantas visitadas também foram observadas e registradas, por observação direta, através de fotos e anotações em campo. Apesar da sua importância, sabe-se que as ANSF correm risco de extinção por ações antrópicas, dentre elas o uso de agrotóxicos, queimadas e desmatamento. Por isto, a fim de analisar os principais fatores que podem afetar a conservação das abelhas sem ferrão do local de estudo, se observou durante as visitas de campo a presença desses fatores, assim como foi adotado o diálogo informal com agricultores das comunidades, em que ocorreu esse estudo, para obter informações pertinentes, por exemplo, em relação ao uso de agrotóxicos. Dessa forma, salienta-se que este projeto não foi submetido a um comitê de ética.

Após o término da pesquisa, no intuito de contribuir com o desenvolvimento de forma sustentável e com a preservação das ANSF, medidas de manejo e conservação foram propostas utilizando literatura especializada e por meio de retorno a comunidade com os achados deste estudo.

Por fim, os procedimentos metodológicos adotados foram planejados para permitir que os dados obtidos fossem representativos da situação atual em que se encontram as abelhas sem ferrão e possam contribuir para auxiliar em mais pesquisas acadêmicas e medidas sustentáveis sejam adotadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas cinco espécies de abelhas e localizados treze ninhos nas duas comunidades.

Neste estudo foram utilizados ninhos-isca para capturar as abelhas, porém não foi possível capturá-las com as iscas (Figura 2). De acordo com Benetti (2025), os ninhos-armadilha/isca só são considerados como ocupados, ou seja, com ninho fundado, caso fossem observados a formação de uma entrada de ninho completa ou incompleta na boca da armadilha ou com construção interna. Além disso, a ausência de captura também pode indicar que o atrativo utilizado não foi suficiente para determinadas espécies, ou está relacionado com a ampla disponibilidade de cavidades naturais.

Figura 2- Ninho-isca artesanal instalado em tronco de árvores para captura e monitoramento de abelhas nativas sem ferrão (Meliponíneos) nas comunidades Mulungu e Tatu.

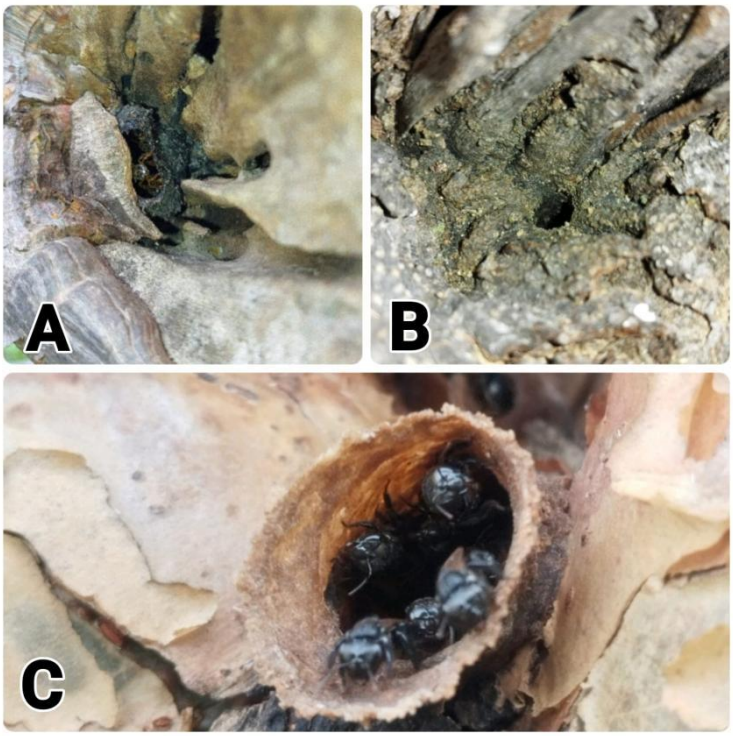


Fonte: Autores, 2026.

Na comunidade Tatu foram localizados sete ninhos ao todos; cinco da espécie *Scaptotrigona depillis* Moure (1942) (Canudo), um da *Frieseomelitta doederleini* Friese (1900) (Moça branca) e um da *Melipona marginata* Lepeletier (1836) (Manduri) (Figura 3).

Seus ninhos são geralmente feitos em ocos de árvores. As árvores em que as abelhas nativas sem ferrão (ANSF) fizeram sua nidificação foi *Commiphora leptophoeos* (Mart.) JB Gillett, (Imburana de espinho) e *Poincianella pyramidalis* Tui. (Catingueira).

Figura 3- Padrões de nidificação e morfologia de entrada de colônias de diferentes espécies de abelhas nativas sem ferrão (Meliponíneos) na comunidade Tatu, Piauí, Barsil. A - *Frieseomelitta doederleini*; B: *Melipona Marginata*; C: *Scaptotrigona depillis*.



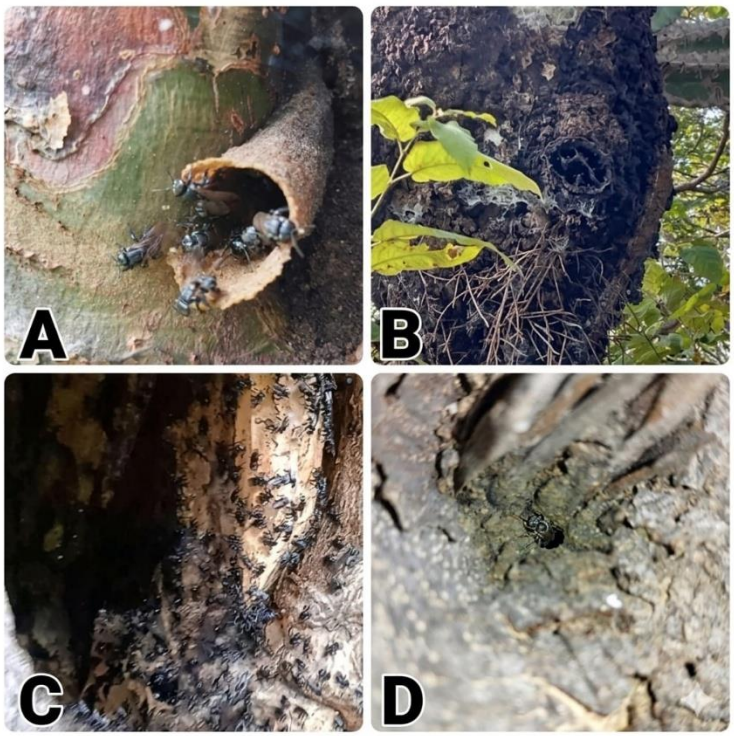
Fonte: Autores, 2026.

Na comunidade Mulungu foram identificados seis ninhos; três da espécie *Scaptotrigona depillis (*canudo), um da *Melipona marginata* (Lepeletier, 1836) (manduri), um da *Trigona fuscipennis* (FRIESE,1900) (sanharó), um da *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) (arapuá) (Figura 4), as árvores que esses ninhos foram encontrados foram a *Commiphora leptophlocos* (Imburana de espinho) *(*Mart.) JB Gillett, *Spodias Tuberosas* (Arruda) (Umbuzeiro), *Cereus jamacaru DC (*Mandacaru) e a *Poincianella pyramidalis (*Tui.) (Catingueira), assim como observado na comunidade Tatu.

A espécie *C. leptophoeos* apresenta tronco com cavidade oca, condição ideal para a instalação dos ninhos das melíponas (Macedo *et al.,* 2020), por isso essa espécie é geralmente preferência das ANSF (EMBRAPA, 2021).

Segundo Macedo *et al.* (2020), as abelhas sem ferrão nidificam em diferentes espécies de árvores. No entanto, 68,98% dos ninhos foram observados em apenas duas espécies de árvores: *Commiphora leptophloeos* (Imburana de espinho) *(*Mart.) JB Gillett, com 46,66%, seguinda por *Poincianella pyramidalis catigueira* (Tui.), 23,32%.

Figura 4- Padrões de nidificação e morfologia de entrada de colônias de diferentes espécies de abelhas nativas sem ferrão (Meliponíneos) na comunidade Mulungu, Piauí, Brasil. A- *Scaptotrigona depillis*; B-*Trigona spinipes*; C-*Trigona fuscipennis*; D- *Melipona marginata.*



Fonte: Autores, 2026.

Espécies arbóreas nativas da Caatinga são relevantes na manutenção da biodiversidade das ANSFs, pois oferecem ocos naturais para abrigo e proteção dos meliponíneos. Estudos em regiões do semiárido reforçam esses dados e corroboram com a ideia de que é urgente a conservação dessas espécies vegetais para a biodiversidade local (EMBRAPA, 2021; Silva *et al.,* 2021).

De acordo com o site A.B.E.L.H.A. (2015), diferente das outras abelhas, a *Trigona spinipes* (Irapuã) nidifica em locais aéreos não dependendo de ocos de árvores ou outras cavidades para fazer seus ninhos. *T. spinipes* ocorre em quase toda a América do Sul, forma colmeias grandes e populosas, que podem ultrapassar 50 mil indivíduos. Outra característica interessante é que essa espécie prefere ambientes antropizados e áreas abertas com ninhos orientados pelo vento. É considerada uma espécie bem-sucedida a ambientes de Caatinga por se adaptar bem a ambientes secos e áreas abertas (Valadares; Carvalho; Martins, 2021).

O comportamento das ANSF é peculiar: a espécie *Frieseomelitta doederleini* (Moça branca), por exemplo, ao entardecer as guardas da colônia fecham a entrada dos ninhos deixando apenas pequenas frestas para que ocorra a troca de ar (Figura 5). Fazem esse processo para que possíveis predadores não venham invadir a colônia a noite. De acordo com Grüter *et al.* (2017), as guardas

têm o corpo mais robusto, são mais escuras, além do comportamento ser totalmente diferente das abelhas forrageiras, enquanto as forrageiras voam para trazer alimento (néctar, polén etc.), as guardas ficam na entrada da colônia para impedir a invasão por outras abelhas.

Figura 5 - Registro de abelhas-guarda da espécie *Frieseomelitta doederleini* (moça branca) fechando a entrada do ninho.



Fonte: Autores, 2026.

Estudos realizados por Dalarmani *et al.* (2026), mostram que indivíduos do gênero *Frieseomelitta* têm a capacidade de sofrerem modulação imunológica relacionadas às funções sociais que desempenham na colônia. Além disso, indivíduos defensivos podem desenvolver adaptações fisiológicas específicas, pois a divisão de trabalho coletivo é quem influencia as repostas biológicas da colônia.

Espécies de *Frieseomelitta* são economicamente importantes, amostras associadas a *F. doederleini* apontaram elevada concentração de compostos bioativos, reforçando o interesse científico e econômico pela espécie. A própolis e geoprópolis produzidos por estas abelhas apresentaram significativa presença de compostos fenólicos, flavonoides e atividade antimicrobiana, o que traz potencial para aplicação biotecnológica (Rocha *et al.*, 2024; Santos *et al.*, 2023; Santisban *et al.*, 2019).

Os resultados observados neste estudo contribuem para reforçar sobre a importância ecológica e econômica de *F. doederleini* para regiões semiáridas, especialmente a Caatinga, onde desempenham papel essencial na polinização e na manutenção das interações ecológicas.

A *Trigona fuscipennis* (Friese, 1900) (Sanharó) e a *T. spinipes* (Fabricius, 1793) (Irapuã) são conhecidas por serem muito defensivas, elas se enroscam nos cabelos, vão para ouvidos e nariz e têm picada forte causando inchaço no local. Na localidade Mulungu foi possível observar cinco abelhas da espécie *T. spinipes* (Irapuã) polinizando a flor da Abobrinha *Cucurbita moschata* Duch (1747-1948) (abóbora).

Os dados encontrados neste estudo para *Trigona fuscipennis* e *T. spinipes* corroboram os achados na literatura sobre o comportamento de defesa de espécies desse gênero. São abelhas extremamente agressivas, quando comparadas a outros meliponíneos, que são mais dóceis, e quando percebem algum tipo de perturbação no seu ninho, apresentam como resposta ataques coletivos, tentativa de imobilização do invasor e picadas persistentes (Grüter *et al*., 2017; Kärcher; Ratnieks, 2009; Shackleton *et al*., 2015).

De acordo com Shackleton *et al.* (2015) o nível de agressividade de indivíduos do gênero *Trigona* é um dos mais elevados entre os meliponíneos, possuem comportamento que denominaram de "suicidal biting", em que as operárias ficam presas aos seus invasores até mesmo se sofrerem danos fatais durante o ataque. Outra observação relevante é que essas espécies possuem mandíbulas com dentes mais desenvolvidos, por isso a mordida é tão intensa e dolorosa.

Na sequência desse estudo, destaca-se também a possível interferência pela aplicação de agrotóxicos nas culturas agrícolas que pode estar dificultando ou impedindo a ocorrência da polinização e consequentemente a presença das abelhas no local, além do desmatamento e queimadas, resultantes dos impactos antrópicos observados na área de estudo. Estes fatores, de maneira conjunta, afetam diretamente a estabilidade ecológica das colônias, interferindo na disponibilidade de recursos florais e nos locais de nidificação, deixando ainda mais vulnerável os meliponíneos (Sousa *et al*., 2025).

Sobre o uso de agrotóxicos, observou-se que os agricultores não têm consciência quanto aos prejuízos causados pelo uso indiscriminado destes produtos, pois nas comunidades estudadas era frequente a utilização a sua utilização nas culturas agrícolas. O uso dos agrotóxicos contribui para a diminuição das abelhas, além de ser um grave problema de saúde pública, afetando toda a cadeia alimentar.

Em estudo realizado por Farder-Gomes e Ferreira Nocelli (2024), observou que os agrotóxicos interferiam seriamente no comportamento das abelhas, causando danos no corpo e comprometendo atividades relevantes, tanto de sintetização de proteínas importantes para o sistema imune quanto de sobrevivência. Conforme os autores, a sobrevivência das abelhas aos

agrotóxicos pode ser ainda mais problemático porque enfraquece e diminui a colônia, além de provocar o efeito da bioacumulação contaminando a cadeia alimentar.

Os agrotóxicos, mesmo em doses baixas, podem afetar a mobilidade, sobrevivência e provocar alterações importantes no comportamento e sistema imunológico das ANSF. Sobre isto, Góngora-Gamboa *et al.* (2022), ao observarem e analisarem espécies neotropicais de meliponíneos, concluíram elevada mortalidade das abelhas após exposição a inseticidas muito comuns na agricultura como imidacloprido e dinotefuran. Os autores também observaram que essas substâncias interferem e comprometem atividades essenciais como o forrageamento e manutenção das colônias.

Herbicidas, por exemplo, foram desenvolvidos para eliminar gramíneas indesejáveis e outras plantas e pragas em culturas ou corpos d'água, e embora esses compostos sejam utilizados para interferir nos processos metabólicos das plantas, os compostos ativos também podem ser tóxicos para as abelhas e, por isso, são apontados como importante ameaça aos meliponíneos. Nesse contexto, o que mais preocupa pesquisadores é o fato dos efeitos dessas substâncias serem sentidas e observadas a longo prazo, o que dificulta o diagnóstico precoce, porém também há deficiência quanto aos estudos toxicológicos voltados para as ANSF e os impactos reais que os agrotóxicos trazem são ainda subestimados (Bogo *et al.*, 2025).

Outro fator amplamente relacionado ao declínio das ANSF é o desmatamento e as queimadas. Na comunidade Mulungu, especialmente, nos últimos cinco anos o índice de desmatamento e queimadas foi alto, o que pode ter afetado a população de abelhas nativas sem ferrão (ANSF) da região, pois a maioria das árvores derrubadas são as que as abelhas fazem a nidificação.

A perda da cobertura vegetal para instalação dos ninhos compromete não só a nidificação, mas também a alimentação, reprodução e expansão das colônias. Estudo realizado por Souza *et al.* (2025), em áreas de Caatinga demonstrou que ambientes com maior índice de preservação são mais sustentáveis para os meliponineos, por outro lado, aqueles mais antropizados exibem maior nível de estresse nas abelhas.

Outra preocupação constante são as mudanças climáticas. As queimadas influenciam nesse cenário, pois o fogo ajuda a alterar as condições microclimáticas, provoca a rápida degradação da vegetação destruindo diretamente os ninhos em troncos e árvores, além de reduzir os recursos florais e comprometer a regeneração da flora usada pelas abelhas.

Todos os fatores mencionados comprometem desde a sobrevivência individual das ANSF a estabilidade ecológica das colônias, além dos serviços de polinização que são fundamentais para

a manutenção da biodiversidade. Assim, entende-se que é essencial adotar e fortalecer estratégias de conservação da vegetação nativa e políticas de manejo sustentável voltados para a proteção e preservação dos meliponineos, especialmente em regiões semiáridas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que nas duas comunidades, Tatu e Mulungu, há uma variedade de abelhas nativas sem ferrão (ANSF). Essas abelhas realizam nidificação em ocos de árvores, sendo mais comuns em Imburana de espinho *Commiphora leptophlocos* e Catingueira *Poincianella pyramidalis*. Além disso, apresentam diferentes comportamentos, incluindo variados modos de defesa.

Entretanto, observou-se também a presença de fatores antrópicos como queimadas e o uso de agrotóxicos na região, causas que podem estar acarretando o declínio e morte dessas abelhas e comprometendo a preservação das espécies. No entanto, nesta pesquisa não foi investigado diretamente a relação fatores antrópicos, mencionados, e a redução da fauna meliponínea e flora onde esta habita.

Por fim, conclui-se que é importante que se desenvolva projetos e amplie políticas públicas voltados a preservação das abelhas nativas sem ferrão (ANSF) no município, visando a conservação das espécies e de seus habitats, subsidiando estratégias de preservação, o equilíbrio e sustentabilidade ambiental, ampliar estudos sobre ecologia, comportamento e polinização das ANSF.

REFERÊNCIAS

ABELHA (Associação Brasileira de Estudos das Abelhas). **O papel das abelhas Irapuás como polinizadores na agricultura e em habtats degradados** . São Paulo, 2015. Disponivel em: https://abelha.org.br/o-papel-das-abelhas-irapuas-como-polinizadores-na-agricultura-e-em-habitats-degradados/ Acesso em: 07/Dez/2026.

BENETTI, C. **Eficiência na atratividade de ninhos-armadilhas para abelhas sem ferrão (Hyminoptera: meliponini) em um fragmento de cerrado**. 2025. 25 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2025.

BOGO, G. *et al.* Current status of toxicological research on stingless bees (Apidae, Meliponini): Important pollinators neglected by pesticides' regulations. **Environmental Pollution**, Londres, v. 314, p. 120258, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.178229

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Abelhas da Caatinga**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/fauna/abelhas . Acesso em: 9 maio 2026.

CUCURBITACEAE. *in* **Flora e Funga do Brasil.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, [2026]. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB82120. Acesso em: 30 abr. 2026

DALARMI, F. A. *et al.* Developmental and behavioral modulation of humoral immunity in the stingless bee *Frieseomelitta varia.* **Apidologie**, [*S. l.*], v. 57, n. 31, p. 1-14, 2026. DOI: https://doi.org/10.1007/s13592-026-01270-8

FARDER-GOMES, O. F.; FERREIRA NOCELLI, R. C. Queda na locomoção e falhas no sistema imune: estudo mostra como agrotóxicos afetam abelhas nativas. **Biota FAPESP,** 2024. Disponível em: Queda na locomoção e falhas no sistema imune: estudo mostra como agrotóxicos afetam abelhas nativas Acesso em: 27 abr. 2026.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro (2026). Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br . Acesso em: 1 Abr 2026

GIANNINI, T. C. *et al.* Polinizadores de culturas no Brasil: uma revisão das interações relatadas. **Apidologie,** [*S. I.*], v. 46 , p.209–223, 2015. DOI: .https://doi.org/10.1007/s13592-014-0316-z.

GÓNGORA-GAMBOA, G. *et al.* Toxicity of insecticides commonly used in agriculture to neotropical stingless bees. **Insects,** Basileia, v. 13, n. 10, p. 961, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/insects13100961.

GRÜTER, C. *et al.* Evolução reptida de subcastas de soldados sugere que o parasitismo impulsiona a compexidade social de abelhas sem ferrão. **Nature communications,** [*S. I.*], v. 8, art. 12, 2017. DOI: https://doi.org/10.1038/s41467-016-0012-y.

HICKMAN JÚNIOR, C. P. ; KEEN, S. L.; EISENHOUR, D. J.; LARSON, A.; I'ANSON, H. **Princípios integrados de zoologia**. 19ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023.

KÄRCHER, M. H.; RATNIEKS, F. L. W. Mass recruitment to food sources in stingless bees: adaptive significance and mechanisms. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, Heidelberg, v. 63, p. 949-958, 2009. DOI: https://doi.org/10.1007/s00265-009-0728-0.

MACEDO, C. R.; AQUINO, I. S.; BORGES, P. F. Comportamento de nidificação de abelhas melíponas. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 21, p. 58736, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-6891v21e-58736 .

MACEDO, C. R. *et al.* Comportamento da nidificação de abelhas melíponas. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 21, p. 58736, 2020. DOI: 10.1590/1809-6891v21e-58736.

ROCHA, V. M. *et al.* Propolis from different Brazilian stingless bee species: phenolic composition and antimicrobial activity. **Food Production, Processing and Nutrition,** Londres, v. 6, art. 12, 2024. DOI: https://doi.org/10.1186/s43014-023-00195-4

SANTISTEBAN, R. M. *et al.* **Análises melissopalinológicas, físico-químicas, atividade antirradicalar e perfil químico por UPLC-DAD-QTOF-MS/MS dos méis de Frieseomelitta doederleini**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019. Disponível em:

https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1154772. Acesso em: 11 maio 2026

SANTOS, R. M. S. *et al.* Chemical profile and biological activities of geopropolis produced by stingless bees of the genus *Frieseomelitta*. **Saudi Journal of Biological Sciences**, Riade, v.30, n. 6, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2023.103676.

SHACKLETON, K. *et al.* Appetite for self-destruction: suicidal biting as a nest defense strategy in Trigona stingless bees. **Behavioral Ecology and Sociobiology,** Heidelberg, v. 69, p. 273-281, 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/s00265-014-1840-6.

SILVA, J. R. *et al.* Identificação de ninhos de abelhas sem ferrão e suas preferências quanto às espécies vegetais para nidificação. **Cadernos de Agroecologia**, [*S. l.*] v. 20, n. 1, 2025. Disponível em: https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/10306. Acesso em: 9 maio 2026

SILVA-LUZ, C. L.; *et al.* Anacardiaceae. *in* **Flora e Funga do Brasil.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2026. Disponível em: https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB4405 . Acesso.em01 mai. 2026

SOUZA, l. L. B. *et al.* Efeitos do estresse antropogênico sobre as abelhas sem ferrão *Melipona mandacaia* que habitam ambientes urbanos e naturais. **Environmental Pollution,** Londres, v. 308, 2022. 119648. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119648.

TRIGONA fuscipennis Friese, 1900 *in.* **GBIF Secretariat Taxonomy.[***S. I.***]**: GBIF Secretariat, 2023. DOI: http://doi.org/10.15468/39omei .

VALADARES, E. F.; CARVALHO, A. T.; MARTINS, C. F. Nest density, spatial distribution, and bionomy of Trigona spinipes (Apidae: Meliponini). **Journal of Apicultural Research**, Chicago, v. 62, n. 4, p. 680–691, 2021. DOI: https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1917861.

WITTER, S. *et al.* **Guia de reconhecimento de abelhas sem ferrão do rio grande do sul.** Porto Alegre SEAPI/DDPA, 2023. Disponível em: https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202308/24100830-e-book-guia-de-reconhecimento-de-abelhas-sem-ferrao-do-rio-grande-do-sul-2023-compactado . Acesso em: 29 abr. 2026.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.P. Cactaceae *in* **Flora e Funga do Brasil.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro 2026. Disponível em: https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB1447 . consulta.publica.uc.citacao.acesso.em 01 maio. 2026

CAPÍTULO 17

CONSERVAÇÃO DA FLORA DA CAATINGA: REGISTRO DE ESPÉCIES NATIVAS E AMEAÇADAS NA COMUNIDADE FORMIGA, SIMPLÍCIO MENDES, PIAUÍ, BRASIL

CONSERVATION OF THE CAATINGA FLORA: A SURVEY OF NATIVE AND THREATENED PLANT SPECIES IN THE FORMIGA COMMUNITY, SIMPLÍCIO MENDES, PIAUÍ, BRAZIL

Lucilânia Rodrigues Carvalho
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Alane Borges Rodrigues
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas,Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Elizângela Nascimento de Sousa
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Mariana de Nazaré Fortaleza
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Pio IX, Brasil

Márcia de Barros Nogueira Sousa
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Janete Barros da Silva
Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/ PRODEMA, Teresina-PI, Brasil

Santina Barbosa de Sousa
Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/ PRODEMA, Teresina-PI, Brasil

Ana Paula dos Santos Correia Lima da Silva
Pós-Doutora em Biotecnologia pela Universidad Nacional de Córdoba - Argentina, UNC, Argentina

Maria do Amparo de Moura Macêdo
Doutora em Desenvolvimento em Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/ PRODEMA, Teresina-PI, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1278

Resumo: Objetivou-se por meio deste estudo, identificar espécies típicas da Caatinga, com destaque para as ameaçadas, no município de Simplício Mendes (PI). A pesquisa foi realizada na localidade Formiga, zona rural do município, por meio de visitas de campo, entre janeiro e março de 2026. Foram utilizadas metodologias de reconhecimento de área, caminhamento transversal, registro fotográfico e georreferenciamento por GPS. Observou-se predominância de cactáceas e de espécies típicas da Caatinga ameaçadas de extinção como a Baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), além de espécies com população reduzida como o Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e Imburana de Cambão (*Commiphora leptophloeos*). Também foi constatada a ausência de *Amburana cearensis*, anteriormente comum na região, sugerindo possível declínio populacional da espécie. Os resultados indicam que o desmatamento e a extração ilegal de madeira são as principais ameaças à flora local, reforçando a necessidade de fiscalização, educação ambiental e monitoramento contínuo das áreas naturais. Conclui-se que a conservação das espécies vegetais da Caatinga depende da aplicação de ações de fiscalização, educação ambiental e monitoramento contínuo das áreas naturais.

Palavras-chave: Biodiversidade. Desmatamento. Extinção. Semiárido. Vegetação xerófila.

Abstract: This study aimed to identify plant species typical of the Caatinga biome—with a focus on threatened species—in the municipality of Simplício Mendes, Piauí (PI). The research was conducted in the Formiga locality, in the municipality's rural area, through field visits between January and March 2026. Methodologies included area reconnaissance, transect walks, photographic documentation, and GPS georeferencing. A predominance of Cactaceae and threatened Caatinga species, such as Baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), was observed, alongside species with reduced populations like the Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) and Imburana de Cambão (*Commiphora leptophloeos*). The absence of *Amburana cearensis*—previously common in the region—was also noted, suggesting a possible population decline for the species. The results indicate that deforestation and illegal logging are the primary threats to local flora, underscoring the need for enforcement, environmental education, and continuous monitoring of natural areas. It is concluded that the conservation of Caatinga plant species depends on the implementation of enforcement measures, environmental education, and continuous monitoring of natural areas.

Keywords: Biodiversity. Deforestation. Extinction. Semiarid Region. Xerophytic Vegetation.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga constitui o único bioma exclusivamente brasileiro, ocupando aproximadamente 850 mil km² da região Nordeste. Sua vegetação apresenta características adaptativas ao clima semiárido, como folhas reduzidas, caules suculentos e mecanismos de armazenamento hídrico, possibilitando a sobrevivência das espécies em períodos prolongados de estiagem. Além de sua relevância ecológica, a Caatinga possui importância econômica, social e cultural para as populações do semiárido (Moura; Silva, 2021).

Apesar de sua relevância ambiental, a Caatinga encontra-se entre os biomas brasileiros mais ameaçados pelas ações antrópicas, pois o avanço das atividades agropecuárias, a exploração madeireira, as queimadas e a retirada indiscriminada da vegetação têm provocado intensa degradação ambiental e redução da biodiversidade. De acordo com a Portaria nº 148/2022 do

Ministério do Meio Ambiente, dezenas de espécies vegetais encontram-se ameaçadas de extinção, especialmente representantes das famílias Cactaceae, Fabaceae e Anacardiaceae (Brasil, 2022).

No estado do Piauí, a Caatinga apresenta importante representatividade territorial, sendo encontrada principalmente em regiões do sudeste piauiense. O município de Simplício Mendes localiza-se em área de predominância de Caatinga hiperxerófila, caracterizada por vegetação adaptada às elevadas temperaturas e à baixa disponibilidade hídrica. Nessa região, diversas espécies vegetais apresentam importância ecológica e econômica, destacando-se a Baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.), a Umburana-de-cheiro (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm.) e o Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda).

Conforme Santos e Aquino (2021), áreas de Caatinga no Piauí vêm sofrendo impactos crescentes decorrentes da exploração humana desordenada, e esses impactos refletem diretamente na redução de espécies arbóreas consideradas vulneráveis ou ameaçadas de extinção. Além disso, espécies de crescimento lento e de elevado valor madeireiro tornam-se mais suscetíveis à exploração ilegal.

A ausência de levantamentos florísticos específicos em determinadas comunidades rurais dificulta o desenvolvimento de estratégias de preservação ambiental. Nesse contexto, a localidade Formiga, situada na zona rural de Simplício Mendes, apresenta relevância para estudos voltados ao monitoramento da flora nativa e identificação de espécies ameaçadas.

Diante disso, objetivou-se por meio deste estudo identificar espécies vegetais típicas da Caatinga com destaque para as ameaçadas de extinção no município de Simplício Mendes (PI), analisando sua ocorrência, as principais ameaças ambientais e possíveis estratégias de conservação da biodiversidade local.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Abordagem metodológica

A pesquisa foi desenvolvida por meio de estudo de campo, com caráter aplicado, buscando compreender e registrar a ocorrência de espécies ameaçadas em área de Caatinga. O trabalho apresenta abordagem qualitativa, com objetivos exploratórios e descritivos, realizado através de caminhamentos na vegetação, observações diretas, registros fotográficos, georreferenciamento e coleta de material botânico para identificação das espécies encontradas.

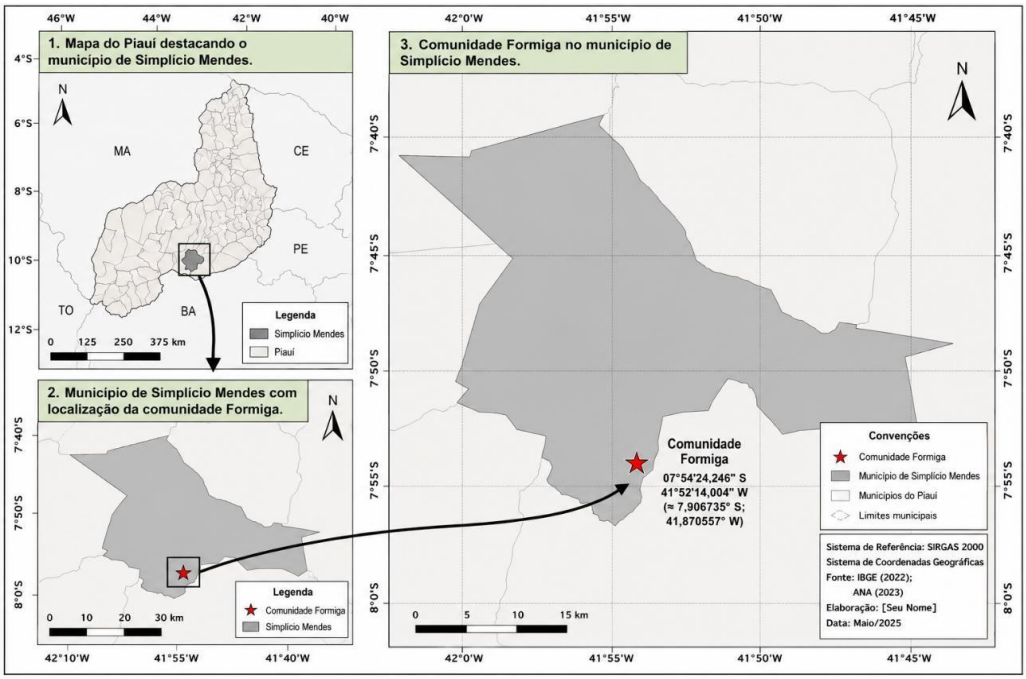
O estudo possui caráter ecológico e também conservacionista, pois teve como foco a identificação e caracterização de espécies ameaçadas de extinção, tomando como base os critérios estabelecidos pela International Union for Conservation of Nature (IUCN).

2.2 Caracterização da área de estudo

O município de Simplício Mendes possui área de 1.345 km² e população estimada em 13.881 habitantes, conforme o Censo 2022 do IBGE (IBGE, 2022; INMET, 2025). Integra a região hidrográfica do Parnaíba, apresentando significativa importância ambiental devido à presença de remanescentes de vegetação nativa adaptados às condições de escassez hídrica, além de importantes espécies consideradas como ameaçadas de extinção.

A pesquisa foi desenvolvida na localidade Formiga, zona rural do município de Simplício Mendes, situada na região sudeste do estado do Piauí, distante aproximadamente 7 km da sede municipal (Figura 1). A área apresenta vegetação típica de Caatinga hiperxerófila, como o relevo suavemente ondulado e solos arenosos, clima semiárido e precipitação média anual aproximada de 700 mm, temperaturas médias entre 25°C e 30°C, regime de chuvas concentrado entre novembro e abril e período seco de maio a outubro (Moura, 2021).

Figura 1- Mapa de localização da comunidade Formiga, zona rural de Simplício Mendes, Piauí, Brasil.



Fonte: Imagem gerada com auxílio de IA/*ChatGPT*.

Formiga já foi reconhecida como um importante ponto de lazer e visitação para moradores de Simplício Mendes e municípios vizinhos, pois abriga uma área de relevante interesse paisagístico e ambiental, conhecida popularmente como "Bico". Historicamente, esse local era utilizado para atividades de lazer, recreação e educação ambiental, recebendo visitantes para a realização de

piqueniques, registros fotográficos e visitas escolares, especialmente durante eventos relacionados à Semana do Meio Ambiente.

A área caracteriza-se pela presença de afloramentos rochosos, árvores de grande porte e vegetação típica da Caatinga, compondo uma paisagem representativa do semiárido nordestino. Outro aspecto marcante do local era a ocorrência de pequenas nascentes e gotejamentos naturais, popularmente denominados "pingas", formados pelo escoamento lento da água entre rochas e raízes das plantas. Durante o período chuvoso, relatos indicam que havia a formação de pequenas quedas d'água, as quais, na estação seca, eram reduzidas a gotejamentos contínuos.

Atualmente a área se encontra em estado de abandono, apresentando sinais de degradação ambiental, com redução de parte da cobertura vegetal e diminuição das ocorrências desses recursos hídricos naturais. Essa situação evidencia a necessidade de ações voltadas à conservação e valorização desse importante patrimônio natural, que possui potencial para a promoção da educação ambiental, do turismo ecológico e da conservação da biodiversidade local.

2.3 Periodicidade das atividades de campo e reconhecimento preliminar da área

As atividades de campo ocorreram entre janeiro e março de 2026, por meio de três visitas técnicas destinadas ao reconhecimento da vegetação local, identificação de espécies ameaçadas e coleta de material botânico. Durante as incursões foram utilizados equipamentos como GPS, câmera fotográfica, podões, tesouras de poda, etiquetas de identificação, sacos plásticos impermeáveis e prensas botânicas, conforme recomendações metodológicas de Rotta, Beltrami e Zonta (2008) foi percorrido cerca de aproximadamente 4 km e os critérios foi o tamanho da arvore, altura, copa da arvore e por ser espécies que já conhecia.

A primeira visita ocorreu em 31 de janeiro de 2026 e teve como finalidade o reconhecimento preliminar da área e identificação visual das espécies predominantes. Foi utilizado o método de caminhamento exploratório, permitindo observação direta da vegetação e comparação com registros históricos da flora local.

A segunda visita foi realizada em 28 de fevereiro de 2026, com foco na prospecção de espécies arbóreas ameaçadas, especialmente *Schinopsis brasiliensis* (Baraúna) e *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm. (Umburana-de-cheiro). Aplicou-se a técnica de caminhamento transversal em áreas de vegetação nativa, acompanhada de registros fotográficos e marcação geográfica dos indivíduos encontrados.

A terceira visita ocorreu em 29 de março de 2026, destinada à coleta de material botânico e georreferenciamento das espécies registradas. Foram coletados folhas e fragmentos de cascas para

análise, além de fotografias das espécies encontradas. Os pontos de coleta foram registrados pelas coordenadas 07°54'24,246" S e 41°52'14,004" W.

2.4 Classificação do risco de extinção

A classificação do risco de extinção das espécies foi baseada nos critérios da *International Union for Conservation of Nature* – IUCN (versão 3.1), considerando aspectos como distribuição geográfica, tamanho populacional, fragmentação de habitat e impactos antrópicos observados durante as visitas técnicas.

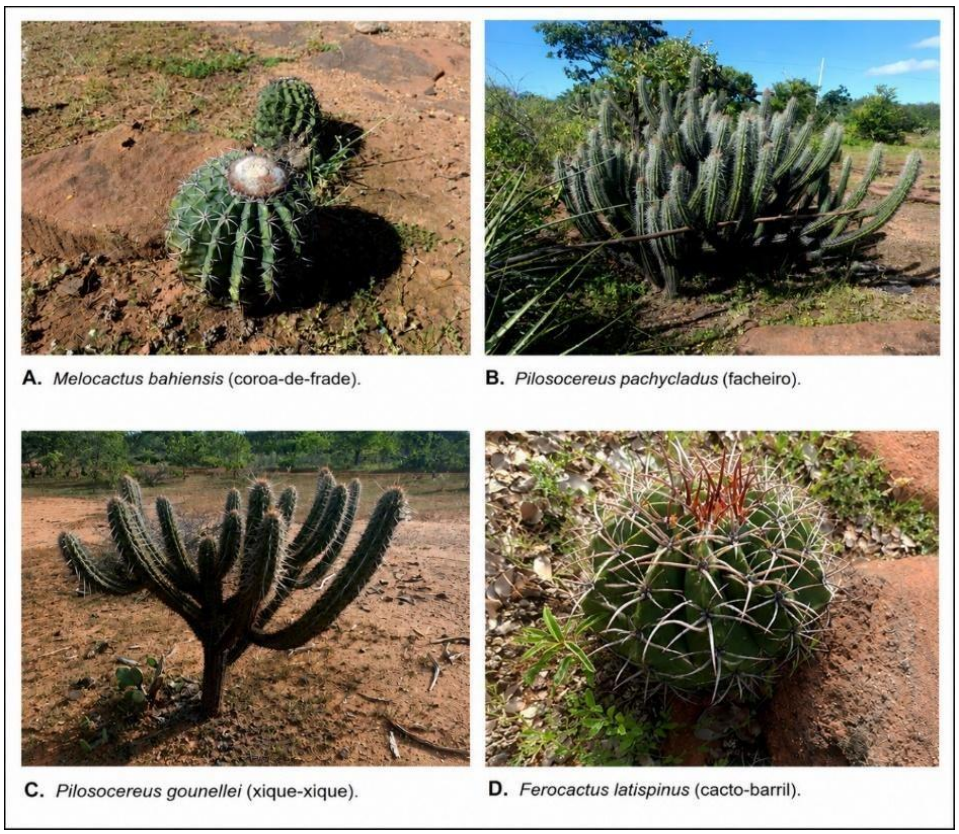
Neste estudo não foi investigado o tamanho populacional das espécies identificadas, assim novos estudos poderão contemplar avaliações populacionais mais detalhadas, uma classificação mais real do grau de ameaça e para o desenvolvimento de estratégias efetivas de conservação dessas espécies.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento florístico realizado na comunidade Formiga permitiu identificar espécies representativas da vegetação da Caatinga, incluindo cactáceas e espécies arbóreas de relevante importância ecológica para o semiárido brasileiro. Entre as espécies registradas destacam-se *Melocactus bahiensis* (Britton & Rose) Luetzelb. (Coroa-de-frade), *Pilosocereus pachycladus* F.Ritter (Facheiro), *Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber) Byles & G.D.Rowley (Xique-xique), *Ferocactus latispinus* (Haw.) Britton & Rose (Cacto-barril), *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm. (Umburana-de-cheiro), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Baraúna), *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett (Imburana-de-cambão) e *Spondias tuberosa* Arruda (Umbuzeiro).

Durante a primeira visita de campo, realizada em janeiro de 2026, observou-se predominância significativa de cactáceas na localidade Formiga (Figura 2). De acordo com as avaliações disponíveis na Lista Vermelha da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), essas espécies não se encontram atualmente classificadas em categorias de ameaça de extinção, sendo enquadradas principalmente na categoria Pouco Preocupante (*Least Concern* – LC).

Figura 2- Cactáceas registradas na localidade Formiga, Simplício Mendes, Piauí.



Fonte: Autores, 2026.

A ocorrência das cactáceas na área estudada mostra a representatividade da vegetação xerófita característica dos ambientes semiáridos e a importância ecológica dos cactos na manutenção da biodiversidade da Caatinga. Embora não sejam consideradas ameaçadas em âmbito global, a conservação de seus habitats naturais é fundamental para garantir a manutenção das populações locais e dos serviços ecológicos associados a essas espécies.

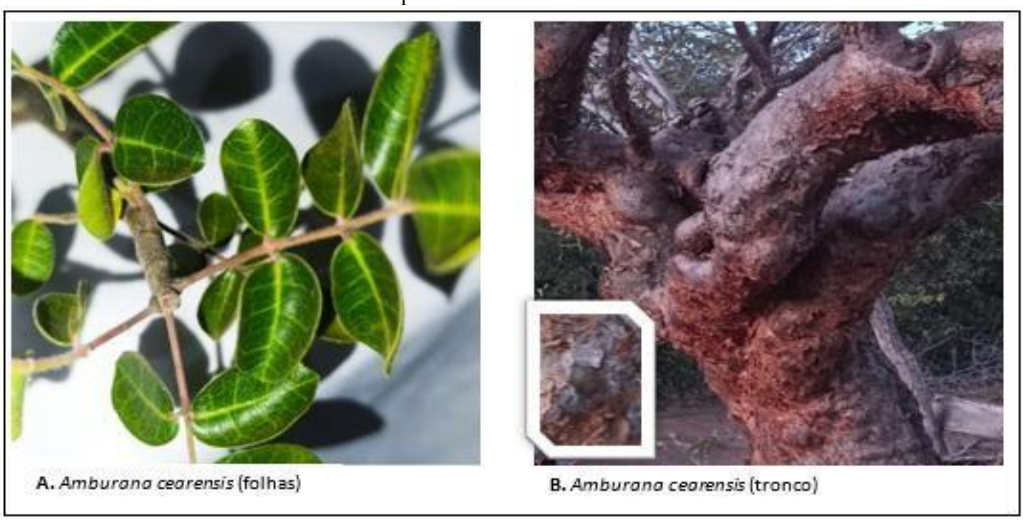
As cactáceas atuam como fontes de alimento, abrigo e suporte para diversas interações ecológicas (Vieira; Silva Neto; Quirino, 2024). Por outro lado, estudos genéticos com *Pilosocereus gounellei* demonstram sua relevância para conservação da biodiversidade e recuperação de áreas degradadas da Caatinga, incluindo populações do estado do Piauí (Monteiro *et al*., 2015). A ocorrência dessas cactáceas na comunidade Formiga reforça a importância da área para a conservação da biodiversidade local, especialmente diante dos sinais de degradação observados e da necessidade de proteger remanescentes vegetacionais representativos da Caatinga.

Estudos sobre os principais responsáveis pelas mudanças na vegetação de Caatinga, realizados por Araújo *et al.* (2023), demonstraram que as perturbações antrópicas constituem o

principal fator de alteração da vegetação da Caatinga, enfatizando a importância da conservação das espécies nativas adaptadas ao semiárido para a manutenção da biodiversidade regional. Nesse contexto, Macêdo *et al.* (2024) constataram que áreas de Caatinga submetidas a distúrbios crônicos ainda podem manter comunidades vegetais bem preservadas, destacando o papel dos remanescentes de vegetação nativa na conservação da diversidade florística, por isso é importante não negligenciar áreas que tenham sofrido pressão antrópica.

Os resultados obtidos com plantas arbóreas, evidenciam possíveis alterações na composição florística da área estudada, refletidas pela redução expressiva de espécies arbóreas tradicionalmente associadas à vegetação local. Entre os principais achados, destaca-se a não identificação de exemplares de Umburana-de-cheiro (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm.), espécie anteriormente registrada na região (Figura 3) e reconhecida por sua importância ecológica, econômica e medicinal para as populações do semiárido.

Figura 3 – Exemplar de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm., espécie classificada como Vulnerável (VU) pela IUCN.



Fonte: Autores, 2026.

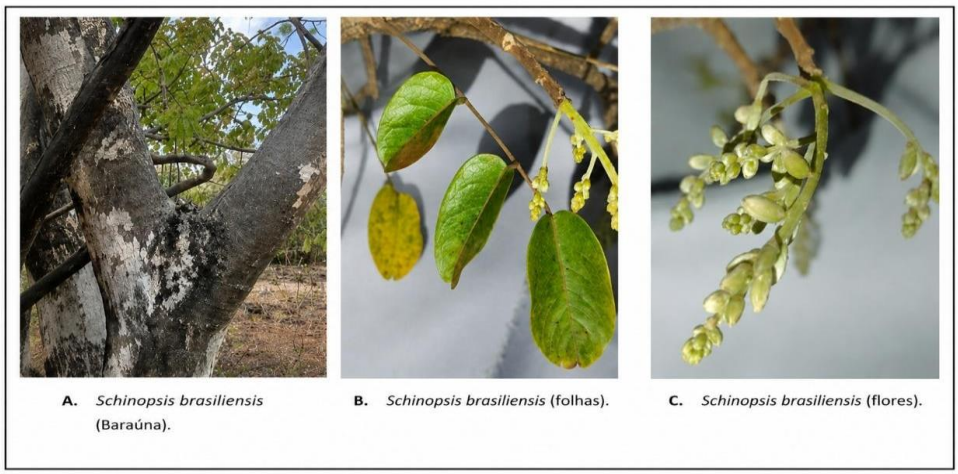
A espécie *A. cearensis* encontra-se classificada como Vulnerável (VU) pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Essa constatação merece atenção, pois a espécie é amplamente citada na literatura como suscetível à redução populacional em decorrência da exploração excessiva e da perda de habitat. Essa ausência pode indicar impactos decorrentes do desmatamento, exploração madeireira e degradação ambiental. Embora este estudo não tenha investigado os fatores responsáveis por sua ausência na área amostrada, os resultados reforçam a necessidade de monitoramento contínuo da vegetação local e da implementação de estratégias voltadas à

conservação das espécies nativas da Caatinga. Durante a atividade de campo também foram observados sinais de desmatamento e retirada ilegal de madeira, evidenciando forte pressão antrópica sobre a flora local.

Segundo Santos *et al.* (2024), espécies arbóreas da Caatinga vêm apresentando elevada vulnerabilidade devido à exploração excessiva dos recursos naturais. A retirada seletiva de espécies de valor comercial reduz a capacidade de regeneração natural e compromete o equilíbrio ecológico do bioma.

Na segunda visita técnica, realizada em fevereiro de 2026, foram identificados exemplares de Baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.), espécie considerada Em Perigo (EN) devido à intensa exploração madeireira (EMBRAPA, 2022). Os indivíduos encontrados apresentavam características compatíveis com espécimes adultos, indicando resistência da espécie em áreas ainda preservadas da vegetação nativa (Figura 4).

Figura 4 –Registro de *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Baraúna), espécie classificada como Em Perigo (EN) pela IUCN, na comunidade Formiga, Simplício Mendes, Piauí.



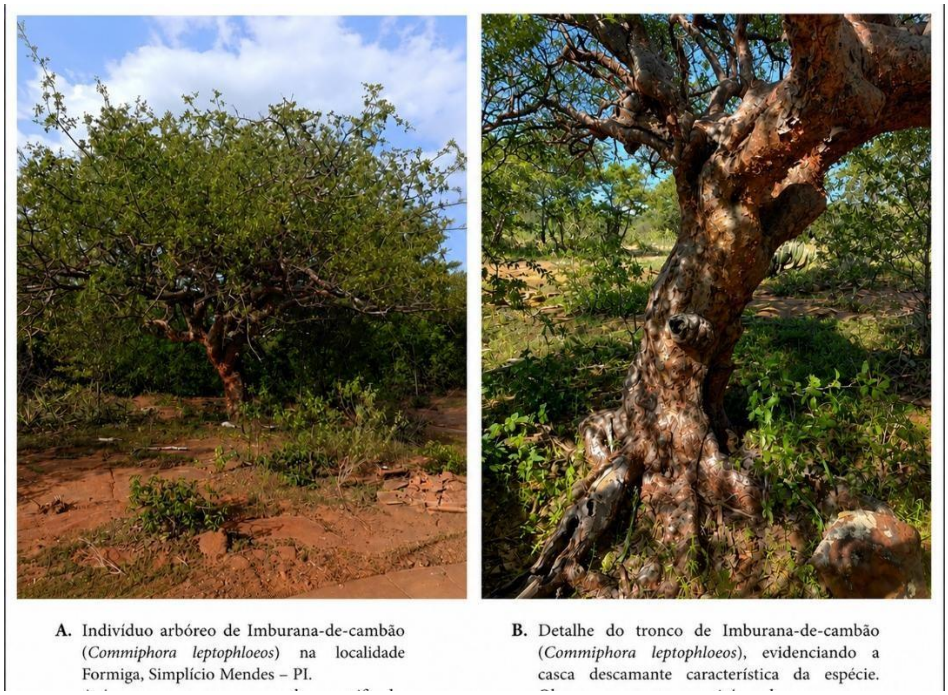
Fonte: Autores, 2026.

A Baraúna é uma espécie característica da vegetação do sertão nordestino, ocorrendo frequentemente em populações agrupadas, embora apresente redução de ocorrência em determinadas áreas. Trata-se de uma árvore de porte médio, podendo atingir aproximadamente 12 metros de altura e cerca de 30 centímetros de diâmetro. Possui casca escura, áspera e com elevado teor de taninos, característica que favorece sua utilização na indústria de curtumes e na medicina tradicional. Sua madeira apresenta alta densidade e resistência, sendo amplamente empregada na fabricação de utensílios, em construções rurais, além de servir como fonte de lenha e produção de carvão vegetal (EMBRAPA, 2022).

A exploração seletiva de espécies lenhosas representa uma das principais ameaças à biodiversidade da Caatinga. Conforme Arraes *et al.* (2025), a remoção contínua de árvores nativas interfere diretamente nos processos ecológicos, dificultando a dispersão de sementes e a regeneração vegetal.

Na terceira visita técnica, realizada em março de 2026, foram registradas a espécie Imburana de Cambão (*Commiphora leptophloeos*) (Figura 5) e o Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) (Figura 6).

Figura 5 – Exemplar de Imburana-de-cambão (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett) registrado na comunidade Formiga, Simplício Mendes, Piauí.



A. Indivíduo arbóreo de Imburana-de-cambão (*Commiphora leptophloeos*) na localidade Formiga, Simplício Mendes – PI.

B. Detalhe do tronco de Imburana-de-cambão (*Commiphora leptophloeos*), evidenciando a casca descamante característica da espécie.

Fonte: Autores, 2026.

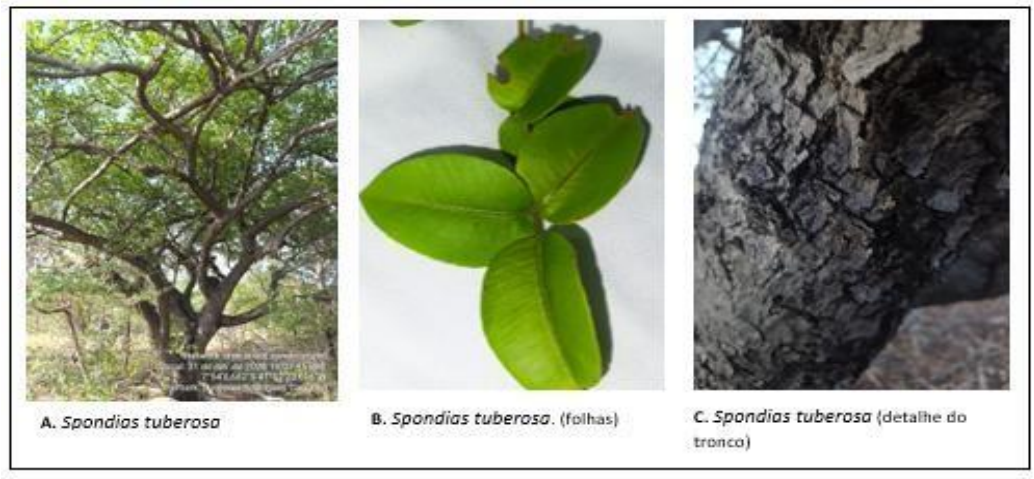
A imburana-de-cambão é uma espécie nativa amplamente distribuída na Caatinga e apresenta elevada adaptação às condições de déficit hídrico do semiárido. A planta perde as folhas durante os períodos mais secos e tem a capacidade de armazenar água em seus tecidos favorecendo sua sobrevivência em ambientes com déficit hídrico. Estudos de modelagem ambiental indicam que *C. leptophloeos* podem se adaptar ecologicamente em diferentes áreas do bioma, reforçando sua relevância para a manutenção da biodiversidade regional (Santos *et al.,* 2023).

Pesquisas sobre a estrutura populacional da espécie indicam que seu crescimento é relativamente lento, aspecto que pode dificultar a reposição natural quando submetida à exploração excessiva (Medeiros *et al.*, 2022). Assim, apesar de sua ampla ocorrência na Caatinga, a utilização

intensiva de *C. leptophloeos* associada à degradação ambiental pode representar um fator de preocupação para a manutenção de suas populações naturais, tornando necessárias ações voltadas ao manejo sustentável e à conservação dos remanescentes vegetacionais.

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) (Figura 6) é uma espécie frutífera nativa da Caatinga com grande importância para as populações do semiárido. Seus frutos são utilizados na alimentação e na produção de diversos derivados, além da espécie ser empregada como portaenxerto. Segundo a EMBRAPA (2022), seu cultivo pode contribuir para a geração de renda e para a convivência com as condições de seca da região. Dessa forma, o umbuzeiro apresenta elevada importância ecológica e socioeconômica para as populações do semiárido, sendo considerado símbolo de resistência da Caatinga.

Figura 6 – Registro de *Spondias tuberosa* Arruda (umbuzeiro), espécie nativa de elevada importância ecológica e socioeconômica para a Caatinga.



Fonte: Autores, 2026.

O umbuzeiro encontra-se avaliado pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) na categoria Pouco Preocupante (*Least Concern* – LC), indicando que a espécie não é considerada ameaçada de extinção em escala global. No entanto, diante do cenário de degradação ambiental existente, principalmente para o bioma Caatinga, pode representar riscos para as populações em determinadas regiões.

Nesse contexto, a ocorrência de *Spondias tuberosa* na comunidade Formiga evidencia a importância da área para a conservação da flora nativa do semiárido. A manutenção dos indivíduos remanescentes contribui não apenas para a preservação da biodiversidade local, mas também para a continuidade dos serviços ecossistêmicos e dos benefícios socioeconômicos associados à espécie.

As condições climáticas observadas durante a terceira visita favoreceram a coleta de material vegetal, especialmente em razão da ocorrência de chuvas isoladas típicas do período úmido regional. A elevada umidade relativa do ar contribuiu para a presença de folhas verdes e melhor identificação das espécies.

Os dados obtidos demonstram que a localidade Formiga ainda conserva parte significativa da biodiversidade vegetal típica da Caatinga. Contudo, os impactos provocados pelo desmatamento e exploração ilegal representam riscos importantes à manutenção das espécies arbóreas nativas.

Dessa forma, torna-se fundamental a implementação de medidas de conservação ambiental, incluindo monitoramento contínuo das espécies ameaçadas, fortalecimento da fiscalização ambiental e ações de educação ambiental junto às comunidades locais. A sensibilização da população rural pode contribuir para a redução das práticas degradantes e para a preservação da biodiversidade regional.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada na localidade Formiga, no município de Simplício Mendes (PI), permitiu identificar importantes espécies vegetais da Caatinga e compreender parte das ameaças que comprometem a conservação da flora regional.

Os resultados evidenciaram a predominância de cactáceas e a permanência de espécies arbóreas relevantes, como a Baraúna, o Umbuzeiro e a Imburana de Cambão. Entretanto, também foi observada a ausência de espécies anteriormente comuns na região, como a Amburana-de-cheiro, sugerindo possível redução populacional associada às ações antrópicas.

O desmatamento, a extração ilegal de madeira e a degradação ambiental podem ser considerados como os principais fatores responsáveis pela vulnerabilidade das espécies vegetais na área estudada. Nesse sentido, torna-se indispensável o fortalecimento de políticas de conservação, fiscalização ambiental e educação ambiental voltadas às comunidades locais.

Conclui-se que o monitoramento contínuo da flora da Caatinga em Simplício Mendes é fundamental para subsidiar futuras pesquisas e ações de preservação da biodiversidade, contribuindo para a conservação das espécies ameaçadas e para a manutenção do equilíbrio ecológico do semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, H. F. P. *et al.* Human disturbance is the major driver of vegetation changes in the Caatinga dry forest region. **Scientific Reports**, [*S. l*], v. 13, n. 18440, 2023. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-023-45571-9

ARRAES, J. C. de C. *et al.* Análises florísticas e fitossociológicas revelam ampla dinâmica vegetacional para a sucessão de áreas perturbadas na Caatinga piauiense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [*S. l.*], v. 18, n. 1, p. 343-368, 2025. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v18.1.p343-368.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 148, de 7 de junho de 2022. **Altera os Anexos das Portarias nº 443, 444 e 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da lista nacional de espécies ameaçadas de extinção**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jun. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/ptbr/assuntos/centros-de-pesquisa/aves-silvestres/arquivos/portaria-148-2022.pdf. Acesso em: 4 jun. 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Bioma Caatinga**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-deinformacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga. Acesso em: 4 jun. 2026.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **The IUCN Red List of Threatened Species: *Spondias tuberosa* Arruda.** Gland, Switzerland: IUCN, 2025. Disponível em: https://www.iucnredlist.org/species/148763261/148763263. Acesso em: 4 jun. 2026.

MEDEIROS, W. P. *et al.* Population structure, diametric distribution and use of *Commiphora leptophloeos* in arboreal Caatinga. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 69, n. 1, p. 62-69, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/0034-737x202269010009

MONTEIRO, E. R. *et al.* Genetic structure of *Pilosocereus gounellei* (Cactaceae) as revealed by AFLP marker to guide proposals for improvement and restoration of degraded areas in Caatinga biome. **Genetics and Molecular Research**, [*S. l.*], v. 14, n. 4, p. 16966-16974, 2015. DOI: https://doi.org/10.4238/2015.december.15.2

MOURA, F. B. P.; SILVA, J. V. **Restauração na Caatinga**. 2. ed. Maceió: EDUFAL, 2021.

MOURA, M. S. B. de. Clima. *In*: **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA**). Bioma Caatinga. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/biomacaatinga/clima. Acesso em: 4 jun. 2026.

ROTTA, E.; BELTRAMI, L. C. C.; ZONTA, M. **Manual de prática de coleta e herborização de material botânico**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. (Documentos, 173). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/315636/1/Doc173.pdf. Acesso em: 4 jun. 2026.

SANTOS, A. S. *et al.* Vulnerabilidade de espécies vegetais raras da Caatinga no semiárido do agreste alagoano. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, [*S. l.*], v. 17, n. 12, p. 1-22, 2024. DOI: https://doi.org/10.55905/revconv.17n.12-273

SANTOS, A. T. dos *et al.* Modelagem do potencial de ocorrência ambiental de quatro espécies arbóreas do Bioma Caatinga. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, GO, v. 20, n. 44, p. 237–525, 2023. DOI: 10.18677/EnciBio_2023B18

SANTOS, J. S.; AQUINO, C. M. S. de. Geomorfologia e geoturismo em unidades de conservação no estado do Piauí: estudos de caso na Serra da Capivara, Sete Cidades e Serra das Confusões. **Revista GeoSertões**, v. 6, n. 12, p. 10-32, 2021. DOI: https://doi.org/10.56814/geosertoes.v6i12.1725

MACÊDO, M. S. *et al.* Everything's not lost: Caatinga areas under chronic disturbances still have well-preserved plant communities. **Journal of Arid Environments**, [*S. l.*], v. 222, p. 105164, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2024.105164

VIEIRA, M. B.; SILVA NETO, E. R.; QUIRINO, Z. G. M. Análise de dados virtuais de herbário sobre *Melocactus* (Cactaceae) na Caatinga: uma síntese reprodutiva e de distribuição geográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 37, e12290, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-21252024v3712290rc

CAPÍTULO 18

DIVERSIDADE DE PLANTAS MEDICINAIS EM ÁREAS DE CAATINGA NO MUNICÍPIO DE INHUMA – PI, BRASIL

DIVERSITY OF MEDICINAL PLANTS IN CAATINGA AREAS IN THE MUNICIPALITY OF INHUMA – PI, BRAZIL

Elizângela Nascimento de Sousa
Graduanda em Licenciatura Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Alane Borges Rodrigues
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Lucilânia Rodrigues Carvalho
Graduanda em Licenciatura Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Mariana de Nazaré Fortaleza
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Pio IX, Brasil

Márcia de Barros Nogueira Sousa
Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Inhuma- PI, Brasil

Janete Barros da Silva
Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/PRODEMA,Teresina-PI, Brasil

Santina Barbosa de Sousa
Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/ PRODEMA, Teresina-PI, Brasil

Ana Paula dos Santos Correia Lima da Silva
Pós-Doutora em Biotecnologia pela Universidad Nacional de Córdoba - Argentina, UNC, Argentina

Maria do Amparo de Moura Macêdo
Doutora em Desenvolvimento em Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí (UFPI)/ PRODEMA, Teresina-PI, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1279

Resumo: O estudo teve como objetivo identificar e caracterizar a diversidade de plantas medicinais em área de Caatinga na comunidade Catingueiro, Inhuma, Piauí, Brasil. A pesquisa apresentou caráter exploratório e descritivo, abordagem qualitativa e quantitativa, desenvolvida por meio de visitas de campo realizadas entre dezembro de 2025 e março de 2026. A identificação das espécies foi realizada com auxílio do aplicativo *PlantNet* e consulta à literatura especializada. Foram registradas oito espécies distribuídas em quatro famílias botânicas, com predominância da família Lamiaceae seguida pelas famílias Amaranthaceae, Asphodelaceae e Poaceae. As espécies identificadas apresentaram uso associado principalmente ao tratamento de afecções respiratórias, inflamatórias e distúrbios digestivos, prevalecendo a utilização das folhas. Foram observados impactos antrópicos que influenciam a distribuição das espécies, especialmente em áreas com maior intervenção humana. Os resultados evidenciam a importância da flora local como recurso biológico relevante e reforçam a necessidade de estudos voltados à caracterização e conservação da vegetação da Caatinga.

Palavras-chave: Ambientes domiciliares. Diversidade vegetal. Semiárido.

Abstract: The study aimed to identify and characterize the diversity of medicinal plants in a Caatinga area within the Catingueiro community in Inhuma, Piauí, Brazil. The research was exploratory and descriptive in nature, employing both qualitative and quantitative approaches, and was conducted through field visits between December 2025 and March 2026. Species identification was carried out using the PlantNet app and by consulting specialized literature. Eight species distributed across four botanical families were recorded; the Lamiaceae family predominated, followed by Amaranthaceae, Asphodelaceae, and Poaceae. The identified species were primarily used to treat respiratory ailments, inflammatory conditions, and digestive disorders, with leaves being the most commonly used plant part. Anthropogenic impacts influencing species distribution were observed, particularly in areas with higher levels of human intervention. The results highlight the importance of the local flora as a significant biological resource and underscore the need for studies focused on characterizing and conserving Caatinga vegetation.

Keywords: Domestic environments. Plant diversity. Semiarid.

1 INTRODUÇÃO

O uso de plantas medicinais constitui uma prática antiga proveniente de diferentes culturas no mundo todo, transmitida principalmente por meio da tradição oral, compreendida como um processo de transmissão de conhecimentos, práticas e valores culturais realizado pela fala, sem o uso de registros escritos. No Brasil, esse conhecimento popular possui grande relevância, especialmente em comunidades rurais e regiões onde o acesso aos serviços formais de saúde pode ser limitado.

A utilização de plantas com fins terapêuticos está profundamente associada à cultura local e ao conhecimento tradicional acumulado ao longo do tempo. Nesse contexto, investigar e estudar plantas medicinais em comunidades tradicionais, contribuem para o reconhecimento da diversidade vegetal e ajuda a entender as formas de uso medicinal associadas a diferentes ecossistemas.

Entre os biomas brasileiros, a Caatinga destaca-se pela diversidade de espécies vegetais adaptadas as condições do semiárido. Apesar de ter sido considerada um ambiente de baixa biodiversidade, pesquisas recentes demonstram que esse bioma abriga um número expressivo de espécies com potencial medicinal, muitas delas utilizadas pela população local no tratamento de diversas enfermidades. Levantamento realizado no estado do Piauí, identificaram 127 espécies de plantas medicinais pertencentes a 48 famílias botânicas, distribuídas entre os biomas Caatinga e Cerrado, evidenciando a riqueza florística e o potencial terapêutico da vegetação presente na região (Alves; Ivanov, 2024).

No município de Inhuma - PI, localizado na região semiárida e inserido no bioma Caatinga, o uso tradicional de plantas medicinais se mantém vivo até os dias atuais entre a população, no entanto, estudos na literatura que trazem levantamento da flora medicinal dessa região são raros. Pereira, Meireles e Meireles (2016) realizaram pesquisa no Povoado Recanto do Prato, comunidade rural da cidade de Inhuma-PI, onde foram identificadas 43 espécies de plantas medicinais sendo estas pertencentes a 25 famílias botânicas. Por outro lado, Araújo (2014), analisou o conhecimento e o uso de plantas medicinais entre os moradores do bairro Meireles, na zona urbana de Inhuma–PI, evidenciando a permanência desse saber na prevenção e tratamento de agravos à saúde.

Muitas famílias, especialmente as mais antigas, fazem uso de chás, garrafadas, lambedores e outros preparos naturais para tratar doenças comuns, como gripes, dores no corpo, inflamações, problemas digestivos e dores nos ossos. No município de Inhuma – PI, especialmente no povoado Catingueiro, localizado na Zona Rural do Município de Inhuma, onde o uso de plantas medicinais é bastante comum entre seus habitantes, ainda não há levantamento da flora medicinal.

Os objetivos deste estudo concentraram-se na identificação e análise das plantas medicinais presentes em área de Caatinga no município de Inhuma, Piauí. Nesse sentido, buscou-se identificar e classificar taxonomicamente as espécies de plantas medicinais encontradas na região.

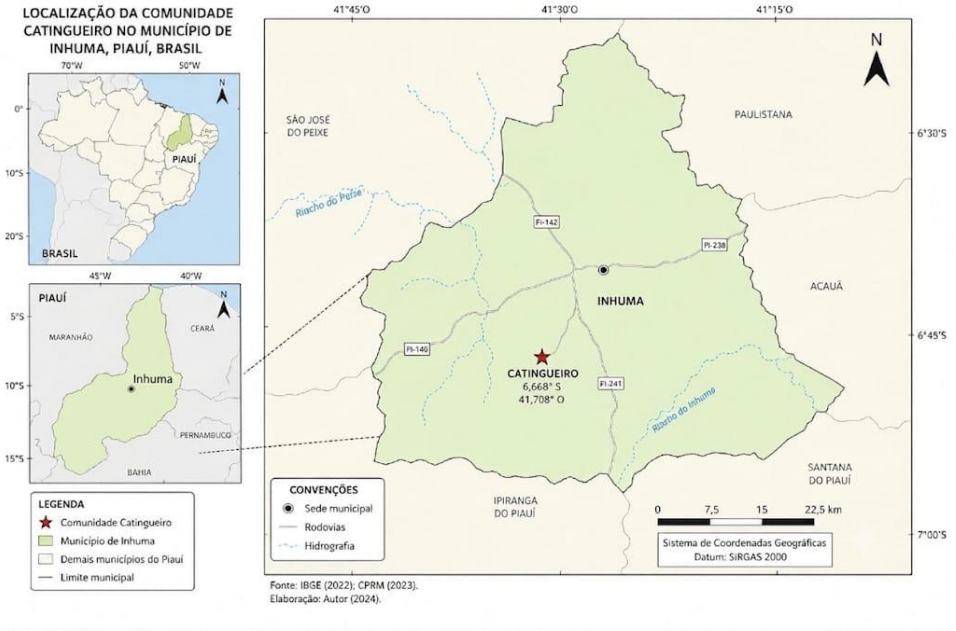
A realização do presente estudo justificou-se pela necessidade de se investigar a diversidade de plantas medicinais no bioma Caatinga, especialmente na comunidade Catingueiro, diante da sua relevância e contribuição tanto para a preservação ambiental quanto para a literatura e conhecimento local. Frente a esse intuito foi possível identificar as principais famílias e espécies de plantas medicinais em região de Caatinga, no município de Inhuma, Piauí, Brasil. Com isso, contribui-se com a comunidade acadêmica e população local sobre a conhecimento da flora, especialmente medicinal, reforçando a importância da preservação ambiental como elemento essencial para a biodiversidade e manutenção da saúde coletiva.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido em área de Caatinga localizada na comunidade rural Catingueiro, situada no município de Inhuma, estado do Piauí, Brasil, a aproximadamente 5,2 km da sede municipal, as coordenadas geográficas aproximadas correspondem à latitude 6,668° S e longitude 41,708° O (IBGE, 2022), admitindo-se pequenas variações (Figura 1).

Figura 1 – Localização da comunidade Catingueiro, município de Inhuma, Piauí, onde foi realizado o levantamento das espécies de plantas medicinais.



Fonte: Imagem gerada com auxílio de IA/*Gemini*.

A região encontra-se inserida no bioma Caatinga, característico do semiárido nordestino, e apresenta vegetação predominantemente composta por espécies xerófitas adaptadas às condições climáticas de baixa disponibilidade hídrica. O clima predominante na região é classificado como tropical semiárido quente, caracterizado por temperaturas médias anuais elevadas, variando entre 25 °C e 36 °C, além de apresentar um período seco prolongado, que se estende por aproximadamente sete a oito meses. As chuvas ocorrem de forma irregular e concentram-se principalmente entre os meses de novembro e março (Santos; Lemos; Andrade, 2024). O relevo local apresenta-se suavemente ondulado, com solos rasos e pedregosos, fatores que influenciam diretamente a composição e a estrutura da vegetação da região, típica das áreas semiáridas do Nordeste brasileiro (Santos; Lemos; Andrade, 2024).

A comunidade rural Catingueiro possui população estimada em aproximadamente 122 habitantes e ocupa uma área territorial de cerca de 70 hectares, apresentando características de

pequeno núcleo rural cuja base econômica está associada principalmente às atividades agropecuárias de subsistência (PESQUISA DIRETA, 2025).

2.2 Abordagem metodológica

A pesquisa teve caráter exploratório e descritivo, com a abordagem qualitativa e quantitativa, envolvendo atividades de campo destinadas ao levantamento, coleta e identificação de espécies de plantas medicinais presentes na área de estudo. Inicialmente, foram realizadas visitas de reconhecimento da área com o objetivo de observar as características ambientais locais, identificar a vegetação predominante e estabelecer contato com moradores da comunidade, que contribuíram com informações relacionadas ao uso tradicional de plantas medicinais na região.

As atividades de campo foram desenvolvidas em diferentes momentos, compreendendo visitas realizadas no período de dezembro de 2025 a março de 2026, período que possibilitou a observação de espécies vegetais em diferentes estágios de desenvolvimento, favorecendo sua identificação. Durante essas visitas, também foram obtidas informações junto aos moradores de 15 residências da comunidade, contemplando nomes populares das plantas, formas de preparo e indicações terapêuticas tradicionalmente utilizadas, o que contribuiu para a contextualização etnobotânica das espécies registradas.

A identificação das espécies vegetais foi realizada por meio de registros fotográficos obtidos durante as atividades de campo, posteriormente analisados com o auxílio do aplicativo *PlantNet,* ferramenta baseada em reconhecimento de imagens amplamente utilizada na identificação preliminar de espécies vegetais (Joly *et al*., 2016). A identificação foi complementada por consultas à literatura científica especializada e à base de dados da Flora e Funga do Brasil, considerando as características morfológicas visíveis, como folhas, flores, hábito de crescimento e demais estruturas diagnósticas observadas nas fotografias.

O levantamento foi realizado por meio de caminhamentos exploratórios em áreas de vegetação da comunidade Catingueiro e em ambientes domiciliares onde são cultivadas plantas medicinais, abrangendo as áreas acessíveis durante o período de dezembro de 2025 a março de 2026. Ressalta-se que o objetivo da pesquisa não consistiu na realização de um inventário florístico exaustivo da vegetação local, mas no registro e caracterização das espécies medicinais encontradas na área de estudo durante o período amostral.

Dessa forma, o número de espécies registradas reflete as condições observadas durante as visitas de campo, podendo ter sido influenciado por fatores como a extensão da área efetivamente percorrida, o período de amostragem, a sazonalidade da vegetação e a distribuição natural das

espécies na comunidade. Assim, os resultados representam um diagnóstico exploratório da flora medicinal local, sem a pretensão de esgotar toda a diversidade de plantas medicinais existente na região.

Em razão do caráter exploratório da pesquisa e da opção por uma abordagem não destrutiva, não foi realizada coleta de material botânico para confecção de exsicatas e depósito em herbário. Essa condição constitui uma limitação metodológica do estudo, sendo recomendável que pesquisas futuras realizem inventários florísticos sistemáticos, com maior esforço amostral e confirmação taxonômica por especialistas, ampliando o conhecimento sobre a diversidade de plantas medicinais da comunidade Catingueiro.

Embora tenham sido registradas apenas oito espécies medicinais, esse resultado deve ser interpretado considerando as características metodológicas do estudo. Diferentemente de levantamentos florísticos amplos realizados em outras localidades do município de Inhuma, esta pesquisa concentrou-se em uma área específica da comunidade Catingueiro, utilizando caminhamentos exploratórios e registros fotográficos das espécies observadas durante o período amostral. Dessa forma, fatores como o tamanho da área efetivamente percorrida, o esforço amostral, a sazonalidade da vegetação e a distribuição natural das espécies podem explicar a menor riqueza registrada. Assim, os resultados obtidos representam um diagnóstico da flora medicinal presente na área estudada, sem a pretensão de abranger toda a diversidade de plantas medicinais existente na comunidade ou no município.

2.3 Análise dos dados

Os dados obtidos foram analisados de forma descritiva e comparativa, buscando compreender de que maneira os fatores ambientais podem influenciar o desenvolvimento, a diversidade e a abundância das espécies vegetais utilizadas para fins medicinais na região.

Dessa forma, a metodologia adotada permitiu não apenas o levantamento e a identificação das espécies medicinais presentes na área estudada, mas também a compreensão da relação entre a flora local, o conhecimento tradicional da comunidade e as condições ambientais que influenciam a manutenção dessa diversidade vegetal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização taxonômica das espécies medicinais registradas em área de Caatinga no município de Inhuma – PI

O levantamento realizado na comunidade Catingueiro permitiu o registro de 8 espécies de

plantas medicinais distribuídas em 4 famílias botânicas, evidenciando baixa riqueza, com concentração da diversidade em determinados grupos taxonômicos.

O número de espécies registradas foi inferior ao observado em outros levantamentos realizados no município de Inhuma (Pereira *et al*., 2016). Essa diferença pode estar relacionada às particularidades metodológicas do presente estudo, que concentrou as observações em uma área específica da comunidade Catingueiro, utilizando registros fotográficos e caminhamentos exploratórios, sem a realização de inventário florístico sistemático ou amostragem intensiva ao longo de diferentes fitofisionomias. Além disso, o levantamento foi realizado entre os meses de dezembro de 2025 e março de 2026, correspondendo a um período inferior a seis meses.

A família Lamiaceae teve maior representatividade, com 4 espécies (*Plectranthus amboinicus* (Lour.), *Plectranthus barbatus* Andrew, *Melissa officinalis* L. e *Coleus madagascariensis* (Pers.) A. Chev., seguida pela família Amaranthaceae, com 2 espécies (*Alternanthera brasiliana* (L.) e *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants), enquanto Asphodelaceae (*Aloe vera* (L.) Burm.f) e Poaceae (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) apresentaram um representante cada (Figura 2).

Figura 2 - Plantas medicinais da comunidade rural Catingueiro, Inhuma, Piauí.



Fonte: Autoria própria (2026).

As observações de campo indicaram que a ocorrência e a identificação das espécies estiveram relacionadas às condições sazonais da região, uma vez que o levantamento foi realizado entre os meses de dezembro de 2025 e março de 2026, período correspondente

predominantemente à estação chuvosa no município de Inhuma, Piauí.

Durante a estação chuvosa a vegetação da Caatinga apresenta maior desenvolvimento vegetativo, com folhas, flores e frutos mais evidentes, favorecendo a identificação das espécies registradas em campo. Entretanto, o estudo não contemplou o período seco, característico desse bioma, quando muitas espécies reduzem sua atividade vegetativa ou perdem suas folhas, o que pode influenciar sua identificação.

Nesse contexto, a riqueza de espécies registrada deve ser interpretada considerando o período de amostragem adotado, sendo possível que levantamentos realizados ao longo de um ciclo anual completo revelem uma diversidade maior de plantas medicinais. Esse fator contribuiu significativamente para o sucesso do levantamento florístico, permitindo o registro de espécies em diferentes estágios de crescimento e, em alguns casos, em fase de floração. Esse comportamento é comum em regiões semiáridas, onde a sazonalidade das chuvas influencia diretamente o desenvolvimento da vegetação, favorecendo o surgimento de folhas, flores e frutos em períodos específicos do ano, o que ajuda na identificação das espécies (Albuquerque *et al.*, 2014).

Os dados obtidos foram organizados em uma tabela contendo nome popular, nome científico, família botânica, parte utilizada e indicação medicinal, permitindo a sistematização das informações (Tabela 1). A identificação obtida pelo aplicativo foi posteriormente confrontada com descrições morfológicas disponíveis na Flora e Funga do Brasil, literatura taxonômica especializada e artigos científicos referentes às espécies registradas, buscando aumentar a confiabilidade da identificação. Em razão do caráter exploratório da pesquisa e da ausência de coleta botânica, não foi realizado depósito de exsicatas em herbário. A ausência de coleta de material botânico e confirmação por especialista taxonomista constitui limitação metodológica da pesquisa.

Tabela 2 – Espécies de plantas medicinais identificadas na comunidade Catingueiro, Inhuma – PI.

Nº	**Nome popular**	**Nome científico**	**Família**	**Parte utilizada**	**Uso medicinal**
1	Boldo	*Plectranthus barbatus* Andrews	*Lamiaceae*	Folha	Problemas digestivos
2	Hortelã-grossa	*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.	*Lamiaceae*	Folha	Tosse, gripe
3	Erva-cidreira	*Melissa officinalis* L.	*Lamiaceae*	Folha	Calmante, ansiedade
4	Malva do Reino	*Coleus madagascariensis* (Pers.) A.Chev.	*Lamiaceae*	Folhas	Inflamações, garganta, gripes, sinusites
5	Penicilina	*Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze	*Amaranthaceae*	Folha	Anti-inflamatório, infecções

6	Mastruz	*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants	*Amaranthaceae*	Folhas e caule	Cicatrizações, problemas estomacais.
7	Babosa	*Aloe vera* (L.) Burn.f.	*Asphodelaceae*	Folha	Cicatrizante, queimaduras
8	Capim-santo	*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf	*Poaceae*	Folha	Calmante, digestivo

Fonte: Autores, 2026.

Os resultados evidenciam que a área estudada apresenta diversidade moderada de espécies com potencial medicinal, distribuição concentrada em famílias específicas e maior ocorrência em ambientes antropizados.

A predominância da família Lamiaceae está relacionada às suas características morfofisiológicas, especialmente a presença de tricomas glandulares e a produção de óleos essenciais, frequentemente associados a atividades biológicas relevantes (Albuquerque *et al.* 2014; Vasquez; Mendonça; Noda, 2014). Espécies desse grupo, como *Plectranthus amboinicus*, *Plectranthus barbatus* e *Melissa officinalis*, foram as mais presentes na área estudada.

Em relação às partes utilizadas, verificou-se predominância do uso das folhas, padrão recorrente em estudos com plantas medicinais, associado à maior disponibilidade estrutural e à concentração de metabólitos secundários, como compostos fenólicos e terpenoides (Cavalcante *et al,* 2024; Rodrigues; Brito; Oliveira, 2021).

Resultados semelhantes foram relatados por Sá-Filho *et al.* (2021), ao observarem que as folhas são a parte vegetal mais empregada na medicina tradicional da Caatinga, isso por causa do elevado potencial fitoquímico e da facilidade de coleta. As folhas de plantas medicinais também concentram substâncias bioativas relevantes que estão relacionadas à propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas (Leão *et al*., 2023; Souza; Paviani; Lima, 2025). Quanto ao uso predominante das folhas, sugere uma prática que traz menos impactos à sobrevivência das plantas ao se comparar, por exemplo, à retirada de cascas e raízes, e isso favorece a conservação das espécies utilizadas tradicionalmente.

Importante destacar que a preferência pelas folhas também está relacionada ao preparo que as comunidades rurais tradicionais utilizam para os remédios caseiros, especialmente na forma de chás e infusões, o que constantemente se ver em pesquisas etnobotânicas da Caatinga.

As indicações medicinais registradas concentram-se no tratamento de condições recorrentes, como afecções respiratórias, inflamatórias e distúrbios digestivos. Esse padrão funcional também foi observado em estudos conduzidos em áreas de Caatinga, nos quais espécies medicinais são frequentemente associadas ao tratamento de enfermidades comuns (Alves; Ivanov,

2024; Silva *et al,*. 2021).

A caracterização taxonômica das espécies registradas foi realizada por família botânica, considerando atributos morfológicos gerais, hábito de crescimento e aspectos amplamente descritos na literatura e discorrido sobre o potencial medicinal das espécies descrito na literatura.

Família Lamiaceae (n = 4)

A família Lamiaceae pertence ao grupo das angiospermas. São catalogadas aproximadamente 7300 espécies e 236 gêneros e ocorrem principalmente em formações vegetacionais abertas com climas tropicais ou subtropicais (Harley *et al.* 2015). Os representantes desta família são de fácil reconhecimento, pois a maioria possui caule quadrangular, com folhas simples, opostas, serreadas, sem estípulas, flores zigomorfas, bilabiadas, estilete ginobásico, ovário bicarpelar e fruto do tipo núcula. E, como característica marcante, a presença de óleos essenciais são responsáveis pelas propriedades aromáticas de muitas espécies da família e ao uso econômico (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020).

As espécies *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng., *Plectranthus barbatus* Andrews, *Melissa officinalis* L. e *Coleus madagascariensis* (Pers.) A. Chev. apresentam, em geral, hábito herbáceo, folhas opostas e a presença de tricomas glandulares, associados à produção de óleos essenciais.

Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng. é sinônimo de *Coleus amboinicus* Lour. (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020), caracteriza-se como uma erva perene, aromática, de folhas suculentas, pilosas, deltóide-ovaladas, com margens crenadas ou denteadas, nervuras salientes e pecíolo espesso, podendo apresentar flores azuladas ou róseas reunidas em inflorescências terminais (Figura 3).

Figura 3 - Prancha morfológica ilustrativa de *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng, família Lamiaceae.



Fonte: Sanbi (2020).

No contexto medicinal e cultural, a *Plectranthus amboinicus* apresenta associação direta ao tratamento de tosse, gripe e outros agravos respiratórios leves. Segundo Paul *et al.* (2024), *P.*

amboinicus apresenta ampla ocorrência em regiões tropicais e é usada tradicionalmente para o tratamento de tosse, resfriados, febre e asma, sobretudo em comunidades que mantêm práticas terapêuticas baseadas no uso de plantas medicinais. Os autores ainda destacam que os efeitos farmacológicos observados estão associados principalmente à presença de compostos fenólicos, flavonoides e terpenos com reconhecida atividade antimicrobiana e anti-inflamatória.

Desta maneira, a literatura atribui parte desse potencial à presença de óleos essenciais e compostos fenólicos, sendo assim, a ocorrência dessa espécie na comunidade Catingueiro não expressa apenas facilidade no cultivo, mas também a permanência de uma prática terapêutica coerente com estudos farmacobotânicos que apontam a espécie como fonte promissora de metabólitos bioativos.

Barbosa e colaboradores (2023), ao realizarem uma revisão sistemática sobre o gênero *Plectranthus*, observaram que *P. amboinicus* foi uma das espécies mais citadas em levantamentos etnobotânicos e farmacológicos, principalmente devido ao seu uso em enfermidades inflamatórias e infecciosas. Os autores ressaltam que metabólitos secundários, como carvacrol e ácido rosmarínico, apresentam potencial terapêutico relevante, reforçando a importância medicinal atribuída popularmente à espécie.

Conforme Arumugam, Swamy e Sinniah (2016) o rendimento dos óleos essenciais e os principais constituintes químicos de *P. amboinicus* são influenciados por fatores ambientais e pelas diferentes estações. Dessa forma, compreende-se que estudos investigando, por exemplo, o potencial fitoquímico de *P. amboinicus* na comunidade Catingueiro seriam relevantes, podendo contribuir com novas informações e ampliar o conhecimento disponível na literatura científica.

Plectranthus barbatus apresenta folhas ovadas e aroma característico, além de hábito herbáceo a subarbustivo, ramos eretos a sublenhosos, folhas opostas, simples, pilosas, espessas, aveludadas ao tato e com margens denteadas (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020). A espécies pode apresentar folhas azuladas, pequenas, organizadas em inflorescências racemosas apicais, característica comum em representantes da família Lamiaceae (Figura 4).

Figura 4 - Prancha morfológica ilustrativa de *Plectranthus barbatus* Andrews, família Lamiaceae



Fonte: Unirio (2026)

Essa espécie de planta, conhecida popularmente como boldo, se destaca devido aos seus benefícios direcionados aos problemas digestivos, especialmente desconfortos gástricos e dispepsia (Barbosa *et al*., 2023). Por outro lado, pesquisa desenvolvida por Souza *et al.* (2024), observou que extratos hidroetanólicos da espécie apresentaram efeito antinociceptivo e atividade anti-inflamatória em modelos experimentais, reforçando cientificamente usos terapêuticos já consolidados na medicina popular.

Embora o uso comunitário concentre-se nas folhas, estudos fitoquímicos descrevem a presença de diterpenos, compostos fenólicos e flavonoides em diferentes partes da planta, o que sustenta seu interesse farmacológico (Al Musayeib *et al*., 2020; Kulbat-Warycha *et al*., 2022).

Kulbat-Warycha *et al.* (2022), notaram que as raízes de *P. barbatus* apresentam concentração elevada de compostos fenólicos, flavonoides e diterpenos biologicamente ativos como forskolina, uma substância que está associada a atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e gastroprotetoras. Para os autores, as raízes são as partes mais relevantes da espécie em termos farmacológicos, devido à elevada concentração de metabólitos secundários bioativos.

Estudos disponíveis na literatura sugerem que *P. barbatus* apresenta potencial promissor como fonte de compostos bioativos relacionados à modulação da acetilcolinesterase. Diterpenos abietânicos foram identificados obtidos das partes aéreas de *P. barbatus*, com potencial atividade biológica relacionada à inibição da acetilcolinesterase (Al Musayeib *et al*., 2020). Assim, as partes aéreas da espécie apresentam elevada concentração de diterpenos bioativos, o que reforça o interesse farmacológico sobre órgãos vegetativos além das folhas tradicionalmente utilizadas na medicina popular.

Ressalta-se que a inibição da acetilcolinesterase representa uma das principais abordagens terapêuticas utilizadas no tratamento sintomático da Doença de Alzheimer. Nesse contexto, estudos desenvolvidos por Falé *et al.* (2010; 2011; 2012) destacam o potencial promissor da espécie de *P. barbatus* como fonte de compostos bioativos relacionados à modulação da acetilcolinesterase, sugerindo proposta terapêutica para tratamento da doença de Alzheimer.

Desse modo, o registro da espécie reforça a importância da família Lamiaceae como grupo botânico de ampla relevância medicinal, sobretudo em práticas populares relacionadas ao sistema gastrointestinal.

Melissa officinalis possui folhas ovais com odor cítrico, hábito herbáceo, perene e aromático, caule ereto a ramificado, geralmente quadrangular, folhas opostas, pecioladas, de margens crenadas a serradas e nervuras evidentes (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020). A espécie pode apresentar pequenas flores esbranquiçadas, róseas ou amareladas, dispostas nas axilas das folhas,

característica comum em representantes da família Lamiaceae (Figura 5).

Figura 5 - Prancha morfológica ilustrativa de *Melissa officinalis* L., família Lamiaceae



Fonte: Flora do Brasil (2026)

Melissa officinalis, também conhecida como erva-cidreira, é muito conhecida na literatura por apresentar uso associado ao efeito calmante, ansiedade leve e insônia, sendo aspectos compatíveis com seu reconhecimento etnofarmacológico. De maneira geral, a espécie contém ácidos fenólicos, flavonoides e terpenoides, com ênfase para o ácido rosmarinico, estando frequentemente vinculado a atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, antiespasmódicas e neuroprotetoras.

Nesse contexto, estudos recentes demonstram que os extratos e óleos essenciais de *M. officinalis* apresentam efeitos farmacológicos relacionados à atividade ansiolítica e sedativa leve. Chindo *et al.* (2021) observaram que o óleo essencial da espécie apresentou ação anticonvulsivante e moduladora da excitabilidade neuronal em modelos experimentais, aspecto associado principalmente à presença de citral, citronelal e geraniol. De acordo com os autores, esses compostos podem atuar sobre mecanismos neuroquímicos relacionados ao controle da atividade neuronal e ao relaxamento do sistema nervoso central.

Por outro lado, a espécie também apresenta outras propriedades medicinais. Conforme Petrisor *et al.* (2022) o ácido rosmarínico, juntamente com flavonoides e terpenoides presentes na espécie, contribui para proteção celular contra danos oxidativos e processos inflamatórios, fatores frequentemente associados a distúrbios neurológicos e gastrointestinais. Enquanto que Silva, Ferreira e Barros (2021), registraram o potencial antimicrobiano dos compostos fenólicos e do óleo essencial de *M. officinalis* sobre diferentes microrganismos patogênicos, inclusive àqueles transmitidos por alimentos, o que pode representar uma importante aliada natural na conservação dos alimentos.

Entretanto, apesar disso, o uso de *M. officinalis* deve ser compreendido como prática complementar, uma vez que a efetividade e a segurança dependem da forma de preparo, da dose e das condições individuais de saúde, conforme a própria literatura ressalta quanto a necessidade de utilização criteriosa da espécie, especialmente quando em associação com medicamentos sedativos

ou ansiolíticos.

Coleus madagascariensis apresenta folhas pubescentes. Essas características são recorrentes em Lamiaceae e estão associadas à ocorrência de compostos como monoterpenos e sesquiterpenos (Silva *et al.*, 2020; Rodrigues; Brito; Oliveira, 2021). As folhas são opostas, simples, pecioladas, ovadas a largamente ovadas, com superfície pilosa, nervuras evidentes e margens crenadas a sinuadas (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020). A espécie pode apresentar flores pequenas, brancas a lilases, reunidas em inflorescências terminais do tipo racemo, e frutos secos do tipo núcula, característicos da família Lamiaceae (Figura 6).

Figura 6 - Prancha morfológica ilustrativa de *Coleus madagascariensis*, família Lamiaceae



Fonte: Sanbi (2020)

Coleus madagascariensis mostra a sua importância a partir do seu uso culturalmente para problemas inflamatórios, gripes e sinusites, indicando a sua aproximação com o conjunto de espécies típicos da família Lamiaceae, atribuídas às afecções respiratórias e inflamatórias.

Estudos sobre o gênero *Coleus* e grupos próximos indicam a presença de compostos fenólicos e diterpenos, além de atividades antimicrobianas e anti-inflamatórias em modelos experimentais. O trabalho realizado por Ndjoubi *et al.* (2021), sugere que *C. madagascariensis* é uma importante planta etnomedicinal e fonte promissora de diterpenoides com potencial de uso no tratamento da tuberculose e psoríase.

No entanto, por se tratar de uma espécie menos estudada na literatura quando comparada a *Plectranthus amboinicus* e *Plectranthus barbatus*, os dados locais reforçam a necessidade de pesquisas adicionais sobre sua composição química, eficácia e segurança de uso.

Família Amaranthaceae (n = 2)

A família Amaranthaceae caracteriza-se por reunir espécies predominantemente herbáceas, embora também inclua formas subarbustivas e arbustivas, com ampla distribuição em ambientes tropicais e subtropicais. De modo geral, seus representantes apresentam folhas simples, disposição alterna ou oposta e inflorescências pouco vistosas, frequentemente organizadas em espigas,

glomérulos ou panículas. Além da importância ecológica e alimentícia de algumas espécies, a família também se destaca pela presença de compostos fenólicos, flavonoides e outros metabólitos secundários associados a diferentes atividades biológicas (Carbolim *et al*., 2024; Silva *et al*., 2021).

Alternanthera brasiliana (L.) Kuntze apresenta hábito predominantemente herbáceo a subarbustivo, com folhas simples, opostas e frequentemente marcadas por coloração arroxeada, característica que favorece sua identificação em campo. A espécie é reconhecida por seu potencial ornamental e por seu uso popular em algumas regiões, sendo também descrita na literatura pela presença de metabólitos secundários de interesse biológico, especialmente compostos fenólicos e flavonoides (Carbolim *et al*., 2024).

Em relação ao potencial medicinal, a *Alternanthera brasiliana*, conhecida também como penicilina, é tradicionalmente associada a processos inflamatórios, infecções e de cicatrização. Bezerra, Pinheiro e Coutinho (2024) em estudo de revisão de literatura sobre a espécie, observaram que *a A. brasiliana* é amplamente utilizada como antibiótico natural no tratamento de doenças infecciosas no Brasil, especialmente nos estados do Rio Grande do Sul, Mato Grosso e Minas Gerais, e as folhas foram a parte da planta mais utilizada na preparação de remédios pelas comunidades tradicionais. Entretanto, os autores reportaram que a espécie teve baixa atividade contra patógenos, incluindo bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, fungos e protozoários parasitas.

Assim, a denominação popular "penicilina" deve ser interpretada com cautela, pois não significa equivalência farmacológica com antibióticos, mas expressa uma classificação cultural atribuída ao efeito percebido pela população.

Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants, por sua vez, possui hábito herbáceo, folhas simples, estreitas e aromáticas, além de inflorescências discretas, geralmente pouco evidentes. A espécie é amplamente conhecida pelo uso tradicional em diferentes contextos, sobretudo em razão da presença de compostos bioativos em sua composição química, o que justifica seu destaque em estudos fitoquímicos e etnobotânicos (Silva *et al*., 2021).

A espécie, também conhecida como mastruz, apresenta indicação local para o processo de cicatrização e para problemas estomacais, possui amplo uso pela comunidade, e a literatura ressalta seus óleos essenciais como ricos em monoterpenos, associados a atividades antimicrobianas, antioxidantes e antiparasitárias (Silva *et al*., 2021).

Corroborando, Kasali *et al*. (2021) em trabalho de revisão etnofarmacológica sobre a espécie destacaram que *Dysphania ambrosioides* apresenta composição fitoquímica rica em monoterpenos, flavonoides, alcaloides, saponinas e compostos fenólicos. Cerca de 330 compostos químicos já

foram identificados em diferentes partes da planta, especialmente extraídas de óleo essencial. O estudo demonstra que a planta possui uso medicinal registrado em diversos países, principalmente relacionado ao tratamento de verminoses e infecções respiratórias.

O potencial farmacológico do óleo essencial da espécie é reforçado em pesquisas recentes como de Ignacchiti *et al.* (2022). Os autores verificaram que o óleo essencial de *D. ambrosioides* apresentou elevada concentração de (Z)-ascaridol, um composto que mostrou importante atividade biológica contra *Biomphalaria tenagophila*, molusco transmissor da esquistossomose. Foi observado, neste estudo, mortalidade de 100% dos organismos testados em determinadas concentrações, sugerindo potencial aplicação biotecnológica e antiparasitária da espécie.

Entretanto, Silva *et al.* (2021) pontuaram que esse potencial deve ser analisado juntamente com seus aspectos toxicológicos, pois determinados compostos presentes no óleo essencial podem produzir efeitos adversos quando utilizados em doses inadequadas ou preparações concentradas, necessitando de validações clínicas mais aprofundadas. Portanto, o registro da espécie é relevante tanto pelo valor terapêutico popular quanto pela necessidade de orientação quanto ao uso seguro.

Família Asphodelaceae (n = 1)

A família Asphodelaceae caracteriza-se por reunir espécies geralmente herbáceas, muitas delas suculentas, adaptadas a ambientes secos ou com baixa disponibilidade hídrica. Seus representantes podem apresentar folhas carnosas, frequentemente organizadas em rosetas, com tecidos especializados no armazenamento de água, além da presença de metabólitos secundários associados a propriedades biológicas relevantes. Em razão dessas características, espécies dessa família são amplamente descritas na literatura por seu potencial medicinal, cosmético e fitoquímico (Silva *et al.,* 2020).

Aloe vera (L.) Burm.f. apresenta hábito herbáceo e folhas suculentas, lanceoladas, carnosas e com margens espinhosas, características relacionadas à adaptação a ambientes com restrição hídrica. Com isto, o parênquima aquífero presente nas folhas atua no armazenamento de água e abriga os compostos bioativos amplamente estudados, os quais conferem à espécie reconhecida importância farmacológica, cosmética e terapêutica (Silva *et al*., 2020).

O potencial medicinal de *Aloe vera*, também conhecida como babosa, está vinculado ao seu uso em gel, que possui ação cicatrizante em feridas, queimaduras e irritações cutâneas, com efeitos atribuídos a modulação da inflamação tecidual e estímulo à regeneração. A planta possui em seus parênquimas foliar polissacarídeos, compostos fenólicos, vitaminas e outros constituintes bioativos.

Estudos experimentais atuais vêm demonstrado que *Aloe vera* apresenta relevante potencial medicinal associado principalmente às atividades cicatrizante, modulação inflamatória, antioxidante e antimicrobiana (Meza-Valle *et al*., 2021; Mehmood *et al*., 2022; Naini *et al*., 2021; Paul *et al*., 2021; Wang *et al*., 2022). Essas pesquisas têm avaliado diretamente os efeitos biológicos da espécie em modelos experimentais *in vivo* e *in vitro*, permitindo melhor compreensão de seus mecanismos farmacológicos.

Na comunidade estudada, a sua presença em ambiente domiciliar indica valorização de uma espécie de fácil manejo e uso imediato, embora o emprego oral de preparações de Aloe deva ser tratado com cautela devido a possíveis efeitos adversos.

Família Poaceae (n = 1)

A família Poaceae se caracteriza por reunir espécies herbáceas, com folhas lineares, nervuras, nervuras paralelas e organização em touceiras ou colmos, sendo amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais. De maneira geral, os seus representantes apresentam grande capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais, inclusive em contextos de estresse hídrico e térmico, além de desempenharem importante papel ecológico, alimentício, forrageiro e medicinal (Alves; Ivanov, 2024).

Cymbopogon citratus (DC.) Stapf caracteriza-se por folhas lineares, dispostas em touceiras, com odor intenso devido à presença de compostos voláteis, como o citral. Espécies dessa família apresentam elevada adaptação a condições de estresse ambiental e ampla distribuição em regiões tropicais (Alves; Ivanov, 2024).

Essa planta é conhecida popularmente como capim-santo, apresentando seu uso a efeitos calmantes e digestivos. Desta maneira, seu potencial medicinal está relacionado ao seu óleo essencial, que é rico em citral, formado por geraniale e neral, além de outros compostos voláteis associados a atividades antimicrobianos e antifúngicas (Alves; Ivanov, 2024). Revisões farmacológicas também apontam que o citral atua sobre o sistema nervoso central, promovendo efeito sedativo e relaxante muscular (Akakpo *et al*., 2019; Du *et al*., 2024).

O uso tradicional em infusões e preparos caseiros destinados ao relaxamento e alívio de desconfortos leves são explicados através de pesquisas de cunho experimental evidenciando que o óleo essencial de capim-santo possui efeito ansiolítico semelhante ao de fármacos leves utilizados no tratamento da ansiedade (Alvarado-García *et al*., 2023). Da mesma forma, pesquisas existentes têm demonstrado que os principais compostos bioativos do *C. citratus* são terpenoides, flavonoides, ácidos fenólicos e polissacarídeos, que possuem atividades antibacterianas, neuroprotetoras,

antidiabéticas, anti-inflamatórias e outras farmacológicas (Li *et al.*, 2021; Umukoro, *et al.*, 2020).

Além de seu valor medicinal, *C. citratus* é usado na indústria alimentícia, em produtos para cuidados com a pele, condicionadores capilares, enxaguantes bucais e inseticidas devido ao seu aroma e propriedades únicas (Du *et al.*, 2020).

De modo geral, as espécies registradas apresentam características morfológicas compatíveis com ambientes semiáridos, destacando-se o predomínio de hábito herbáceo, presença de estruturas de armazenamento e compostos químicos associados à defesa vegetal.

A análise do potencial medicinal indica que as espécies levantadas se concentram em três eixos terapêuticos: afecções respiratórias, processos inflamatórios/cicatriciais e distúrbios digestivos ou nervosos leves. Essa convergência entre o uso popular e os achados descritos na literatura reforça a relevância da flora medicinal local, mas também evidencia a necessidade de estudos farmacológicos, toxicológicos e etnobotânicos específicos para a comunidade Catingueiro (Machado *et al.*, 2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização taxonômica das espécies evidenciou atributos morfológicos e funcionais compatíveis com o ambiente estudado, destacando-se o predomínio de espécies herbáceas, com estruturas adaptadas à conservação de água e produção de metabólitos secundários. Além disso, a análise da frequência de ocorrência demonstrou que espécies de fácil cultivo e rápida propagação tendem a apresentar maior representatividade na área.

Dessa forma, o estudo contribui para o conhecimento da flora medicinal em área de Caatinga no município de Inhuma – PI, demonstrando a importância da caracterização taxonômica e da análise da distribuição das espécies como ferramentas para compreensão da dinâmica vegetal em ambientes semiáridos.

REFERÊNCIAS

AKAKPO, A. O. *et al.* Phytochemistry and pharmacological activities of *Cymbopogon citratus*: a review. **Scientific African**, [*S. l.*], v. 6, e00137, 2019. DOI: 10.1016/j.sciaf.2019.e00137.

AL MUSAYEIB, N. M. *et al.* Plectrabarbene, a new abietane diterpene from *Plectranthus barbatus* aerial parts. **Molecules**, Basel, v. 25, n. 10, p. 2365, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules25102365.

ALBUQUERQUE, U. P. *et al.* **Introdução à etnobotânica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

ALVARADO-GARCÍA, P. A. A. *et al.* Anxiolytic-like effect of *Cymbopogon citratus* (lemongrass) essential oil. **Pharmacognosy Journal**, [*S. l.*], v. 15, n. 4, p. 674–679, 2023. DOI: 10.5530/pj.2023.15.136.

ARAÚJO, J. R. S. **Uso e conhecimento de plantas medicinais no município de Inhuma – PI**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014.

ARUMUGAM, G.; SWAMY, M. K.; SINNIAH, U. R. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng: botanical, phytochemical, pharmacological and nutritional significance. **Molecules**, Basel, v. 21, n. 4, p. 369, 2016. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules21040369

BARBOSA, M. O. *et al. Plectranthus* species with anti-inflammatory and analgesic potential: a systematic review on ethnobotanical and pharmacological findings. **Molecules**, Basel, v. 28, n. 15, p. 5653, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules28155653.

BEZERRA, J. J. L.; PINHEIRO, A. A. V.; COUTINHO, H. D. M. Phytochemical and ethnomedicinal evidences of the use of *Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze against infectious diseases. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 319, p. 117302, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.117302.

CARBOLIM, R. L. *et al.* Etnoconhecimento associado ao uso de plantas medicinais por comunidades rurais em Peixoto de Azevedo, Mato Grosso. **Revista da Biologia**, Mato Grosso do Sul, v. 24, n. 1, p. 16–30, 2024. DOI: https://doi.org/10.11606/issn.1984-5154.v24p16-30

CHINDO, B. A. *et al.* New insights into the anticonvulsant effects of essential oil from *Melissa officinalis* L. (Lemon Balm). **Frontiers in Pharmacology**, Lausanne, v. 12, p. 760674, 2021. DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2021.760674.

DU, X. *et al.* Ethnopharmacology, chemical composition and functions of *Cymbopogon citratus*. **Chinese Herbal Medicines**, [*S. l.*], v. 16, n. 3, p. 358–374, 2024. DOI:https://doi.org/10.1016/j.chmed.2023.07.002

FALÉ, P. L. V. *et al.* Antiacetylcholinesterase and antioxidant activities of *Plectranthus barbatus* tea, after in vitro gastrointestinal metabolism. **Food Chemistry**, Barking, v. 122, n. 1, p. 179–187, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.044.

FALÉ, P. L. V. *et al.* Function of *Plectranthus barbatus* herbal tea as neuronal acetylcholinesterase inhibitor. **Food & Function**, Cambridge, v. 2, n. 3-4, p. 130–136, 2011. DOI: https://doi.org/10.1039/C0FO00070A.

FALÉ, P. L. V. *et al.* Interaction between *Plectranthus barbatus* herbal tea components and acetylcholinesterase: binding and activity studies. **Food & Function**, Cambridge, v. 3, n. 11, p. 1176–1184, 2012. DOI: https://doi.org/10.1039/C2FO30032J.

HARLEY, R. *et al.* Lamiaceae. *In*: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/FB142. Acesso em: 16 maio 2026.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados: Inhuma – PI.** Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 15 abr. 2026.

IGNACCHITI, M. D. C. *et al.* Chemical composition and effect of *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants essential oil on *Biomphalaria tenagophila* (D'Orbigny, 1835). **Natural Product Research**, London, v. 36, n. 10, p. 2595–2598, 2022. DOI: https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1910261.

JOLY, A. *et al.* A look inside the *PlantNet* experience. **Multimedia Systems**, v. 22, n. 6, p. 751–766, 2016.

KASALI, F. M. *et al.* Ethnomedical uses, chemical constituents, and evidence-based pharmacological properties of *Chenopodium ambrosioides* L.: extensive overview. **Future Journal of Pharmaceutical Sciences**, Cairo, v. 7, n. 153, 2021. DOI: https://doi.org/10.1186/s43094-021-00306-3.

KULBAT-WARYCHA, K. *et al.* Bioactive properties of extracts from *Plectranthus barbatus* (*Coleus forskohlii*) roots received using various extraction methods. **Molecules**, Basel, v. 27, n. 24, p. 8986, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules27248986.

LEÃO, P. M. R. *et al.* Tratamentos pré e pós-colheita visando à produção de metabólitos secundários no óleo essencial obtido a partir das folhas de *Cymbopogon nardus*. **Científica**, Dracena SP, v. 51, p. 1- 17, 2023. DOI: https://doi.org/10.5016/1984-5529.2023.v51.1405

LI, C. *et al.* A comparative study on chemical compositions and biological activities of four essential oils: *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, *Cinnamomum cassia* (L.) Presl, *Salvia japonica* Thunb. and *Rosa rugosa* Thunb. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 280, p. 114472, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114472

MACHADO, S. T. S. *et al.* Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em área de Caatinga, no município de Crato (Ceará, Brasil). **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, e1216, 2024. DOI: https://doi.org/10.32712/2446-4775.2024.1216

MEHMOOD, A. *et al. In vitro* total phenolics, total flavonoids, antioxidant and antibacterial activities of selected medicinal plants using different solvent systems. **BMC Chemistry**, London, v. 16, v. 64, 2022. DOI: https://doi.org/10.1186/s13065-022-00858-2.

MEZA-VALLE, K. Z. *et al.* Characterization and topical study of *Aloe vera* hydrogel on wound-healing process. **Polymers**, Basel, v. 13, n. 22, p. 3958, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/polym13223958.

PETRISOR, G. *et al. Melissa officinalis*: composition, pharmacological effects and derived release systems — a review. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 23, n. 7, p. 3591, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/ijms23073591.

NAINI, M. A. *et al.* Anti-inflammatory, antioxidant, and healing-promoting effects of *Aloe vera* extract in the experimental colitis in rats. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, London, v. 2021, p. 9945244, 2021. DOI: https://doi.org/10.1155/2021/9945244.

NDJOUBI, K. O. *et al.* Antimycobacterial, cytotoxic, and antioxidant activities of abietane diterpenoids isolated from *Plectranthus madagascariensis*. **Plants**, Basel, v. 10, n. 1, p. 175, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/plants10010175.

PAUL, K. *et al.* Traditional uses, phytochemistry, and pharmacological activities of *Coleus amboinicus*: a comprehensive review. **Current Pharmaceutical Biotechnology**, [*S. l.*], v. 25, n. 7, p. 519–535, 2024. DOI: https://doi.org/10.2174/0113816128283267240130062600.

PAUL, S. *et al. Aloe vera* gel homogenate shows anti-inflammatory activity through lysosomal membrane stabilization and downregulation of TNF-α and Cox-2 gene expressions in inflammatory arthritic animals. **Future Journal of Pharmaceutical Sciences**, Cairo, v. 7, v. 12, 2021. DOI: https://doi.org/10.1186/s43094-020-00163-6.

PEREIRA, M. S.; MEIRELES, A. C.; MEIRELES, J. R. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em comunidade rural de Inhuma – PI. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, n. 1, p. 45–54, 2016.

PIFANO, D. S. *et al.* Estrutura e diversidade das comunidades arbóreas de áreas em regeneração da Caatinga com diferentes históricos de uso. **Oecologia Australis**, [*S. l*], v. 27, n. 04, p. 358-374, 2023. DOI: https://doi.org/10.4257/oeco.2023.2704.02

REFLORA. ***Lamiaceae* Martinov in Flora do Brasil 2020.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB142. Acesso em: 04 mai. 2026.

RODRIGUES, E. S.; BRITO, N. M.; OLIVEIRA, V. J. S. Estudo etnobotânico de plantas medicinais em comunidades rurais do município de Cabaceiras do Paraguaçu, Bahia. **Biodiversidade Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 1-16, 2021. DOI: https://doi.org/10.37002/biobrasil.v11i1.1645

SÁ-FILHO, G. *et al.* Plantas medicinais utilizadas na Caatinga brasileira e o potencial terapêutico dos metabólitos secundários: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, e 140101321096, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21096

VAN JAARSVELD, Ernst. *Coleus amboinicus*. PlantZAfrica, 4 maio 2020. Disponível em: https://pza.sanbi.org/coleus-amboinicus. Acesso em: 16 maio 2026.

SOUTH AFRICAN NATIONAL BIODIVERSITY INSTITUTE (SANBI). *Coleus madagascariensis*. PlantZAfrica, jun. 2020. Disponível em: https://pza.sanbi.org/coleus-madagascariensis. Acesso em: 16 maio 2026.

SANTOS, L. S.; LEMOS, J. R.; ANDRADE, I. M. Etnobotânica no Piauí, Brasil: Panorama Científico e Uso da Flora. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, [*S.l*], v. 13, n. 2, p. 92–151, 2024. DOI: 10.21664/2238-8869.2024v13i2.p92-151.

SILVA, C.; FERREIRA, I. C. F. R.; BARROS, L. Antimicrobial activity of *Melissa officinalis* and its potential use in food preservation. **Food Bioscience**, Amsterdam, v. 44, p. 101437, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101437.

SILVA, M. C. *et al.* Etnobotânica no semiárido: plantas medicinais e alimentícias em comunidades quilombolas. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, [*S. l.*], v. 5, n. 1, p. 2- 21, 2021. DOI: https://doi.org/10.35512/ras.v5i1.5129

SILVA, R. S. *et al.* Chemical profiles and antimicrobial activities of plants utilized in Brazilian traditional medicine. **Eclética Química**, [*S. l.*], v. 46, n. 1, p. 35–40, 2021. DOI: https://doi.org/10.26850/1678-4618eqj.v46.1.2021.p35-40

SOARES, C. C. C. *et al.* Estrutura e relação composição florística-ambiente em uma Floresta Estacional Semidecidual, MG. **Scientia Plena**, [*S. l.*], v. 17, n. 9, p. 1-18, 2021. DOI: https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.092401

SOUZA, J. N. S.; PAVIANI, L. F. N.; LIMA, V. E. M. Metabólitos secundários e potencial medicinal do manjericão (*Ocimum basilicum* L.). **Biodiversidade**, [*S. l.*] v. 24, n. 4, p. 202, 2025. Disponível em: https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/20687. Acesso em: 11 ago. 2026.

SOUZA, L. V. S. *et al.* Socioeconomic factors influencing knowledge and consumption of food plants by a human group in a mountainous environment in the semiarid region of Bahia, Northeast Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, [*S. l.*], v. 18, art. 44, 2022. DOI: https://doi.org/10.1186/s13002-022-00542-8

SOUZA, R. F. *et al.* Phytochemical analysis and investigation of analgesic, anti-inflammatory, and antispasmodic activities of hydroethanolic extracts of *Alternanthera dentata*, *Ocimum carnosum*, and *Plectranthus barbatus*, three species with vernacular names derived from analgesic drugs. **Journal of Ethnopharmacology**, Limerick, v. 334, p. 118508, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jep.2024.118508.

UMUKORO, Solomon *et al. Cymbopogon citratus* aqueous leaf extract attenuates neurobehavioral and biochemical changes induced by social defeat stress in mice. **Chinese Herbal Medicines**, [*S. l.*], v. 12, n. 3, p. 303–309, 2020. DOI: 10.1016/j.chmed.2020.01.002.

CORDEIRO, S. Z. *Plectranthus barbatus* Andrews. Rio de Janeiro: Herbário Prof. Jorge Pedro Pereira Carauta (HUNI), Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), 2020. Disponível em: https://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/plectranthus-barbatus-andrews. Acesso em: 16 maio 2026.

VASQUEZ, S. P. F.; MENDONÇA, M. S.; NODA, S. N. Etnobotânica de plantas medicinais em comunidades ribeirinhas do município de Manacapuru, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, [*S. l.*], v. 44, n. 4, p. 457–472, 2014. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-4392201400423

WANG, Y.W. *et al.* Up-and-coming anti-epileptic effect of aloesone in *Aloe vera*: evidenced by integrating network pharmacological analysis, in vitro, and in vivo models. **Frontiers in Pharmacology**, Lausanne, v. 13, p. 962223, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fphar.2022.962223.

CAPÍTULO 19

VALORIZAÇÃO DA CINZA DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CONTEXTO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: PROPRIEDADES, VARIABILIDADE E POTENCIAIS APLICAÇÕES

VALORIZATION OF SUGARCANE BAGASSE ASH IN THE CONTEXT OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY: PROPERTIES, VARIABILITY, AND POTENTIAL APPLICATIONS

Manuela Mendes Souza
Mestrandra em Tecnologia Ambiental, Núcleo de Pesquisa em Sustentabilidade e Gestão de Resíduos Sólidos (SUGERS), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental (PPG-TA), Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Ribeirão Preto-SP, Brasil

João Victor Piccini Veloso
Estudante de Graduação em Engenharia Química, Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Ribeirão Preto-SP, Brasil

Ricardo Bortoletto-Santos
Doutor em Química pelo Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP), Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental (PPG-TA), Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Ribeirão Preto-SP, Brasil

Lisandro Simão
Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Santa Catarina (PGMAT/UFSC), Docente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental (PPG-TA), Núcleo de Pesquisa em Sustentabilidade e Gestão de Resíduos Sólidos (SUGERS), Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Ribeirão Preto-SP, Brasil

DOI: 10.52832/wed.216.1280

Resumo: A cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBCA) é um resíduo agroindustrial gerado pela queima do bagaço para cogeração de energia em usinas sucroenergéticas. Diante das demandas por sustentabilidade, economia circular e redução do consumo de matérias-primas convencionais, a CBCA vem sendo investigada como insumo alternativo para a construção civil. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo analisar, por meio de revisão integrativa da literatura, as características físico-químicas da CBCA, os fatores associados à sua variabilidade e suas aplicações em materiais cimentícios. A metodologia baseia-se no método de revisão integrativa proposto por Souza, Silva e Carvalho (2010), contemplando a definição do tema, busca, seleção, extração e síntese dos dados. A pesquisa bibliográfica foi feita nas bases *Google Scholar*, *ScienceDirect* e *SciELO*, incluindo estudos que abordam a caracterização da CBCA, procedimentos de beneficiamento e sua aplicação em materiais cimentícios. Os resultados indicam elevada variabilidade físico-química da CBCA, influenciada principalmente pelas condições de combustão, pelo ponto de coleta no processo industrial e pelos tratamentos de beneficiamento adotados. Também se observam variações nos teores de sílica, na proporção entre as fases amorfa e cristalina, na granulometria, na perda ao fogo e nos teores de álcalis, fatores que condicionam a reatividade e o desempenho tecnológico do material. A literatura aponta que moagem, lavagem e recalcinação controlada contribuem para melhorar o comportamento da CBCA quando utilizada como material cimentício suplementar ou como substituto parcial da areia natural. Conclui-se que a CBCA apresenta elevado potencial de valorização como recurso sustentável na construção civil, contudo, sua aplicação em larga escala depende de caracterização criteriosa, padronização do beneficiamento e controle da variabilidade entre lotes.

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais. Economia circular. Materiais sustentáveis. Pozolanicidade. Construção civil.

Abstract: Sugarcane bagasse ash (SCBA) is an agro-industrial waste generated from the combustion of bagasse for energy cogeneration in sugar and ethanol mills. In response to demands for sustainability, the circular economy, and reduced consumption of conventional raw materials, SCBA has been investigated as an alternative input for the construction industry. In this context, this study aims to analyze, through an integrative literature review, the physicochemical characteristics of SCBA, the factors associated with its variability, and its applications in cementitious materials. The methodology is based on the integrative review method proposed by Souza, Silva, and Carvalho (2010), encompassing theme definition, literature search, study selection, data extraction, and data synthesis. The bibliographic search is conducted in Google Scholar, ScienceDirect, and SciELO databases, including studies that address the characterization of SCBA, beneficiation procedures, and its application in cementitious materials. The results indicate high physicochemical variability of SCBA, mainly influenced by combustion conditions, the collection point within the industrial process, and the adopted beneficiation treatments. Variations are observed in silica content, the proportion of amorphous to crystalline phases, particle size distribution, loss on ignition, and alkali content, factors that condition the reactivity and technological performance of the material. The literature indicates that grinding, washing, and controlled recalcination improve the performance of SCBA when used as a supplementary cementitious material or as a partial replacement for natural sand. It is concluded that SCBA presents high potential for valorization as a sustainable resource in the construction sector; however, its large-scale application depends on careful characterization, standardization of beneficiation processes, and control of batch-to-batch variability.
Keywords: Agro-industrial residues. Circular economy. Sustainable materials. Pozzolanicity. Construction industry.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar constitui uma das cadeias agroindustriais mais relevantes do mundo, com destaque para a produção de açúcar e de etanol. Nesse cenário, o Brasil ocupa posição de liderança, sendo o maior produtor e exportador de açúcar e o segundo maior produtor de etanol, em função de condições edafoclimáticas favoráveis e de investimentos tecnológicos. No processamento industrial, o bagaço resultante da moagem da cana é amplamente utilizado como combustível em caldeiras de cogeração de energia, gerando quantidades expressivas de cinzas. A cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBCA) destaca-se como um resíduo abundante, cujo manejo inadequado pode acarretar impactos ambientais e exigir soluções adequadas de destinação.

A crescente busca por práticas sustentáveis tem impulsionado o interesse científico pela valorização da CBCA, especialmente pela possibilidade de uso como material cimentício suplementar, devido ao teor de sílica e à possível atividade pozolânica. Entretanto, a heterogeneidade dos resultados reportados, decorrente de diferenças nos processos de combustão, de coleta e de beneficiamento, reforça a necessidade de uma análise integrativa da literatura.

Diante disso, este capítulo apresenta uma revisão integrativa sobre as características físico-químicas da CBCA, suas aplicações em materiais cimentícios, bem como os principais benefícios e limitações relatados, contribuindo para a compreensão de seu potencial de valorização.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção apresenta o delineamento metodológico que orientou o desenvolvimento da revisão integrativa, bem como os procedimentos adotados para seleção, organização e análise dos estudos incluídos.

2.1 Caracterização da pesquisa

Este capítulo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, método que permite sintetizar estudos com diferentes abordagens metodológicas e identificar tendências, divergências e lacunas no estado do conhecimento (Souza, Silva e Carvalho, 2010). A escolha desse método justifica-se pela necessidade de consolidar informações sobre as características físico-químicas da cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBCA) e suas aplicações em materiais cimentícios, diante da heterogeneidade dos resultados associada aos processos de combustão, aos tipos de cinza e aos tratamentos aplicados.

2.2 Metodologia da pesquisa

A revisão integrativa foi conduzida conforme proposto por Souza, Silva e Carvalho (2010), incluindo a definição do tema e da pergunta de pesquisa, a busca, a seleção dos estudos e a síntese dos achados. A pesquisa bibliográfica foi feita nas bases de dados *Google Scholar*, *ScienceDirect* e *SciELO*, utilizando descritores em português e inglês relacionados à cinza do bagaço de cana-de-açúcar.

Foram incluídos artigos que abordam a caracterização da CBCA brasileira e sua aplicação em materiais cimentícios, sendo excluídas publicações com cinza de origem não-brasileira, sem revisão por pares, estudos sobre outras biomassas e com informações insuficientes. Os dados foram organizados por temática, permitindo a identificação de padrões e divergências na literatura e a síntese descritiva e integrada dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os principais achados da revisão integrativa, organizados segundo as características físico-químicas da CBCA, os fatores que influenciam seu desempenho, suas aplicações e as limitações observadas na literatura.

3.1 Características físico-químicas observadas nos estudos selecionados

Com o objetivo de sistematizar e comparar a composição química, a Tabela 1 apresenta os principais óxidos identificados nas CBCAs dos estudos selecionados.

Tabela 1 – Composição química e perda ao fogo (PF) da CBCA nos estudos selecionados.

Autores	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	Na_2O (%)	K_2O (%)	P_2O_5 (%)	MgO (%)	SO_3 (%)	TiO_2 (%)	PF (%)
Alvarenga e Cordeiro (2024)	67,7	12,1	3,7	5,0	-	4,9	0,6	-	2,3	0,8	2,8
Criado *et al.* (2024)	44,3	8,7	3,4	9,6	-	-	-	0,8	0,4	-	32,6
França *et al.* (2023b)	32,9	11,7	18,3	2,9		2,8	0,9	2,8	<0,2	5,9	20,7
Hemkemeir *et al.* (2023)	91,3	2,3	3,0	0,4	-	0,5	-	0,2	-	0,9	1,3
França *et al.* (2023a)	21,1	13,0	7,7	2,0	0,2	2,2	1,0	1,2	-	2,3	49,2
	40,5	24,8	15,0	3,8	0,4	3,7	1,6	2,3	-	4,4	3,3
Potiron *et al.* (2022)	40,1	7,4	10,6	10,1	<0,001	13,6	4,4	3,0	3,3	2,9	3,0
	38,9	8,3	9,4	9,5	0,1	16,3	4,5	3,4	3,4	2,4	5,7
Sousa *et al.* (2022)	65,8	13,6	4,5	2,3	-	2,0	0,9	1,3	-	0,9	11,5
Lima, Barros e Melo Neto (2021)	56,4	2,0	1,1	0,9	0,6	1,6	-	0,8	0,1	0,2	35,9
Barbosa e Cordeiro (2021)	70,0	13,3	6,5	2,1	-	4,1	-	-	2,4	1,2	0,3
	59,3	7,6	2,6	4,7	-	4,6	-	-	2,5	0,5	17,9
	81,7	3,8	1,8	3,0	-	1,8	-	-	4,1	0,4	3,3

Lyra *et al.* (2021)	13,9	-	-	10,5	-	43,3	8,3	9,7	14,3	-	-
	50,2	-	-	14,5	-	3,2	10,6	14,9	-	-	-
Macedo *et al.* (2021)	60,2	14,4	6,9	4,2	0,3	5,3	3,6	1,5	1,3	1,5	-
Andrade Neto *et al.* (2021)	63,1	7,6	4,6	8,3	1,2	5,4	2,1	4,5	1,9	-	3,1
Berenguer *et al.* (2020)	63,6	2,5	6,6	7,2	1,0	4,0	0,9	6,9	4,4	0,6	-
	84,9	1,9	3,8	3,0	0,5	1,4	0,4	2,5	0,4	0,8	-
Anjos *et al.* (2020)	60,0	3,1	25,8	2,5	-	3,4	-	1,0	0,3	-	-
Teixeira *et al.* (2014)	90,6	1,05	2,5	0,6	<0,001	3,0	0,6	0,6	-	0,4	-
Faria, Gurgel e Holanda (2012)	61,6	5,9	7,4	5,0	-	6,2	1,0	1,2	0,4	1,5	9,9
Frías, Villar e Savastano (2011)	69,4	11,3	5,4	2,5	0,1	3,5	1,6	1,3	1,8	-	1,6
	56,0	12,4	6,5	0,8	0,0	0,9	1,0	0,5	1,0	-	18,0
	66,6	9,5	10,1	1,4	0,2	3,2	1,0	0,9	0,1	-	4,3
Sales e Lima (2010)	88,2	2,3	5,1	0,6	0,1	1,3	0,4	0,4	<0,1	-	0,4
	96,2	0,2	1,7	0,1	-	0,3	0,1	<0,1	0,1	-	1,0
	62,7	4,5	8,8	0,9	0,1	1,8	0,7	0,6	0,2	-	16,3
	93,5	1,2	2,6	0,4	<0,1	0,8	0,2	0,3	<0,1	-	0,34
Cordeiro *et al.* (2008)	78,3	8,6	3,6	2,2	0,1	3,5	-	-	-	-	0,4

Fonte: Autores, 2025.

A análise dos estudos selecionados evidencia a variabilidade físico-química da cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBCA), atribuída às condições de combustão, ao ponto de coleta da cinza (volante ou de fundo) e aos procedimentos de beneficiamento adotados (Barbosa e Cordeiro, 2021; Cordeiro *et al.,* 2008; Frías, Villar e Savastano, 2011). Ainda que em contextos industriais semelhantes, observa-se dispersão nos parâmetros químicos e mineralógicos (Barbosa e Cordeiro, 2021; Andrade Neto *et al.*, 2021; França *et al.*, 2023a). Ademais, quando a CBCA é proveniente de sistemas industriais mais controlados, observa-se que seu desempenho tecnológico permanece condicionado às características físico-químicas e ao processamento adotado, especialmente à finura alcançada após moagem, o que reforça a influência do beneficiamento sobre o comportamento do material em matrizes cimentícias (Alvarenga e Cordeiro, 2024; Barbosa e Cordeiro, 2021).

Em termos de composição química, os trabalhos convergem ao indicar a sílica (SiO_2) como o principal constituinte da CBCA, acompanhada por teores variáveis de Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO e K_2O, conforme sintetizado na Tabela 1 (Andrade Neto *et al.*, 2021; Cordeiro *et al.*, 2008; Sales e Lima, 2010). No entanto, a proporção entre sílica amorfa e cristalina varia significativamente. Cinzas provenientes de combustão mais controlada tendem a apresentar maior fração amorfa, enquanto CBCAs oriundas de sistemas menos eficientes exibem predominância de quartzo cristalino, resultando em comportamento essencialmente inerte (Barbosa e Cordeiro, 2021; Frías, Villar e Savastano, 2011; Sales e Lima, 2010).

A caracterização das cinzas é predominantemente feita por fluorescência de raios X (FRX), enquanto a difração de raios X (DRX) é empregada para identificação das fases cristalinas e avaliação do grau de amorfismo (França *et al.*, 2023a; Cordeiro *et al.*, 2008; Frías, Villar e Savastano, 2011). Estudos comparativos indicam que CBCAs com composições globais semelhantes podem apresentar comportamentos distintos em função da mineralogia e da microestrutura das partículas (Barbosa e Cordeiro, 2021; Andrade Neto *et al.*, 2021).

A perda ao fogo (PF) constitui um dos parâmetros críticos reportados. Valores elevados de perda ao fogo (PF) são associados à presença de carbono residual decorrente de combustão incompleta do bagaço (Cordeiro *et al.*, 2008; Frías, Villar e Savastano, 2011), o que está relacionado à redução da reatividade pozolânica da CBCA e a interferências no desempenho dos sistemas cimentícios (Frías, Villar e Savastano, 2011; Barbosa e Cordeiro, 2021; Andrade Neto *et al.*, 2021). Em contrapartida, cinzas com baixa PF, obtidas por combustão mais eficiente ou após beneficiamento térmico, apresentam comportamento químico mais estável e maior potencial reativo (Barbosa, Cordeiro, 2021; Andrade Neto *et al.*, 2021).

Outro aspecto recorrente refere-se ao teor de álcalis, especialmente de K_2O, elemento absorvido pela planta durante o cultivo e concentrado na cinza após a combustão do bagaço (Lyra *et al.*, 2021; Macedo *et al.*, 2021). Teores elevados de potássio na CBCA podem comprometer a estabilidade química do material e influenciar negativamente seu desempenho em matrizes cimentícias (Lyra *et al.*, 2021; Macedo *et al.*, 2021; França *et al.*, 2023a). De forma complementar, Andrade Neto *et al.* (2021) avaliam a presença de sulfatos (SO_3) e cloretos, parâmetros relevantes para a durabilidade de concretos armados, e indicam que, embora os teores de sulfatos geralmente permaneçam dentro de limites aceitáveis, sua presença pode influenciar a cinética de hidratação. Os autores também ressaltam que a incorporação de CBCA pode reduzir a difusão de cloretos no concreto, desde que a cinza apresente reatividade adequada e seja utilizada em teores moderados.

A granulometria da CBCA apresenta elevada variabilidade, com partículas grossas e finas, dependendo do ponto de coleta e do beneficiamento. Cordeiro *et al.* (2008) reportam que a cinza in natura apresenta distribuição granulométrica ampla, enquanto Macedo *et al.* (2021) e Andrade Neto *et al.* (2021) observaram que, após moagem intensiva, predominam frações finas, com partículas passantes em peneiras de 45 μm ou 75 μm.

De forma integrada, a literatura evidencia que a CBCA não pode ser considerada um material homogêneo. Suas características físico-químicas variam amplamente entre os estudos e condicionam o comportamento observado nos materiais analisados. Assim, a caracterização detalhada da CBCA constitui etapa indispensável para a correta interpretação dos resultados e para

o direcionamento técnico de sua aplicação (Andrade Neto *et al.*, 2021; França *et al.*, 2023a; Cordeiro *et al.*, 2008; Frías, Villar e Savastano, 2011).

3.2 Fatores influenciadores nas propriedades da CBCA

A literatura reconhece o beneficiamento da cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBCA) como etapa central para reduzir sua variabilidade e ampliar a previsibilidade de desempenho em matrizes cimentícias (Barbosa e Cordeiro, 2021; Cordeiro *et al.*, 2008; Frías, Villar e Savastano, 2011). Entre os tratamentos mais recorrentes destacam-se moagem, lavagem, recalcinação controlada e peneiramento, aplicados isoladamente ou em sequência, conforme o objetivo tecnológico (Lyra *et al.*, 2021; Potiron *et al.*, 2022; França *et al.*, 2023a).

A moagem é um fator crucial na CBCA, alterando sua granulometria e aumentando a reatividade. A cinza moída, com partículas passantes em peneiras de 45 μm ou 75 μm, melhora o consumo de $Ca(OH)_2$ e reflete em melhorias no desempenho mecânico dos sistemas avaliados, embora os efeitos dependam da granulometria selecionada e da matriz considerada (Potiron et al., 2022; Frías, Villar e Savastano, 2011). Contudo, finuras excessivas aumentam a demanda de água e afetam a reologia das misturas (Barbosa e Cordeiro, 2021; Berenguer *et al.*, 2020; Frías, Villar e Savastano, 2011; Cordeiro *et al.*, 2008).

A lavagem é empregada para remover sais solúveis e reduzir o teor de álcalis, especialmente K_2O, fator frequentemente associado à instabilidade química e ao risco de reações deletérias (França *et al.*, 2023a; Lyra *et al.*, 2021; Macedo *et al.*, 2021). A cinza lavada elimina principalmente fases cristalinas solúveis, promovendo um aumento relativo da sílica, evidenciando uma matriz mais rica em material amorfo (Lyra *et al.*, 2021). Esse tratamento também é discutido como relevante quando se considera durabilidade e exposição a agentes agressivos, reforçando a necessidade de controle químico para aplicações em concreto (Andrade Neto *et al.*, 2021).

A recalcinação controlada é relatada como estratégia para reduzir carbono residual e favorecer a formação de frações reativas, sendo particularmente útil quando a cinza inicial apresenta combustão incompleta (Frías, Villar e Savastano, 2011; Barbosa e Cordeiro, 2021). A literatura ressalta que temperaturas excessivas podem aumentar a cristalinidade e reduzir a reatividade, enquanto condições intermediárias e controladas tendem a produzir cinzas mais adequadas para uso cimentício (França *et al.*, 2023a; Frías, Villar e Savastano, 2011). A calcinação, combinada com moagem e/ou controle de tamanho de partícula, pode elevar a reatividade da CBCA (Potiron *et al.*, 2022).

O peneiramento e a classificação granulométrica aparecem como métodos auxiliares para selecionar frações mais finas e compatíveis com a aplicação (Berenguer *et al.*, 2020; Sales e Lima, 2010). Quando o objetivo é substituir areia, o controle granulométrico é decisivo para o empacotamento e a microestrutura; quando o objetivo é atuar como adição mineral, a seleção de frações finas tende a favorecer a contribuição física e, quando aplicável, a reatividade (Sales e Lima, 2010; Cordeiro *et al.*, 2008). Assim, o beneficiamento da CBCA associa-se à variabilidade de suas propriedades. A seleção e a combinação de tratamentos relacionam-se às características da cinza disponível e ao mecanismo de atuação predominante nas diferentes aplicações investigadas (França *et al.*, 2023a; Barbosa e Cordeiro, 2021; Cordeiro *et al.*, 2008).

3.3 Aplicações da CBCA em materiais cimentícios

A aplicação da CBCA em materiais cimentícios inclui a substituição parcial de agregados, o uso por substituição parcial do cimento Portland e a incorporação em sistemas alcalinamente ativados, sendo o desempenho condicionado à caracterização físico-química e ao beneficiamento da cinza (França *et al.*, 2023a; Andrade Neto *et al.*, 2021; Macedo *et al.*, 2021; Berenguer *et al.*, 2020). A substituição parcial do cimento Portland é a abordagem mais recorrente. Nesse contexto, CBCAs com maior fração amorfa e baixa perda ao fogo tendem a atuar como materiais cimentícios suplementares, enquanto cinzas mais cristalinas apresentam comportamento predominantemente físico (França *et al.*, 2023a; Berenguer *et al.*, 2020; Sales e Lima, 2010). Além disso, quando a cinza apresenta granulometria compatível e elevado teor de fases cristalinas, há melhoria no empacotamento das partículas, redução da porosidade e efeitos positivos sobre propriedades de durabilidade, como menor permeabilidade e maior resistência à penetração de agentes agressivos (Sales e Lima, 2010; Berenguer *et al.*, 2020; Hemkemeier *et al.*, 2023).

No caso da substituição parcial de agregados naturais, a literatura indica que a CBCA pode ser tecnicamente viável em aplicações não estruturais, desde que atendidos os requisitos mecânicos e que haja controle granulométrico da cinza, fator determinante para o empacotamento das partículas e o desempenho do material (Criado *et al.*, 2024; Sales e Lima, 2010).

Aplicações em sistemas alcalinamente ativados e geopoliméricos também são reportadas, embora em menor número. Nesses casos, a CBCA é avaliada como precursor ou co-precursor, com desempenho condicionado principalmente aos teores de sílica e alumina reativas e à adaptação do processamento às características da cinza (França et al., 2023a; Sousa et al., 2022). CBCA com alto teor de matéria orgânica apresenta potencial restrito como material cimentício suplementar em sistemas alcalinamente ativados, sendo recomendada sua utilização em teores inferiores a 10%,

com expectativa de redução no desempenho mecânico, mas com viabilidade técnica condicionada ao controle reológico e à aplicação pretendida (Barros e Melo Neto, 2021).

Outras aplicações, como materiais cerâmicos, vitrocerâmicos e misturas asfálticas, aparecem de forma pontual na literatura, reforçando a diversidade de usos investigados (Teixeira *et al.*, 2014; Faria *et al.*, 2012).

De forma integrada, a revisão evidencia que não existe uma aplicação universalmente adequada para a CBCA. Sua valorização depende da composição química, da mineralogia, da perda ao fogo, do grau de beneficiamento e das exigências de desempenho da matriz em que é incorporada. Assim, a literatura converge ao indicar que a utilização eficiente da CBCA requer abordagens específicas para cada aplicação, reforçando seu potencial como insumo estratégico no contexto da construção sustentável (França *et al.*, 2023a; Barbosa e Cordeiro, 2021; Cordeiro *et al.*, 2008).

3.4 Benefícios e limitações

A revisão integrativa evidencia benefícios associados à aplicação da CBCA quando suas características físico-químicas e o beneficiamento adotado são compatíveis com a matriz avaliada. Entre os benefícios mais recorrentes, destacam-se: (i) a contribuição por efeito físico de preenchimento, associada ao refinamento do empacotamento das partículas e à redução da porosidade (Sales; Lima, 2010; Berenguer *et al.*, 2020; Hemkemeier *et al.* 2023); (ii) a contribuição reativa em cinzas com maior fração amorfa e baixa perda ao fogo, favorecendo reações pozolânicas (Cordeiro *et al.*, 2008 ; Frías, Villar e Savastano, 2011; Andrade Neto *et al.*, 2021; França *et al.* 2023a); e (iii) o ajuste de propriedades reológicas e microestruturais por meio do controle granulométrico e do processamento da cinza (Anjos *et al.*, 2020; Lyra *et al.*; 2021; Barbosa e Cordeiro, 2021).

Adicionalmente, alguns estudos apontam efeitos positivos associados a parâmetros de durabilidade. Hemkemeier *et al.* (2023) relataram redução da penetração de cloretos e alterações microestruturais em argamassas, enquanto Andrade Neto *et al.* (2021) observaram diminuição da permeabilidade em concretos contendo CBCA. No que se refere a mecanismos deletérios, Macedo *et al.* (2021) identificaram potencial de mitigação da reação álcali-agregado, dependente da finura e da qualidade química da cinza empregada. Por outro lado, as limitações mais frequentemente associadas à aplicação da CBCA relacionam-se à variabilidade físico-química do resíduo, decorrente das condições de combustão, dos métodos de coleta e dos procedimentos de beneficiamento. A presença de álcalis, carbono residual e variações granulométricas é apontada como fator condicionante para a previsibilidade do desempenho e a consistência dos resultados entre

diferentes estudos (França *et al.*, 2023a; Hemkemeier *et al.*, 2023; Lyra *et al.*, 2021; Barbosa e Cordeiro, 2021).

Em aplicações emergentes, como geopolímeros e sistemas alcalinamente ativados, a viabilidade técnica tem sido associada à composição química da CBCA, embora os resultados se baseiem majoritariamente em avaliações de curto prazo e em escala laboratorial (França *et al.*, 2023a; Sousa *et al.*, 2022). Assim, cinzas com elevada perda ao fogo e baixa fração amorfa tendem a apresentar atuação predominantemente física, limitando os ganhos de resistência mecânica e a viabilidade de substituições mais elevadas, sendo reportados desempenhos satisfatórios apenas para teores moderados e para cinzas previamente caracterizadas e compatíveis com a aplicação proposta (Lima, Barros e Melo Neto, 2021; Sousa et al., 2022).

Em aplicações não cimentícias, como materiais cerâmicos e vitrocerâmicos, o desempenho satisfatório está condicionado à adequação do processamento às características da cinza (Teixeira *et al.*, 2014; Faria, Gurgel e Holanda *et al.*, 2012).

Com o intuito de sintetizar essas diferentes abordagens, o Quadro 1 apresenta um panorama comparativo dos estudos selecionados, permitindo visualizar, de forma integrada, os benefícios observados e as limitações associadas às características da CBCA e às rotas de processamento adotadas.

Quadro 1 - Síntese dos estudos selecionados sobre a CBCA: origem, aplicações e principais resultados.

Autor / Ano	Origem da cinza	Aplicação investigada	Principais achados
Alvarenga e Cordeiro (2024)	Brasil; precipitador eletrostático, moagem	Argamassas (substituição do cimento)	Desempenho dependente do processamento e da finura da cinza.
Criado *et al.* (2024)	Brasil, MG; bruta	Blocos intertravados	Substituição parcial da areia viável quando atendidos requisitos mecânicos.
França *et al.* (2023a)	Brasil; moagem e recalcinação	Substituição parcial de cimento	Potencial de redução de clínquer condicionado à qualidade da cinza.
Hemkemeier *et al.* (2023)	Brasil; bruta	Argamassas de reparo	Potencial condicionado à qualidade da cinza e ao processamento.
França *et al.* (2023b)	Brasil; moagem e recalcinação	Geopolímeros	Sílica e alumina reativas favorecem os mecanismos de geopolimerização.
Potiron *et al.* (2022)	Brasil; bruta e moagem	Pastas cal-pozolana	Redução do tamanho de partícula associada ao aumento da reatividade.
Sousa *et al.* (2022)	Brasil; bruta	Pastas alcalinamente ativadas	Viabilidade como precursor alternativo; desempenho dependente da composição.
Lima, Barros e Melo Neto (2021)	Brasil, PE; bruta e moagem	Pastas alcalinamente ativadas	Viável até 10% de substituição; alta PF reduz resistência; atuação predominantemente física
Barbosa e Cordeiro (2021)	Brasil; moagem	Argamassas (substituição do cimento)	Respostas distintas associadas à variabilidade química e mineralógica.
Lyra *et al.* (2021)	Brasil; bruta e lavagem	Material cimentício suplementar	Lavagem reduz álcalis e melhora estabilidade e reatividade
Macedo *et al.* (2021)	Brasil, GO; moagem	Mitigação da reação álcali-agregado	Redução da expansão condicionada à finura e à qualidade da cinza.
Andrade Neto *et al.* (2021)	Brasil, MT; moagem	Concretos (resistência e durabilidade)	Manutenção/melhoria de resistência e redução de permeabilidade.
Berenguer *et al.* (2020)	Brasil, PE; moagem	Concreto (durabilidade)	Desempenho condicionado à origem e composição química.
Anjos *et al.* (2020)	Brasil; moagem	Argamassas autonivelantes	Influência na reologia e no empacotamento das partículas.

continua)

Autor / Ano	Origem da cinza	Aplicação investigada	Principais achados
Teixeira *et al.* (2014)	Brasil, SP; bruta	Materiais vitrocerâmicos	Viabilidade para fusão e formação de fases vítreas.
Faria *et al.* (2012)	Brasil, SP; bruta	Tijolos cerâmicos	Redução da temperatura de sinterização e melhoria tecnológica.
Frías, Villar e Savastano (2011)	Brasil; bruta, moagem e recalcinação	Material cimentício suplementar	Elevada variabilidade; pré-tratamentos aumentam a atividade pozolânica.
Sales e Lima (2010)	Brasil, SP; bruta	Concreto (substituição de areia)	Atuação predominantemente física; influência no empacotamento.
Cordeiro *et al.* (2008)	Brasil; precipitador eletrostático, bruta e moagem	Argamassas (substituição parcial do cimento)	Predomínio de fases cristalinas; moagem aumenta reatividade; efeito *filler*.

Fonte: Autores, 2025.

O Quadro 1 evidencia a diversidade de aplicações investigadas e a dependência do desempenho da CBCA em relação à sua origem, ao beneficiamento e ao controle granulométrico. De forma geral, resultados mais favoráveis estão associados a cinzas com composição e processamento compatíveis com a aplicação avaliada, enquanto limitações decorrem principalmente da variabilidade intrínseca do material.

4 CONCLUSÃO

Este capítulo apresentou uma revisão integrativa sobre as características físico-químicas da cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBCA) e suas aplicações em materiais de construção, com ênfase nos benefícios e limitações reportados na literatura. A análise dos estudos revelou que a CBCA possui grande potencial como material suplementar em matrizes cimentícias, especialmente devido à sua capacidade de contribuir por efeito físico de preenchimento e reatividade pozolânica, quando adequadamente processada. No entanto, a variabilidade físico-química do resíduo, associada às diferentes condições de produção e beneficiamento, impõe desafios para garantir a consistência dos resultados e a previsão de desempenho. Além disso, as limitações observadas nos estudos, como a necessidade de controle granulométrico e a presença de álcalis e de carbono residual, reforçam a importância de uma caracterização rigorosa da CBCA antes de sua aplicação.

Em termos de aplicações, a literatura destaca a substituição parcial do cimento e da areia, o uso em sistemas alcalinamente ativados e em geopolímeros, bem como em materiais cerâmicos e vitrocerâmicos. Contudo, a maioria dos estudos se concentra em avaliações de curto prazo e não aborda suficientemente a durabilidade a longo prazo, a estabilidade química em condições reais de uso e a viabilidade técnico-econômica da aplicação em larga escala.

A conclusão da revisão indica que a CBCA, quando devidamente caracterizada e beneficiada, possui alto potencial para ser incorporada como insumo estratégico na construção sustentável. Contudo, o avanço desse processo depende do desenvolvimento de protocolos mais consistentes de caracterização e padronização de procedimentos de beneficiamento, bem como da ampliação de estudos sobre a durabilidade e viabilidade prática da aplicação da CBCA.

Agradecimentos e Financiamento

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pelo apoio institucional e pelo auxílio à pesquisa, e ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da UNAERP pelo suporte acadêmico.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, K. P.; CORDEIRO, G. C. Evaluating sugarcane bagasse fly ash as a sustainable cement replacement for enhanced performance. **Cleaner Engineering and Technology**, v. 20, p. 100751, 2024. DOI: 10.1016/j.clet.2024.100751

ANDRADE NETO, J. S. *et al.* Effects of adding sugarcane bagasse ash on the properties and durability of concrete. **Construction and Building Materials**, v. 266A, p. 1-13, 2021. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.120959.

ANJOS, M. A. S. *et al.* Properties of self-leveling mortars incorporating a high-volume of sugar cane bagasse ash as partial Portland cement replacement. **Journal of Building Engineering**, Amsterdam, v. 32, p. 101694, 2020. DOI: 10.1016/j.jobe.2020.101694.

BARBOSA, F. L.; CORDEIRO, G. C. Partial cement replacement by different sugar cane bagasse ashes: hydration-related properties, compressive strength and autogenous shrinkage. **Construction and Building** *Materials*, v. 272, p. 121625, 2021. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.121625

BERENGUER, R. A. *et al.* Sugar cane bagasse ash as a partial substitute of Portland cement: effect on mechanical properties and emission of carbon dioxide. **Journal of Environmental Chemical Engineering,** v. 8, p. 103655, 2020. DOI: 10.1016/j.jece.2020.103655

CORDEIRO, G. C. *et al.* Pozzolanic activity and filler effect of sugar cane bagasse ash in Portland cement and lime mortars. **Cement & Concrete Composites**, v. 30, n. 5, p. 410-418, 2008. DOI: 10.1016/j.cemconcomp.2008.01.001.

CRIADO, T. C. *et al.* Uso sustentável da cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBC) em pavimentos inter-travados de concreto. **Revista Matéria**, v. 29, n. 4, 2024. DOI: 10.1590/1517-7076-RMAT-2024-0546.

FARIA, K. C. P.; GURGEL, R. F.; HOLANDA, J. N. F. Recycling of sugarcane bagasse ash waste in the production of clay bricks. **Journal of Environmental Management**, v. 101, n. 30, p. 7-12, 2012. DOI: 10.1016/j.jenvman.2012.01.032.

FRANÇA, S. *et al.* Feasibility of using sugar cane bagasse ash in partial replacement of Portland cement clinker. **Buildings**, v. 13, p. 843, 2023a. DOI: https://doi.org/10.3390/buildings13040843

FRANÇA, S. *et al.* Reaction mechanisms in geopolymers produced from sugarcane bagasse ash. **Construction and Building Materials**, v. 377, n. 9, p. 1-14, 2023b. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2023.131124.

FRÍAS, M.; VILLAR, E.; SAVASTANO, H. Brazilian sugar cane bagasse ashes from the cogeneration industry as active pozzolans for cement manufacture. **Cement and Concrete Composites**, v. 33, n. 4, p. 490-496, 2011. DOI: 10.1016/j.cemconcomp.2011.02.003.

HEMKEMEIER, T. A. *et al.* Repair mortars with water treatment plant sludge (WTPS) and sugarcane bagasse ash sand (SBAS) for more eco-efficient and durable constructions. **Journal of Cleaner Production**, v. 386, p. 135750, 2023. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.135750.

LIMA, V. M. E.; BARROS, L. C.; MELO NETO, A. A. Characterization of sugarcane bagasse ash (SBA) and its evaluation for use in alkali-activated slag mixtures. **Cerâmica**, v. 67, p. 123–130, 2021. DOI: 10.1590/0366-69132021673813038.

LYRA, G. P. *et al.* Comparison of original and washed pure sugar cane bagasse ashes as supplementary cementing materials. **Construction and Building Materials**, v. 272, p. 122001, 2021. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.122001

MACEDO, J. V. S. *et al.* Avaliação da influência da adição da cinza do bagaço da cana-de-açúcar na mitigação da reação álcali-agregado. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n. 3, p. 27002-27020, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n3-416.

POTIRON, C. O. *et al.* Enhancement of the reactivity of sugarcane bagasse ash for pozzolan–lime paste: effect of particle size. **Construction and Building Materials**, v. 350, p. 128561, 2022. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128561.

SALES, A.; LIMA, S. A. Use of Brazilian sugarcane bagasse ash in concrete as sand replacement. **Waste Management**, v. 30, n .6, p. 1114–1122, 2010. DOI: 10.1016/j.wasman.2010.01.026.

SOUSA, L. N. *et al.* Effect of non-calcined sugarcane bagasse ash as an alternative precursor on the properties of alkali-activated pastes. **Molecules**, Basel, v. 27, n. 4, p. 1185, 2022. DOI: 10.3390/molecules27041185.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. DOI: 10.1590/S1679-45082010RW1134.

TEIXEIRA, S. R.; *et al.* Valorization of sugarcane bagasse ash: Producing glass-ceramic materials. **Journal of Environmental Management**, v. 134, p. 15–19, 2014. DOI: 10.1016/j.jenvman.2013.12.029.

Informações sobre a Editora
Wissen Editora
Homepage: www.editorawissen.com.br
Teresina – Piauí, Brasil
E-mail: wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:
@wisseneditora



Wissen
2026