

**Aurum**  
EDITORA

# MEIO AMBIENTE

## ESTUDOS INTERDISCIPLINARES



ORGANIZAÇÃO  
AURUM EDITORA



Aurum  
EDITORA

# MEIO AMBIENTE

## ESTUDOS INTERDISCIPLINARES



ORGANIZAÇÃO  
AURUM EDITORA

**AURUM EDITORA LTDA - 2025**  
Curitiba – Paraná - Brasil

**EDITOR CHEFE**

Lucas Gabriel Vieira Ewers

**ORGANIZADOR DO LIVRO**

Aurum Editora Ltda

**EDIÇÃO DE TEXTO**

Stefanie Vitoria Garcia de Bastos

**EDIÇÃO DE ARTE**

Aurum Editora Ltda

**IMAGENS DA CAPA**

Freepik

**BIBLIOTECÁRIA**

Eliete Marques da Silva

**ÁREA DE CONHECIMENTO**

Ciências Ambientais

Copyright © Aurum Editora Ltda

Texto Copyright © 2025 Os Autores

Edição Copyright © 2025 Aurum Editora  
Ltda



Este trabalho está licenciado sob uma  
licença Creative Commons Attribution-  
NonCommercial-NoDerivatives  
4.0 International License.

A responsabilidade pelo conteúdo, precisão e veracidade dos dados apresentados neste texto é inteiramente do autor, não refletindo necessariamente a posição oficial da Editora. O trabalho pode ser baixado e compartilhado, desde que o crédito seja dado ao autor, mas não é permitida a modificação do conteúdo de qualquer forma ou seu uso para fins comerciais.

Todos os manuscritos passaram por uma avaliação cega por pares, realizada pelos membros do Conselho Editorial, e foram aprovados para publicação com base em critérios de imparcialidade e objetividade acadêmica.

A Aurum Editora se compromete a manter a integridade editorial em todas as fases do processo de publicação, prevenindo plágio, dados ou resultados fraudulentos, e assegurando que interesses financeiros não afetem os padrões éticos da publicação. Qualquer suspeita de má conduta científica será verificada com atenção aos princípios éticos e acadêmicos.

## **CORPO EDITORIAL**

Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos - Doutor em Letras pela Universidade Federal da Paraíba

Adriano Rosa da Silva - Mestre em História Social pela Universidade Federal Fluminense

Alessandro Sathler Leal da Silva - Doutor em Educação pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Alex Lourenço dos Santos - Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Catalão

Alisson Vinicius Skroch de Araujo - Editor Independente - Graduado em Criminologia pelo Centro Universitário Curitiba

Alline Aparecida Pereira - Doutora em Psicologia pela Universidade Federal Fluminense

Allysson Barbosa Fernandes - Mestre em Comunicação, Linguagens e Cultura pela Universidade da Amazônia

Ayla de Jesus Moura - Mestra em Educação Física pela Universidade Federal do Vale do São Francisco

Blue Mariro - Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Camila Aparecida da Silva Albach - Doutoranda em Ciências Sociais Aplicadas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa

Carina Mandler Schmidmeier - Mestranda em Direito pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Carolline Nunes Lopes - Mestra em Psicologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

Cristiane Sousa Santos - Mestra em Educação pela Universidade Estadual de Feira de Santana

Dandara Christine Alves de Amorim - Doutoranda em Direito pela Universidade do Oeste de Santa Catarina

Daniel da Rocha Silva - Mestre em Letras pela Universidade Federal de Sergipe

Daniel Rodrigues de Lima - Mestre em História pela Universidade Federal do Amazonas.

Edson Campos Furtado - Doutor em Psicologia - Área de Concentração: Estudos da Subjetividade pela Universidade Federal Fluminense, UFF, Brasil.

Elane da Silva Barbosa - Doutora em Educação pela Universidade Estadual do Ceará

Fabio José Antonio da Silva - Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina.

Fabricio do Nascimento Moreira - Doutorando em Administração pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

Felipe Antônio da Silva - Graduado em Direito pelo Centro Universitário Unihorizontes



Felipe Martins Sousa - Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Brasil.

Francisco Welton Machado - Editor Independente - Graduado em Geografia pela Universidade Estadual do Piauí

Gabriela da Silva Dezidério - Doutoranda em Sociologia pela Universidade Federal Fluminense

Gabriella de Moraes - Doutora em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais

Gleyson Martins Magalhães Reymão - Mestre Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pelo Instituto Federal do Pará

Gustavo Boni Minetto - Mestrando em Educação, Linguagens e Tecnologia pela Universidade Estadual de Goiás

Hygor Chaves da Silva - Doutorando em Ciência dos Materiais pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Brasil.

Ítalo Rosário de Freitas - Doutorando em Biologia e Biotecnologia de Microrganismos pela Universidade Estadual de Santa Cruz

Itamar Victor de Lima Costa - Mestre em Desenvolvimento de Processos Ambientais pela Universidade Católica de Pernambuco

João Vitor Silva Almeida - Graduado em Gestão de Cooperativas pela Universidade Federal do Tocantins

José Bruno Martins Leão - Doutor em Sistema Constitucional de Garantia de Direitos pela Instituição Toledo de Ensino

José Cláudio da Silva Júnior - Mestrando em Ciências da Saúde pela Universidade de Pernambuco

José Leonardo Diniz de Melo Santos - Mestre em Educação, Culturas e Identidades pela Universidade Federal Rural de Pernambuco

José Marciel Araújo Porcino - Graduado em Pedagogia pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil.

José Neto de Oliveira Felipe - Doutorando em Ensino de Ciências Exatas - PPGECE - Universidade do Vale do Taquari - UNIVATES, UNIVATES, Brasil.

Júlio Panzera Gonçalves - Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais

Luan Brenner da Costa - Editor Independente - Graduado em Enfermagem pela Fundação Herminio Ometto

Lucas Matheus Araujo Bicalho - Mestrando em Historia pela Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Brasil.

Lucas Pereira Gandra - Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Luciano Victor da Silva Santos - Mestrando em Hotelaria e Turismo pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil.

Luís Paulo Souza e Souza - Doutor em Saúde Pública pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil.

Luzia Eleonora Rohr Balaj - Doutoranda em Música pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Magno Fernando Almeida Nazaré - Mestre em Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão

Maickon Willian de Freitas - Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Maikon Luiz Mirkoski - Mestre Profissional em Matemática em Rede Nacional pela Universidade Estadual de Ponta Grossa

Mailson Moreira dos Santos Gama - Doutorando em História pela Universidade Federal de Minas Gerais

Marcela da Silva Melo - Mestre em Avaliação de Políticas Públicas pela Universidade Federal do Ceará

Marcos Scarpioni - Doutorando em Ciência da Religião pela Universidade Federal de Juiz de Fora

Marilha da Silva Bastos - Mestranda em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará

Mario Marcos Lopes - Doutorando em Educação pela Universidade Federal de São Carlos

Mateus Henrique Dias Guimarães - Mestre em Enfermagem na Atenção Primária à Saúde pela Universidade do Estado de Santa Catarina

Mirna Liz da Cruz - Editora Independente - Graduada em Odontologia pela Universidade Federal de Goiás

Newton Ataíde Meira - Mestrando em Desenvolvimento Social pela Universidade Estadual de Montes Claros

Osorio Vieira Borges Junior - Doutorando em História pela Universidade Federal de Minas Gerais

Pedro Carlos Refkalefsky Loureiro - Doutorando em Comunicação, Cultura e Amazônia pela Universidade Federal do Pará, UFPA, Brasil.

Plinio da Silva Andrade - Mestrando em Ciências da Educação pela Universidade Leonardo Da Vinci

Priscila da Silva de Souza Bertotti - Editora Independente - Graduada em Biomedicina pelo Centro Universitário UniOpet



Rafael José Kraisch - Doutorando em Neurociências pela Universidade Federal de Santa Catarina

Rita de Cássia de Almeida Rezende - Doutoranda em Educação pela Universidade Católica de Brasília

Rodrigo de Souza Pain - Doutor em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Rodrigo Oliveira Miranda - Doutor em Administração de Empresas pela Universidade de Fortaleza

Rogério de Melo Grillo - Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Campinas

Ryan Dutra Rodrigues - Editor Independente - Graduado em Psicologia pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas

Salatíel Elias de Oliveira - Doutor em Apostilamento de Reconhecimento de Título pela Universidade do Oeste Paulista

Sebastião Lacerda de Lima Filho - Doutorando em Medicina Translacional pela Universidade Federal do Ceará

Silvio de Almeida Junior - Doutor em Promoção de Saúde pela Universidade de Franca

Swelen Freitas Gabarron Peralta - Doutoranda em Educação pela Universidade Tuiuti do Paraná

Talita Benedicta Santos Künast - Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal de Mato Grosso

Tályta Carine da Silva Saraiva - Mestra em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí

Thiago Giordano de Souza Siqueira - Doutor em Ciência da Informação pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Thiago Silva Prado - Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Maringá

Valquíria Velasco - Doutora em História Comparada pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil.

Victor José Gumba Quibutamene - Mestrando em Letras pela Universidade Federal do Rio Grande, FURG, Brasil.

Vinicius Valim Pereira - Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil.

Wilson Moura - Doutor em Psicologia pela Christian Business School

Yohans de Oliveira Esteves - Doutor em Psicologia pela Universidade Salgado de Oliveira

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

Meio ambiente [livro eletrônico] : estudos  
interdisciplinares / organização Aurum Editora.  
-- Curitiba, PR : Aurum Editora, 2025.  
PDF

Vários autores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-83849-19-9

1. Biodiversidade 2. Ecologia 3. Ecossistema  
4. Interdisciplinaridade 5. Meio ambiente -  
Conservação 6. Sustentabilidade

25-310408.0

CDD-001.42

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Pesquisa científica 001.42

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

**Aurum Editora Ltda**  
CNPJ: 589029480001-12  
[contato@aurumeditora.com](mailto:contato@aurumeditora.com)  
(41) 98792-9544  
Curitiba - Paraná



## **DECLARAÇÃO DA EDITORA**

A Aurum Editora DECLARA, para fins de direitos, obrigações e aspectos legais ou metodológicos, que:

Esta publicação representa apenas uma transferência temporária dos direitos autorais, conferindo o direito de publicação e reprodução dos materiais. A Editora não assume responsabilidade pela autoria dos manuscritos publicados, conforme as disposições da Lei de Direitos Autorais (Lei 9610/98), do art. 184 do Código Penal e do art. 927 do Código Civil. O(s) autor(es) são exclusivamente responsáveis por garantir a conformidade com as questões de direitos autorais e outros aspectos legais, isentando a Editora de quaisquer responsabilidades civis, administrativas ou criminais que possam ocorrer.

Autoriza-se a **DIVULGAÇÃO DO TRABALHO** pelo(s) autor(es) em palestras, cursos, eventos, programas de mídia e televisão, desde que o devido reconhecimento da autoria e edição seja dado, sem fins comerciais, e que os **CRÉDITOS** à Aurum Editora sejam devidamente apresentados. A omissão ou exclusão dessas informações será de responsabilidade do(s) autor(es) e da editora.

Todos os e-books são de acesso aberto, portanto, não devem ser vendidos em sites, plataformas de comércio eletrônico ou qualquer outro meio, seja virtual ou físico. Assim, não há transferência de direitos autorais para os autores, uma vez que o formato não gera outros direitos além dos usos didáticos e publicitários da obra, a qual pode ser acessada a qualquer momento.

Todos os membros do Conselho Editorial atuam de forma voluntária, sendo graduados ou pós-graduados em suas respectivas áreas.

A Aurum Editora não autoriza a venda ou compartilhamento dos nomes, e-mails e quaisquer outros dados pessoais dos autores, exceto para a divulgação desta obra, em conformidade com o Marco Civil da Internet, a Lei Geral de Proteção de Dados e a Constituição da República Federativa.

## **DECLARAÇÃO DO AUTOR**

O autor deste trabalho DECLARA, para os fins seguintes, que:

Não possui nenhum interesse comercial que possa gerar conflito em relação ao conteúdo publicado;

Declara ter se envolvido ativamente na elaboração do manuscrito, preferencialmente nas seguintes etapas: Desenvolvimento do estudo, e/ou coleta de dados, e/ou análise e interpretação dos dados, redação do artigo ou revisão para garantir a relevância intelectual do material e aprovação final do manuscrito para envio;

Certifica que o texto publicado está completamente livre de dados falsificados ou resultados fraudulentos, bem como de falhas relacionadas à autoria;

Confirma que fez a citação correta e a devida referência a todos os dados e interpretações oriundas de outras pesquisas;

Reconhece que todas as fontes de financiamento que possam ter sido recebidas para a realização da pesquisa foram devidamente declaradas;

Autoriza a edição do trabalho, incluindo registros de catálogo, ISBN, DOI e outros indexadores, design gráfico e criação de capa, layout interno, além do lançamento e divulgação de acordo com os critérios estabelecidos pela Aurum Editora.

## AUTORES

Rones Dias de Abreu  
Ana Júlia Silva Franco  
Camila Garcia Gonçalves  
Cristiane Matos da Silva  
Daniel Carlos Machado  
Daniele de Oliveira Lima  
David Kauã Ribeiro  
Eduarda Portugal Canale da Silva  
Edwirges Elaine Rodrigues  
Emanuela Almeida Sobral  
Equiton Lorengian Grégio  
Érico Kunde Corrêa  
Filipe Silva Liá  
Francineide Sousa Oliveira  
Gabriel Haus  
Gladson Diniz Pinheiro  
Guilherme Lima Santos  
Ivone de Fátima Moraes  
Jackeline de Melo Carvalho  
Joira Mara Fernandes de Paiva Costa  
Jonathan dos Santos Viana  
Júlio César Cardoso Silveira  
Kauã Cristhian Rosa Boaretto  
Kayllane Rodrigues Scanegatta  
Laylles Costa Araújo  
Leanne Teles Pereira

Leidijane Ramos Macêdo  
Leticia Panisson Basso  
Lorran André Moraes  
Lucas Gabriel Bortolotto  
Luciara Bilhalva Corrêa  
Luís Eduardo Tavares Martins  
Maria Gardênia Sousa Batista  
Maria Isabella de Sousa  
Mirya Bezerra Viana Marinho  
Pascal Silas Thue  
Patrícia Gaspar Ferreira da Silva  
Paulo Lopes Sobrinho  
Pedro Henrique dos Santos Rodrigues  
Reinaldo Marqui  
Ricardo de Moura Borges  
Rones Dias de Abreu  
Sara de Lima Silva Liá  
Sebastião da Silva Machado  
Sebastião de Jesus Martins  
Solimar Cardoso Brito  
Talvany Luís de Barros  
Tálya Carine da Silva Saraiva  
Vitório Augusto Consalter  
Wallysson Rocha Santos  
Wilson Araújo da Silva





## SUMÁRIO

### Capítulo 1

#### IMAGEM E VOZ NA ERA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: TUTELA PÓSTUMA, CONSENTIMENTO E DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS

*Edwirges Elaine Rodrigues.*

  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-001>

.....1-10

### Capítulo 2

#### INJUSTIÇA AMBIENTAL E EXCLUSÃO SOCIAL: O DILEMA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS EM TERRITÓRIOS AMAZÔNICOS

*Tályta Carine da Silva Saraiva, Ana Júlia Silva Franco, David Kauã Ribeiro, Gladson Diniz Pinheiro, Guilherme Lima Santos, Maria Isabella de Sousa e Mirya Bezerra Viana Marinho.*



  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-002>

.....11-24

### Capítulo 3

#### ANÁLISE DA APP NO TERRITÓRIO INDÍGENA GOVERNADOR (AMARANTE- MA) COM USO DE GEOTECNOLOGIAS

*Rones Dias de Abreu, Solimar Cardoso Brito, Jackeline de Melo Carvalho, Sebastião de Jesus Martins, Francineide Sousa Oliveira, Jonathan dos Santos Viana, Daniel Carlos Machado, Leanne Teles Pereira, Wilson Araújo da Silva e Cristiane Matos da Silva.*



  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-003>

.....25-35

### Capítulo 4

#### AGROECOLOGIA E PENSAMENTO COMPLEXO: UMA ANÁLISE TEÓRICA E EMPÍRICA NA REGIÃO DE SANANDUVA-RS

*Equiton Lorengian Grégio, Kayllane Rodrigues Scanegatta, Leticia Panisson Basso, Lucas Gabriel Bortolotto, Gabriel Haus, Kauã Cristhian Rosa Boaretto, Vitório Augusto Consalter, Daniele de Oliveira Lima e Eduarda Portugal Canale da Silva.*



  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-004>

.....36-45

### Capítulo 5

#### EDUCAÇÃO AMBIENTAL 4.0: COMO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PODE INCENTIVAR CIDADES SUSTENTÁVEIS

*Patrícia Gaspar Ferreira da Silva.*



  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-005>

.....46-56

### Capítulo 6

#### ANÁLISE DAS CADEIAS PRODUTIVAS DA OVINO CULTURA E AVICULTURA E SEUS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS NO VALE DO RIO ITAIM

*Leidijane Ramos Macêdo, Pedro Henrique dos Santos Rodrigues e Ricardo de Moura Borges.*



  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-006>

.....57-62

## Capítulo 7

### SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA A COMPREENSÃO DA DESCARBONIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO EM TEMAS CLIMÁTICOS

*Talvany Luís de Barros, Joira Mara Fernandes de Paiva Costa, Paulo Lopes Sobrinho, Lorrán André Moraes e Maria Gardênia Sousa Batista.*



  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-007>

63-73

## Capítulo 8

### IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELA USINA HIDRELÉTRICA DE TELES PIRES: ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DE 2004 A 2024

*Filipe Silva Liá, Júlio César Cardoso Silveira, Sara de Lima Silva Liá, Sebastião da Silva Machado, Wallysson Rocha Santos, Rones Dias de Abreu, Daniel Carlos Machado, Leanne Teles Pereira, Wilson Araújo da Silva, Cristiane Matos da Silva, Laylles Costa Araújo e Jonathan dos Santos Viana.*



  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-008>

74-83

## Capítulo 9

### ECOPONTOS COMO FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE: UMA REVISÃO CRÍTICA ENTRE BRASIL E PAÍSES DE REFERÊNCIA

*Camila Garcia Gonçalves, Luís Eduardo Tavares Martins, Pascal Silas Thue, Érico Kunde Corrêa e Luciara Bilhalva Corrêa.*



  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-009>

84-99

## Capítulo 10

### POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS E O PAPEL DA BIOMEDICINA E BIOTECNOLOGIA


*Ivonete de Fátima Moraes, Reinaldo Marqui e Emanuela Almeida Sobral.*

  <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-010>

100-107

**ARTES VISUAIS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PERCEPÇÃO DE ALUNOS DE UMA ESCOLA  
DE ENSINO FUNDAMENTAL DO MUNICÍPIO DE BREVES-PARÁ, MESORREGIÃO DO  
MARAJÓ**

**VISUAL ARTS AND ENVIRONMENTAL EDUCATION: PERCEPTION OF STUDENTS AT AN  
ELEMENTARY SCHOOL IN THE MUNICIPALITY OF BREVES-PARÁ, MARAJÓ  
MESOREGION**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-001>

**Eduardo Antonio Abreu Pinheiro**

Doutor em Química Orgânica  
Instituto Federal do Pará - Campus Breves  
E-mail: eduardo.pinheiro@ifpa.edu.br

**Eliane Alves Melo**

Doutoranda em Desenvolvimento Rural Sustentável e Gestão de Empreendedorismo  
Instituto Federal do Pará - Campus Breves  
E-mail: eliane.alves@ifpa.edu.br

**Kildere Gomes de Matos**

Graduando em Tecnologia em Gestão Ambiental  
Instituto Federal do Pará - Campus Breves  
E-mail: kilderyg376@gmail.com

**Yasmin Soares Leão**

Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico de Informática  
Instituto Federal do Pará - Campus Breves  
E-mail: yasminleao135@gmail.com

**Kaylane Cirino Pereira**

Graduanda em Pedagogia  
Universidade Federal do Pará - Campus Breves  
E-mail: cirinokaylane5@gmail.com

**Flavia Luiza Rodrigues Miranda**

Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico de Meio Ambiente  
Instituto Federal do Pará - Campus Breves  
E-mail: toniabreu19@gmail.com

**Simeila Moraes Pereira**

Graduanda em Licenciatura Plena em Educação do Campo  
Instituto Federal do Pará - Campus Breves  
E-mail: simeilamoraes2@gmail.com



## RESUMO

Com o agravamento dos problemas ambientais na sociedade, consequentes do desenvolvimento humano e tecnológico baseado no uso irresponsável dos recursos naturais, a relação entre Arte e Educação Ambiental tem potencialidade de promover uma formação crítica e reflexiva nos estudantes. Dessa forma, problematiza-se a respeito da importância do papel do Ensino de Arte como instrumento de Educação Ambiental para 50 alunos do Ensino Fundamental de uma escola da zona urbana do município de Breves, Mesorregião do Marajó. Para responder à questão norteadora, o objetivo geral foi a avaliar a percepção ambiental desses estudantes através do uso de metodologias ativas que valorizem as artes visuais e favoreçam o desenvolvimento e aprendizagem para a compreensão de uma Educação Ambiental Crítica. Esta pesquisa foi de cunho qualiquantitativo e revelou que as estratégias pedagógicas adotadas atuaram como frestas para a compreensão da realidade de modo lúdico e instigante, despertaram o interesse dos estudantes, estimularam a participação e contribuíram para o desenvolvimento de um olhar mais amplo sobre educação ambiental, artes e, também, sobre o meio que os estudantes vivem. Por fim, torna-se essencial estimular ações educacionais interdisciplinares que integrem Arte e Meio Ambiente para enriquecer o aprendizado de forma significativa, trazendo inovação, motivação e engajamento entre todos os agentes envolvidos.

**Palavras-chave:** Artes; Educação ambiental; Interdisciplinaridade; Aprendizagem significativa; Mesorregião do Marajó.

## ABSTRACT

With the worsening environmental problems in society, resulting from human and technological development based on the irresponsible use of natural resources, the relationship between art and environmental education has the potential to foster critical and reflective development in students. Thus, the study examines the importance of art education as an instrument of environmental education for 50 elementary school students in an urban area of the municipality of Breves, Marajó Mesoregion. To answer the guiding question, the overall objective was to assess these students' environmental perceptions through the use of active methodologies that value the visual arts and foster development and learning toward an understanding of critical environmental education. This qualitative and quantitative research revealed that the pedagogical strategies adopted served as a window into understanding reality in a playful and thought-provoking way, sparking student interest, encouraging participation, and contributing to the development of a broader perspective on environmental education, the arts, and the environment in which students live. Finally, it is essential to encourage interdisciplinary educational initiatives that integrate art and the environment to significantly enrich learning, fostering innovation, motivation, and engagement among all stakeholders.

**Keywords:** Arts; Environmental education; Interdisciplinarity; Meaningful learning; Marajó mesoregion.

## 1 INTRODUÇÃO

A interdisciplinaridade, que, entre outros sentidos, é entendida como a interação entre diferentes áreas do saber, oferece vantagens significativas para a construção do conhecimento e a solução de problemas complexos. Ao integrar perspectivas diversas, ela permite uma análise mais holística e aprofundada dos fenômenos. Essa troca entre as disciplinas não só pode enriquecer a compreensão de questões multifacetadas, mas também possibilita estimular o desenvolvimento de novas estratégias de pesquisa e de aplicação prática. Além disso, a interdisciplinaridade favorece a formação de profissionais mais capacitados para lidar com as demandas de um mundo mais interconectado, dinâmico e pluridisciplinar (Perdigão-Nass, 2025).

Nesse sentido, a Educação Ambiental no contexto amazônico reflete-se na condição de uma prática interdisciplinar que envolve o currículo nas escolas, onde os Projetos Políticos Pedagógico (PPP) necessitam de um currículo que esteja vinculado com a Educação Ambiental de modo que é possível estabelecer conteúdos voltados a realidade e os saberes ambientais. As práticas educativas podem ser o reflexo de um currículo que almejem atender a perspectiva de uma realidade socioambiental (Dias, 2022).

Por ser a Educação Ambiental uma atividade formal e informal é que a escola precisa se preocupar em promover, simultaneamente, o desenvolvimento de conhecimentos, atitudes e habilidades necessárias à preservação e melhoria da qualidade de vida (Rossignol e Bobato, 2023). Nesse contexto, a escola pode ser considerado um dos lugares mais adequados para se trabalhar a relação homem-sociedade-ambiente, sendo um espaço propício para a formação de cidadãos e críticos, com uma nova visão de mundo voltada para a prática de sensibilização e conscientização ambiental (Costa e Costa, 2024).

A emergência de diálogos no campo da educação ambiental leva a arte para um espaço pouco explorado na escola. Vivemos em uma sociedade industrial guiada pela produção e consumo e fazer educação ambiental através da arte requer reflexões para além de realizar atividades com lixos recicláveis ou pinturas com pigmentos naturais (Geraldo e Iared, 2022).

A arte constitui uma área do conhecimento que oferece informações valiosas para a formação integral dos alunos, possibilitando abordar questões pertinentes à sociedade por meio da expressão artística, como a valorização e preservação dos recursos naturais. Diante dessa relevância, torna-se fundamental compreender as ações realizadas para a preservação e o uso inteligente desses recursos. Todas as ações humanas têm consequências, sejam elas imediatas ou futuras, e a preservação ou degradação do ambiente em que os seres humanos vivem não fogem a essa regra. Portanto, as artes são importantes para incentivar a criatividade e a responsabilidade socioambiental (Dranka *et al.*, 2024).

No cenário da educação ambiental, a arte é um agente transformador com a capacidade de levar o indivíduo de mudanças de ideias e atitudes, sendo assim, diversos conceitos e atividades artísticas, podem ser utilizados pelo professor mostrando as possibilidades de diminuir os impactos ambientais, tendo em

vista que esses alunos levarão o aprendizado para as suas residências e, como consequência, melhorando a comunidade geral (Rubio *et al.*, 2024).

Consequentemente, relacionar a prática artística e a Educação Ambiental é constituir uma relação harmoniosa entre o contextualizar, o apreciar e o fazer, uma vez que o ser humano necessita de interação e de diversas relações para se desenvolver em sua totalidade. Assim, nota-se a imersão no campo da arte da observação possibilita trabalhar os anseios, os medos, os conflitos e as perspectivas pessoais. Esse desenvolvimento pessoal faz com que o indivíduo se torne mais reflexivo e produtivo em vários campos de sua vida. Nesse contexto, compreende-se que a arte ajude a despertar o senso e a compreensão das questões socioambientais.

Diante dessas considerações, esta pesquisa visou abordar que as diferentes linguagens de arte são ferramentas de expressão de subjetividades e contribuem para despertar o senso, a compreensão das questões socioambientais e a existência de espaços mais sustentáveis, inclusivos e a formação ambiental crítica de alunos do Ensino Fundamental da Escola Municipal Professor Estevão Gomes, localizada na zona urbana do município de Breves, Mesorregião do Marajó.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa foi resultante do projeto I Festival de Arte Marajoara Ambiental, aprovado pelo IFPartes 2024, e realizada na Escola Municipal Professor Estevão Gomes, tendo como público-alvo 50 alunos (29 meninas e 21 meninos) do Ensino Fundamental, de uma turma do 7º Ano e de uma do 9º Ano, com idades entre 13 e 16 anos. Todos estudantes participaram da pesquisa quando seus pais assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), bem como o Termo de Anuência.

O contato inicial com os estudantes foi realizado através de uma conversa informal e coletiva sobre a importância da preservação do meio ambiente na sala de vídeo do referido estabelecimento escolar, antes da exibição do filme Wall-e. A pesquisa ocorreu em maio de 2025.

O presente estudo é de natureza qualitativa e, também, se configura como pesquisa documental. O objeto desta pesquisa foi, inicialmente, um filme de animação infanto-juvenil que retrata aspectos relativos a ciências, tecnologia, sociedade e ao meio ambiente. Após a sessão do filme, foi promovido um questionário com perguntas associadas ao filme e à realidade do aluno onde os dados foram coletados. Na semana seguinte, foi promovida uma oficina de desenho de papel em A-4 e de pintura em telas para que os estudantes retratassem suas concepções a respeito dos impactos ambientais ou de maneiras para a preservação e a conservação do meio ambiente.

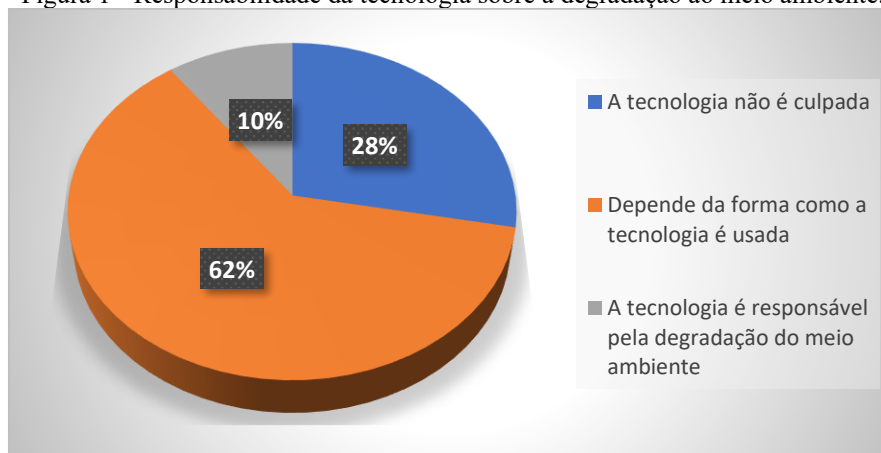


### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para compreender o potencial do filme como obra artística cinematográfica, o mesmo foi analisado a partir de dois eixos, o primeiro diz à mensagem que ele quer passar, do que pode ser observado na trama, com relação à questão do lixo, que consiste em uma metáfora das consequências da produção excessiva dele na Terra pelos seres humanos. Essa perspectiva que o filme toma está alinhada a uma tendência da educação ambiental conservadora que se atém, somente as questões conscientizadoras e comportamentais que visam individualizar as soluções, ou seja, a resolução dos problemas ambientais nessa tendência se dará por meio de ações individuais. Todavia, é válido ressaltar que, tanto as questões do excesso do lixo e do consumo exagerado, estão atreladas às questões sociais, econômicas, políticas e ideológicas. Dessa forma, o segundo eixo refere-se à uma grande contradição que o filme apresenta, já que estas questões não são abordadas, dando a entender que elas foram resolvidas. Tais questões sustentam o sistema capitalista de oposição entre classes que se mantêm a partir da exploração da classe trabalhadora pela classe dominante.

Inicialmente, foi perguntado se a tecnologia pode ser prejudicial ao meio ambiente, 62% responderam que depende da forma como é utilizada e 28% acreditam que a tecnologia não tem culpa conforme pode ser observado no gráfico 1. Por isso, fica evidente que os recursos tecnológicos e a educação ambiental representam ações viáveis que podem contribuir com a mitigação de uma disposição final socioambientalmente adequada de geração de resíduos (Sousa, 2024).

Figura 1 - Responsabilidade da tecnologia sobre a degradação ao meio ambiente.



Fonte: Autores, 2025.

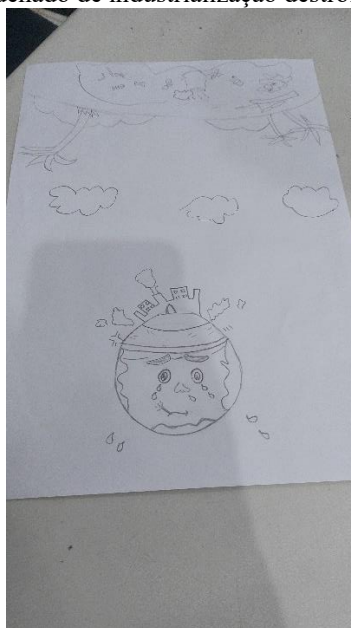
Outra pergunta foi se a Terra suportará a emissão em larga escala de gases poluentes e a grande quantidade de lixo produzida pelos seres humanos conforme mostrado no filme Wall-e 96% dos alunos respondeu que não, sendo que alguns alunos citaram que os efeitos já estão ficando evidentes através das mudanças climáticas. Segundo dados do relatório Global Waste Management Outlook 2024, caso não haja mudança nos padrões de produção, consumo e descarte de materiais, a geração de resíduos sólidos

domiciliar no mundo deverá crescer até 2050, passando de 2,1 de bilhões de toneladas ao ano para 3,8 bilhões (Boehm, 2024).

Por fim, a última pergunta foi sobre o que cada um de nós poderá fazer para evitar que a Terra chegasse naquele estado e as respostas foram as mais diversificadas desde até uma de chamada de atenção na pessoa mais próxima até investimentos em campanhas de conscientização ambiental, sendo que esses resultados mostraram maturidade dos alunos com relação à temática apesar de serem tão jovens e destacaram que é importante que a Educação Ambiental seja trabalhada cada vez mais nas escolas através de ações interdisciplinares e de mais projetos que visem a responsabilidade cidadã com o meio ambiente. Esse resultado está de acordo com Teles *et al.* (2025) que enfatizam que projetos interdisciplinares de Educação Ambiental permitem tanto o engajamento como a ampliação do pensamento crítico dos alunos quanto os desafios enfrentados para a adoção de práticas sustentáveis, a manutenção do equilíbrio ambiental e o questionamento da realidade social, política e econômica em que os seres humanos estão inseridos.

Com relação à oficina, diversos desenhos e pinturas chamaram a atenção dos pesquisadores como a imagem de uma Terra chorando sendo desenhada em cima dela indústrias conforme Figura 2 e isso reflete que o processo desordenado de industrialização no Brasil intensificou as mudanças climáticas. Por isso, é necessário que os seres humanos e os governos cumpram e respeitem os acordos estabelecidos nas conferências sobre o meio ambiente.

Figura 2 - Processo desordenado de industrialização destrói o meio ambiente na Terra.



Fonte: Autores, 2025.

Outra imagem bastante chamativa foi a de um indígena em pose de súplica e com os olhos vermelhos conforme Figura 3, destacando os recentes problemas ambientais enfrentados pelos povos da Amazônia como desmatamento e incêndios que causam a escassez dos recursos naturais e até a dizimação dos povos tradicionais.

Figura 3 - Povos tradicionais suplicam após impactos ambientais.



Fonte: Autores, 2025.

No final da oficina, foi realizada uma cerimônia de premiação onde as obras escolhidas foram aquelas que valorizaram a preservação e a conservação do meio ambiente, conforme Figura 4. De acordo com Rocha (2022), o tripé arte/natureza/educação ambiental constitui como elemento fundamental para o entrelaçamento de objetos e ações que com viés para a sustentabilidade ambiental e o bem estar-social. Para Azevedo *et al.* (2021), a formação de uma conscientização socioambiental abrange tanto a mudança ética do comportamento humano, como a relação do indivíduo com os conteúdos curriculares. Entretanto, no contexto escolar, percebe-se que a realidade da educação ambiental ainda se distancia do processo de escolarização do aluno, tornando-se necessárias práticas pedagógicas sobre o meio ambiente aliadas ao ensino, relacionando ciência, arte e sociedade.

Figura 4 - Valorização do meio ambiente através de projeto interdisciplinar de artes visuais de educação ambiental.



Fonte: Autores, 2025.

### **Meio Ambiente: Estudos Interdisciplinares**

#### 4 CONCLUSÃO

A apreensão da natureza e a emergência dos desafios contemporâneos sobre relações sociais e econômicas requer a superação de discursos superficiais sobre comportamentos, sistema capitalista e antropocentrismo. Nesta direção, é significativa uma educação ambiental que rompa com dicotomias como humano/natureza e considere o mundo como lugar de compartilhamentos. Argumenta-se que as artes visuais possam contribuir significativamente nesse entendimento, possibilitando experiências capazes de transcender o objeto artístico e conferindo ao espectador vivências únicas, apropriação de conhecimentos e incorporação de posturas éticas e estéticas. Assim sendo, as artes contribuem para que a educação ambiental se efetive de forma crítica e criativa e despertam o sentimento de responsabilidade social e cidadã para a preservação do meio ambiente.

A partir da análise das respostas dos alunos através do questionário aplicado após à sessão do filme Wall-e e das artes visuais produzidas pelos alunos da Escola Municipal Professor Estevão Gomes, pode-se apontar que há a necessidade de incentivo de atividades voltadas para a prática da educação ambiental que trabalhem tanto a sensibilidade dos estudantes quanto à importância da conservação do meio ambiente, de maneira que ações despertem e chamem a atenção do poder público e da comunidade escolar para posturas mais eficazes referente à gestão ambiental de uma localidade.

Considera-se, também, que a preservação e a conservação ambiental não são responsabilidade apenas do poder público, pois deve unir a ele a sociedade civil organizada, as instituições de ensino e a própria comunidade local. Portanto, torna-se fundamental que projetos sejam cada vez mais incentivados no ambiente escolar para potencializar o entrelaçamento das artes visuais com a educação ambiental e promover experiências que favoreçam o desenvolvimento de valores e afetividades dos educandos com a natureza, uma vez que essas ações refletem uma educação transformadora e perpassa pela construção coletiva de saberes socioambientais.




## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, Yasmin Santos de; PORTILHO, Clintia Cardoso; SÁ, Pablo Souza de; VIANNA, Nathália Barra; PARES, Steven Souza; LOPES JUNIOR, Manoel Leão; SILVA, Luely Oliveira da. Transformando lixo em arte: um relato de experiência no ensino de Química. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, p. 1-13, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/16704/15142>. Acesso 07 out. 2025.
- BOEHM, Camila. Geração de lixo no mundo pode chegar a 3,8 bi de toneladas em 2050. Agência Brasil, 28 fev. 2024. Disponível: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-02/geracao-de-lixo-no-mundo-pode-chegar-38-bi-de-toneladas-em-2050>. Acesso em 08 out. 2025.
- COSTA, Maria Sintia Monteiro da; COSTA, Anna Paula Lima. A importância da educação ambiental dentro do ambiente escolar: revisão de literatura. *EmpiricaBR*, v. 4, n. 1, p. 1-19, 2024. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/EmpiricaBR/article/view/14412>. Acesso em 07 out. 2025.
- DIAS, Genebaldo Freire. Educação Ambiental: princípios e práticas. 13 ed. São Paulo: Editora Gaia, 2022. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=bHyeEAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ViewAPI&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=bHyeEAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ViewAPI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). Acesso em 07 out. 2025.
- DRANKA, Caroline da Luz; SILVA, Renata Adriana Garbossa; HILGEMBERG, Larissa Priscila Bredow. Meio Ambiente e Sustentabilidade: a arte da reciclagem como instrumento de ensino. *Caderno Intersaberes*, v. 13, n. 45, p. 115-127, 2024. Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/intersaberes/article/view/3103>. Acesso em 07 out. 2025.
- GERALDO, Sonia Maria Samsel; IARED, Valéria Ghislotti. Educação ambiental e artes visuais em territórios ecofenomenológicos. *Educação*, v. 47, p. 1-20, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/54718/47655>. Acesso em 07 out. 2025.
- PERDIGÃO-NASS, Larissa Mchelle. Artes visuais no Ensino de Ciências: uma revisão narrativa. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 11, n. 4, p. 14-35, 2025. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/18598/10816>. Acesso em 08 out. 2025.
- ROCHA, Josefa Eleusa da. Arte e meio ambiente: caminhos que se entrelaçam. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 5, p. 1-13, 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/359822081\\_Arte\\_e\\_meio\\_ambiente\\_caminhos\\_que\\_se\\_entrelacam](https://www.researchgate.net/publication/359822081_Arte_e_meio_ambiente_caminhos_que_se_entrelacam). Acesso em 08 out. 2025.
- ROSSIGNOL, Vera Maria; BOBATO, Francine Cordeiro. A importância da Educação Ambiental nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 18, n. 5, p. 144-150, 2023.
- RUBIO, Fernando Eiras; PERES, Mônica Conceição dos Santos; RABINOVICI, Andrea. As conexões entre a Arte Ambiental com a Educação Ambiental. *Ambiente e Educação: Revista de Educação Ambiental*, v. 29, n. 1, p. 1-13, 2024. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/16297/11138>. Acesso em 08 out. 2025.
- SOUSA, Junia Marine Silva de. Uso de tecnologia digital e educação ambiental com foco nos resíduos sólidos no município de Magalhães Barata, Estado do Pará, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 13, n. 10, p. 1-12, 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/47066/37234>. Acesso em 08 out. 2025.



TELES, Edilane Carvalho; ALVES, Cleisson de Moraes; OLIVEIRA, Elba Amaral. Educação Ambiental e Interdisciplinaridade: diálogos possíveis no chão de uma escola pública do semiárido baiano. Revista Debates Insubmissos, v. 8, n. 28, p. 215-241, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/debatesinsubmissos/article/view/266020/50071>. Acesso em 08 out. 2025.

**INJUSTIÇA AMBIENTAL E EXCLUSÃO SOCIAL: O DILEMA DA GESTÃO DOS RESÍDUOS EM TERRITÓRIOS AMAZÔNICOS****ENVIRONMENTAL INJUSTICE AND SOCIAL EXCLUSION: THE DILEMMA OF WASTE MANAGEMENT IN AMAZONIAN TERRITORIES** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-002>**Tályta Carine da Silva Saraiva**

Mestre em Agronomia – Manejo de solo e água - UFPI

Graduação em Ciências Biológicas - UEMA

E-mail: [talyta.saraiva@prof.edu.ma.gov.br](mailto:talyta.saraiva@prof.edu.ma.gov.br)ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2797-5022>**Ana Júlia Silva Franco**

Estudante do ensino médio – IEMA IP AMARANTE

E-mail: [francoanajulia656@gmail.com](mailto:francoanajulia656@gmail.com)LATTES: <https://lattes.cnpq.br/3628417226760013>**David Kauã Ribeiro**

Estudante do ensino médio – IEMA IP AMARANTE

E-mail: [kauaribeirodavid009@gmail.com](mailto:kauaribeirodavid009@gmail.com)LATTES: <https://lattes.cnpq.br/8755222001293970>**Gladson Diniz Pinheiro**

Especialização em Ciências da natureza, suas tecnologias e o mundo do trabalho – IFMA

Graduação em Licenciatura em Química – IFMA

E-mail: [gladson.diniz@gmail.com](mailto:gladson.diniz@gmail.com)LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9468198915847445>**Guilherme Lima Santos**

Graduação em Física – IFMA

E-mail: [guilhermelima1000@hotmail.com](mailto:guilhermelima1000@hotmail.com)LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3938967004765326>**Maria Isabella de Sousa**

Estudante do ensino médio – IEMA IP AMARANTE

E-mail: [isabelacalista466@gmail.com](mailto:isabelacalista466@gmail.com)LATTES: <https://lattes.cnpq.br/0805376002290068>**Mirya Bezerra Viana Marinho**

Especialista em Ensino da Biologia – RIO SONO

Graduação em Ciências com Habilitação em Biologia - UEMA

E-mail: [bezerramirya@gmail.com](mailto:bezerramirya@gmail.com)LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4106733349789824>

## RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar os impactos socioambientais provocados pela disposição inadequada dos resíduos sólidos em Amarante do Maranhão - MA, articulando os eixos de degradação ambiental, vulnerabilidade social e ausência de governança pública sob a ótica da justiça socioambiental. A pesquisa, de natureza qualitativa, descritiva e exploratória, foi conduzida como estudo de caso, utilizando observações diretas, entrevistas com catadores, registros fotográficos e análise documental de relatórios e legislações. Os resultados revelaram um quadro alarmante de degradação ambiental, com contaminação do solo e das águas, emissão de gases tóxicos e riscos à biodiversidade, agravados pela inexistência de infraestrutura adequada. Identificou-se também a precarização do trabalho dos catadores, que atuam sem proteção e reconhecimento institucional, refletindo um cenário de injustiça socioambiental. A ausência de políticas públicas eficazes e a fragilidade da gestão municipal reforçam a distância entre a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a realidade local. Conclui-se que a problemática exige uma abordagem integrada, pautada em sustentabilidade, equidade e inclusão social, com propostas que envolvem a implantação de um aterro sanitário, a coleta seletiva e a educação ambiental territorializada, visando transformar a realidade socioambiental de Amarante do Maranhão.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos; Degradação ambiental; Justiça socioambiental; Sustentabilidade; Políticas públicas.

## ABSTRACT

The study aimed to analyze the socio-environmental impacts caused by the inadequate disposal of solid waste in Amarante do Maranhão, Brazil, articulating the axes of environmental degradation, social vulnerability, and lack of public governance from the perspective of socio-environmental justice. The research, qualitative, descriptive, and exploratory in nature, was conducted as a case study, employing direct observations, interviews with waste pickers, photographic records, and documentary analysis of reports and legislation. The results revealed an alarming scenario of environmental degradation, with soil and water contamination, emission of toxic gases, and risks to biodiversity, aggravated by the absence of adequate infrastructure. The precarious working conditions of waste pickers, who operate without protection or institutional recognition, were also identified, reflecting a context of socio-environmental injustice. The lack of effective public policies and the fragility of municipal management reinforce the gap between the National Solid Waste Policy and the local reality. It is concluded that the issue requires an integrated approach based on sustainability, equity, and social inclusion, with proposals involving the implementation of a licensed sanitary landfill, selective waste collection, and territorialized environmental education, aiming to transform the socio-environmental reality of Amarante do Maranhão.

**Keywords:** Solid waste; Environmental degradation; Socio-environmental justice; Sustainability; Public policies.



## 1 INTRODUÇÃO

A destinação inadequada dos resíduos sólidos urbanos representa um dos maiores desafios à sustentabilidade ambiental e social contemporânea. O crescimento urbano acelerado, aliado à carência de infraestrutura e à falta de planejamento integrado, tem agravado os impactos provocados pelo acúmulo e descarte incorreto dos resíduos (Polastri, *et al.*, 2015). No Brasil, embora a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, tenha estabelecido diretrizes para a gestão integrada e a erradicação dos lixões, sua implementação ainda é desigual e limitada, especialmente em municípios de pequeno porte.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), cerca de 31,9% dos municípios brasileiros ainda utilizam lixões como destino final dos resíduos, o que evidencia a distância entre a legislação e a prática efetiva da gestão ambiental. No estado do Maranhão, a situação é ainda mais preocupante: mais de 80% dos municípios continuam a recorrer a lixões a céu aberto, expondo a população a riscos ambientais e sanitários significativos. Nesse contexto, a destinação inadequada dos resíduos sólidos se configura como um problema que ultrapassa a esfera técnica e adquire dimensão social, econômica e ética, envolvendo diretamente questões de desigualdade e de justiça socioambiental (Bentes *et al.*, 2023).

A literatura científica sobre resíduos sólidos urbanos vem se ampliando nas últimas décadas, abordando não apenas aspectos técnicos de gestão, mas também as dimensões sociais e políticas que estruturam essa problemática. Dias e Nascimento (2021) destacam que os entraves tecnológicos e institucionais continuam limitando a efetividade da PNRS, principalmente em municípios com baixa capacidade administrativa. Pereira e Souza (2017) ressaltam que as fragilidades orçamentárias e estruturais de cidades de pequeno porte dificultam a implantação de políticas de coleta seletiva e destinação adequada. Já autores como Acselrad (2010) e Steinbrenner *et al.* (2020) ampliam o debate ao introduzirem os conceitos de justiça ambiental e racismo ambiental, destacando como as desigualdades na distribuição dos riscos ambientais revelam relações de poder e exclusão social. Sob essa perspectiva crítica, a gestão inadequada dos resíduos sólidos não se resume à ineficiência administrativa, mas representa uma forma de violação de direitos ambientais e humanos.

Nesse cenário, o município de Amarante do Maranhão - MA surge como um exemplo emblemático da crise na gestão de resíduos sólidos. A existência de um lixão a céu aberto nas proximidades da área urbana tem provocado sérios impactos ambientais, como a contaminação do solo e da água, além de riscos à saúde pública. Entretanto, o problema vai além da questão ambiental: ele revela um processo de injustiça socioambiental, no qual comunidades vulneráveis, como catadores e moradores do entorno, convivem diariamente com condições precárias de trabalho e exposição a agentes contaminantes.

Assim, o presente estudo busca responder à seguinte questão: de que modo a gestão precária dos resíduos sólidos em Amarante do Maranhão - MA reflete processos de injustiça socioambiental e quais caminhos podem contribuir para a construção de uma gestão mais sustentável e inclusiva?

A realização desta pesquisa se justifica pela urgência de compreender os impactos socioambientais gerados pela disposição inadequada dos resíduos sólidos e pelas desigualdades associadas a essa prática. Nos municípios de pequeno porte, como Amarante do Maranhão - MA, os lixões a céu aberto representam não apenas fontes de degradação ambiental, mas também espaços de exclusão social, nos quais a precarização do trabalho e a invisibilidade institucional se tornam parte da rotina.

Analisar essa realidade sob a ótica da justiça socioambiental é fundamental para evidenciar como a ausência de políticas públicas eficazes perpetua desigualdades e compromete o direito coletivo a um meio ambiente equilibrado. Além disso, o estudo busca contribuir com o debate sobre a implementação da PNRS em contextos periféricos, oferecendo subsídios teóricos e práticos para o fortalecimento da governança ambiental e da educação socioambiental no Maranhão e na Amazônia Legal.

Diante desse panorama, o objetivo geral deste estudo é analisar os impactos socioambientais provocados pelo lixão a céu aberto do município de Amarante do Maranhão - MA, considerando as relações entre degradação ambiental, vulnerabilidade social e ausência de governança pública. De forma mais específica, pretende-se: (i) identificar os principais impactos ambientais e sociais decorrentes da disposição inadequada dos resíduos; (ii) examinar as condições de trabalho e de vida dos catadores que atuam na área; (iii) avaliar as falhas e omissões do poder público municipal em relação às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos; e (iv) propor alternativas de gestão e educação ambiental baseadas nos princípios da sustentabilidade, equidade e justiça socioambiental.

Ao integrar os aspectos ecológicos, sociais e políticos que permeiam a problemática dos resíduos, esta pesquisa propõe uma reflexão crítica sobre os desafios e possibilidades de uma transição sustentável em Amarante do Maranhão, contribuindo para a construção de políticas públicas mais justas, participativas e ambientalmente responsáveis.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 TIPO E ABORDAGEM DA PESQUISA**

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza descritiva e exploratória, estruturada sob a forma de estudo de caso (Renjith *et al.*, 2021). De acordo com Yin (2015), o estudo de caso é adequado para compreender fenômenos complexos inseridos em contextos específicos, nos quais há interação entre dimensões sociais, ambientais e institucionais. Essa abordagem permitiu analisar de forma detalhada a realidade do município de Amarante do Maranhão, considerando não apenas os aspectos técnicos da gestão de resíduos sólidos, mas também os fatores sociais e políticos associados à justiça socioambiental.

A adoção da abordagem qualitativa justifica-se pela necessidade de interpretar fenômenos que envolvem percepções, práticas e experiências dos sujeitos afetados. Conforme Minayo (2014), a pesquisa qualitativa possibilita compreender o significado das ações humanas e seus contextos, sendo adequada para analisar situações de vulnerabilidade e desigualdade, como as que envolvem os catadores e moradores do entorno do lixão estudado.

## 2.2 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no município de Amarante do Maranhão -MA, situado na mesorregião do Oeste Maranhense e inserido na Amazônia Legal (Imagem 1).

Imagem 1 – Localização de Amarante do Maranhão - MA.



Fonte: Mapchart, 2025

O lixão investigado localiza-se a aproximadamente oito quilômetros da sede urbana, em uma área sem controle de acesso, barreiras físicas ou sistema de drenagem. O local recebe resíduos de origem doméstica, comercial e hospitalar, provenientes tanto da zona urbana quanto das comunidades rurais. A

escolha dessa área deve-se ao fato de ela representar um caso típico de disposição inadequada de resíduos sólidos e de expressar de forma concreta a ausência de políticas públicas de gestão ambiental.

## 2.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A pesquisa foi realizada no mês de abril de 2025 e envolveu diferentes procedimentos metodológicos, incluindo observações diretas, entrevistas abertas, registro fotográfico e análise documental. O uso combinado dessas técnicas possibilitou uma compreensão mais ampla e consistente da realidade investigada.

### 2.3.1 Observação direta e registro fotográfico

As observações de campo permitiram descrever o ambiente do lixão, a composição dos resíduos descartados, a presença de vetores e a interação entre o espaço de descarte e o entorno natural. O registro fotográfico foi utilizado como instrumento complementar, possibilitando documentar as condições socioambientais observadas e auxiliar na interpretação dos dados. As fotografias foram classificadas em três categorias: composição dos resíduos, condições socioambientais do local e riscos à saúde e ao meio ambiente.

### 2.3.2 Entrevistas com os catadores

Foram realizadas entrevistas abertas com oito catadores que trabalham de forma permanente no lixão. Os participantes pertencem a diferentes faixas etárias e gêneros, o que permitiu captar percepções variadas sobre as condições de trabalho e vida. As entrevistas abordaram temas como rotina laboral, riscos à saúde, ausência de políticas públicas e estratégias individuais de sobrevivência. Todas as conversas foram realizadas com consentimento verbal, respeitando os princípios éticos da Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que regula pesquisas nas Ciências Humanas e Sociais. As respostas foram registradas e analisadas segundo a técnica de análise de conteúdo temática proposta por Bardin (2011).

### 2.3.3 Análise documental

A análise documental foi conduzida a partir de fontes oficiais e institucionais, como relatórios do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e documentos municipais, incluindo o Plano de Saneamento Básico de Amarante do Maranhão, quando disponível. Também foram consultados relatórios e publicações de órgãos ambientais estaduais e federais. Essa etapa permitiu confrontar a situação local com as diretrizes legais e identificar lacunas entre o planejamento e a execução das políticas públicas.

## 2.4 AMOSTRA E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

A amostra foi intencional e composta por oito catadores que atuam no lixão de forma contínua. O critério de seleção baseou-se na participação ativa desses trabalhadores no processo de coleta e triagem de resíduos, o que possibilitou reunir informações relevantes sobre as práticas cotidianas, os riscos enfrentados e as estratégias de sobrevivência. Essa amostragem qualitativa buscou representar a diversidade de experiências existentes no local e fornecer subsídios para uma análise contextualizada.

## 2.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram sistematizados e analisados com base na técnica de análise de conteúdo temática, conforme Bardin (2011). O processo analítico envolveu leitura flutuante, categorização dos temas emergentes, identificação de padrões e síntese interpretativa. As informações provenientes das entrevistas, observações, fotografias e documentos foram trianguladas, o que assegurou maior consistência e validade às interpretações. Três eixos principais orientaram a análise: impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada dos resíduos, vulnerabilidade social dos catadores e omissão do poder público na gestão dos resíduos sólidos.

## 2.6 DISCUSSÃO METODOLÓGICA

A adoção do estudo de caso e da abordagem qualitativa fundamenta-se na necessidade de compreender o fenômeno em sua complexidade e contexto social. Para Yin (2015), essa metodologia permite analisar situações concretas nas quais os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos, como ocorre na problemática dos lixões. O uso de múltiplas técnicas de coleta, associado à triangulação de dados, conferiu robustez à pesquisa, conforme recomenda Flick (2009), ao integrar diferentes perspectivas sobre o mesmo objeto de estudo.

Essa estratégia metodológica revelou-se adequada para articular os aspectos técnicos da gestão de resíduos com as dimensões humanas e sociais, destacando as contradições entre o discurso oficial de sustentabilidade e a realidade vivida por populações marginalizadas. Além de oferecer uma leitura empírica da degradação ambiental, o método empregado permitiu interpretar as desigualdades e formas de invisibilização (Fernandes *et al.*, 2024) que caracterizam o território de Amarante do Maranhão. Dessa forma, a metodologia adotada não apenas garantiu o rigor científico do estudo, mas também favoreceu uma compreensão crítica e contextualizada da injustiça socioambiental associada à gestão dos resíduos sólidos.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO LIXÃO E DEGRADAÇÃO ECOLÓGICA

A pesquisa de campo evidenciou um quadro severo de degradação ambiental no lixão de Amarante do Maranhão, caracterizado pela disposição aleatória e sem controle de resíduos de diferentes naturezas, incluindo material orgânico, plásticos, papel, restos de construção civil, resíduos hospitalares e eletrônicos (Imagem 2).

Imagem 2 - Composição dos resíduos sólidos observada.



Fonte: Autores, 2025.

A ausência de infraestrutura mínima, como impermeabilização do solo, drenagem de chorume e controle de acesso, favorece a infiltração de substâncias tóxicas e a contaminação do solo e das águas subterrâneas (Carvalho *et al.*, 2022). Esses achados corroboram estudos realizados em outras regiões amazônicas, como os de Aquino *et al.* (2022) e Rodrigues (2019), que apontam a disposição inadequada de resíduos como um dos principais vetores de contaminação ambiental em áreas sem sistemas de tratamento.



A percolação do chorume e o acúmulo de resíduos não biodegradáveis geram impactos de longo prazo, comprometendo a fertilidade do solo, a biodiversidade e a saúde pública (Liu *et al.*, 2022). No caso de Amarante, a precariedade da gestão ambiental reflete o que Acseirad (2010) denomina de “geografia da desigualdade ambiental”, na qual os efeitos da degradação se concentram em territórios periféricos, invisibilizados pelas políticas públicas.

O avanço dos resíduos sobre áreas vegetadas e a ocorrência de queimadas durante o período seco configuram outro agravante ambiental. Pneus e materiais plásticos encontrados em decomposição parcial foram identificados como focos de incêndio e criadouros de vetores. Essa situação reforça a vulnerabilidade dos ecossistemas amazônicos e evidencia o descompasso entre as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e a realidade operacional dos municípios do interior do Maranhão.

### 3.2 VULNERABILIDADE SOCIAL E INVISIBILIDADE DOS CATADORES

A dimensão social observada no estudo revelou a existência de um grupo de catadores que trabalha diariamente no lixão em condições precárias (Imagem 3), sem qualquer tipo de proteção individual, vínculo empregatício ou apoio institucional.

Imagem 3 - Presença de catadores informais em situação de vulnerabilidade social no lixão.



Fonte: Autores, 2025

As entrevistas demonstraram que esses trabalhadores dependem economicamente da coleta de materiais recicláveis, mas atuam em um ambiente insalubre, expostos a vetores de doenças, fumaça tóxica e risco de acidentes. Os relatos indicam que a coleta é a principal fonte de subsistência dessas famílias, cuja renda mensal é extremamente instável. Além disso, observou-se que a maioria dos catadores não possui acesso a políticas públicas básicas, como assistência social, capacitação profissional ou programas de inclusão produtiva. Essa exclusão social reflete o que Steinbrenner *et al.* (2020) definem como expressão

do racismo ambiental, no qual populações pobres e, em muitos casos, negras ou indígenas, são expostas de forma desproporcional aos efeitos da degradação ambiental e às omissões do poder público.

A ausência de políticas de valorização do trabalho dos catadores evidencia um modelo de gestão de resíduos excludente e desigual. Estudos de Barbosa e Gonçalves (2018) apontam que, em municípios amazônicos de pequeno porte, a informalidade e a precarização do trabalho nos lixões resultam da falta de planejamento técnico e de reconhecimento social desses trabalhadores. No caso de Amarante, a invisibilidade institucional dos catadores reforça o caráter de injustiça socioambiental, pois esses sujeitos se tornam parte de um ciclo de exclusão que combina pobreza, degradação ambiental e ausência de cidadania.

Além disso, verificou-se que não existem iniciativas locais de cooperativismo ou coleta seletiva que poderiam promover a inclusão desses trabalhadores em um modelo de economia circular. A inexistência de tais políticas impede a valorização do trabalho dos catadores e perpetua a desigualdade socioeconômica. Essa constatação confirma a análise de Pereira e Souza (2017), segundo os quais a falta de estrutura administrativa nos municípios de pequeno porte inviabiliza a execução efetiva da PNRS e amplia a dependência de práticas informais de sobrevivência.

### 3.3 O PAPEL DO PODER PÚBLICO E A PERPETUAÇÃO DA INJUSTIÇA AMBIENTAL

A análise documental e as observações de campo evidenciaram a ausência de governança ambiental efetiva no município. Não foram identificados programas estruturados de coleta seletiva, licenciamento ambiental ou fiscalização regular da área de disposição dos resíduos. A omissão institucional e a falta de planejamento técnico configuram um quadro de abandono do território e da população que o habita, reforçando as desigualdades ambientais e sociais.

Essa ausência de atuação estatal corrobora a crítica de Acsegrad (2010), segundo a qual a injustiça ambiental decorre não apenas da desigualdade na exposição aos riscos, mas também da desigualdade na capacidade de enfrentá-los. O caso de Amarante do Maranhão exemplifica um padrão recorrente na Amazônia Legal, onde a degradação ambiental e a vulnerabilidade social se sobrepõem, transformando o espaço dos lixões em territórios de exclusão.

A literatura recente sobre gestão ambiental em territórios amazônicos destaca que a ineficiência estatal é um dos principais obstáculos para a consolidação de políticas sustentáveis (Dias e Nascimento, 2021). Além da falta de recursos financeiros, há deficiência técnica e política na elaboração de planos de saneamento e na implementação de medidas de educação ambiental. A ausência de controle e fiscalização permite a perpetuação de práticas informais e a naturalização do descarte inadequado, o que compromete a saúde pública e a sustentabilidade ambiental.

No caso de Amarante, os resultados obtidos apontam para uma governança frágil, marcada por descontinuidade administrativa e carência de investimentos públicos. Essa situação reafirma o dilema central da gestão dos resíduos em territórios amazônicos: a coexistência entre a abundância de recursos naturais e a precariedade das estruturas institucionais responsáveis por sua proteção. Trata-se de uma contradição que expressa de forma concreta o conceito de injustiça ambiental e a persistência de modelos de exclusão social.

### 3.4 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS À LUZ DA JUSTIÇA SOCIOAMBIENTAL

A análise dos resultados permite compreender que o lixão de Amarante do Maranhão - MA não é apenas um problema técnico ou administrativo, mas um reflexo das desigualdades estruturais que marcam os territórios amazônicos. A presença de comunidades vulneráveis expostas à degradação ambiental e a ausência de políticas públicas eficazes configuram uma violação do direito coletivo a um meio ambiente saudável e equilibrado.

Sob a perspectiva da justiça socioambiental, conforme discutem Acselrad (2010) e Steinbrenner *et al.* (2020), a gestão dos resíduos torna-se um campo de disputa simbólica e material, no qual a precariedade das condições ambientais está diretamente associada à precariedade da vida humana. O estudo confirma que, nos territórios amazônicos, a exclusão social e a degradação ambiental são processos interdependentes, reforçando o ciclo de invisibilidade e desigualdade.

Portanto, os resultados evidenciam que o dilema da gestão dos resíduos em Amarante do Maranhão é, ao mesmo tempo, um dilema ético e político. A falta de políticas públicas estruturadas, a negligência institucional e a marginalização dos trabalhadores do lixo revelam uma forma persistente de injustiça ambiental. Superar essa realidade requer uma abordagem integrada, que considere não apenas a implantação de tecnologias adequadas, mas também a promoção da inclusão social e o fortalecimento da governança local.

Os achados deste estudo revelam que a degradação ambiental e a exclusão social em Amarante do Maranhão são faces de um mesmo processo: a injustiça ambiental em territórios amazônicos. A análise demonstrou que a ausência de políticas públicas, a precarização do trabalho dos catadores e a ineficiência da gestão pública configuram um cenário de vulnerabilidade estrutural. Esses resultados dialogam com a literatura nacional sobre desigualdades ambientais e reforçam a urgência de políticas públicas baseadas em justiça, equidade e sustentabilidade.

## 4 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar os impactos socioambientais decorrentes da disposição inadequada dos resíduos sólidos no município de Amarante do Maranhão - MA, articulando os eixos da degradação ambiental, vulnerabilidade social e ausência de governança pública sob a perspectiva da justiça socioambiental. De forma mais específica, buscou-se identificar os principais impactos ambientais e sociais, compreender as condições de vida e trabalho dos catadores, avaliar as falhas da gestão pública municipal e propor alternativas para uma gestão mais sustentável e inclusiva.

Os resultados revelaram um cenário alarmante de degradação ambiental, caracterizado pela contaminação do solo, emissão de gases tóxicos e risco à biodiversidade local. Tais condições são agravadas pela ausência de medidas de controle, impermeabilização e tratamento dos resíduos. Constatou-se, ainda, que o lixão de Amarante constitui um espaço de exclusão social, onde catadores atuam sem proteção adequada, sem reconhecimento institucional e em condições precárias de sobrevivência. A análise documental evidenciou que o município não possui instrumentos eficazes de gestão ambiental, o que reforça a distância entre a legislação, especialmente as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), e a realidade local.

A pesquisa contribui para o campo dos estudos socioambientais ao demonstrar que o problema da destinação dos resíduos em territórios amazônicos extrapola a dimensão técnica, expressando desigualdades estruturais que combinam pobreza, invisibilidade e degradação ambiental. Ao discutir o caso de Amarante do Maranhão, o estudo evidencia que a injustiça ambiental é produzida e reproduzida por omissões institucionais, fragilidade de políticas públicas e ausência de participação social. Dessa forma, reafirma-se que o enfrentamento dessa problemática requer uma abordagem integrada, pautada na justiça social, na equidade ambiental e na valorização dos sujeitos historicamente marginalizados.

Como contribuição prática, a pesquisa propõe a adoção de políticas públicas sustentáveis voltadas à implantação de um aterro sanitário devidamente licenciado, à estruturação de um sistema de coleta seletiva com inclusão produtiva dos catadores, ao fortalecimento da educação ambiental territorializada e à criação de mecanismos participativos de governança local. Tais ações podem favorecer a transição de um modelo excludente e degradante para outro baseado na sustentabilidade e na cidadania ambiental.

Para estudos futuros, recomenda-se aprofundar as análises sobre os impactos à saúde dos trabalhadores do lixão e sobre as possibilidades de inserção das comunidades locais em programas de economia circular e reciclagem solidária. Investigações interdisciplinares que integrem os campos da sociologia ambiental, saúde pública e gestão participativa poderão ampliar a compreensão dos processos de injustiça socioambiental e subsidiar estratégias mais eficazes para a promoção da sustentabilidade nos territórios amazônicos.



## REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, C. Justiça ambiental e construção do conhecimento. Rio de Janeiro: Editora Garamond. 2010.
- AQUINO, L. F.; CRUZ, I. A. S.; LOPES, G. T.; MANNARINO, C. F.; RITTER, E. Presença de poluentes de lixiviado no solo e águas subterrâneas em locais de disposição inadequada de resíduos sólidos no Brasil: revisão da literatura. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, [S. l.], v. 0, n. 1, jul. 2022. DOI: 10.9771/gesta.v0i1.48325.
- BARBOSA, A. S.; GONÇALVES, J. R. M. R. Resíduos urbanos: impactos socioambientais dos lixões a céu aberto. *Projectus*, v. 3, n. 3, p. 1-15, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15202/25254146.2018v3n3p1>.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BENTES, M. F. P.; LOPES, M. C.; GUIMARÃES, D. F. S.; CANCIO, I. A. P. The environmental impacts of solid waste disposal and environmental management in the municipality of Iranduba - AM. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.37779>.
- 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. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 19 maio 2025.
- CARVALHO, J. L.; KASEMODEL, M. Consiglio. Investigation of areas contaminated by sanitary landfills in Brazil: A bibliographic review. *Journal of Engineering Research*, v. 2, n. 18, p. 1-9, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.22533/at.ed.31721822190810>. Acesso em: 17 out. 2025.
- DIAS, R.; NASCIMENTO, E. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Acesso em: 19 maio 2025.
- FERNANDES, H. G. P.; COSTA, W. S.; NOGUEIRA, F. L. S.; BRAGA, E. V.; LEÃO, P. H. A.; RODRIGUES, T. C. S.; SILVA JÚNIOR, C. H. L. Análise do uso e cobertura da terra e suas relações com o fogo nas Terras Indígenas do município de Amarante, Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 17(3), 1738–1753. 2024.
- IBGE. Munic 2023: 31,9% dos municípios brasileiros ainda despejam resíduos sólidos em lixões. Agência de Notícias IBGE, 18 abr. 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41994-munic-2023-31-9-dos-municipios-brasileiros-ainda-despejam-residuos-solidos-em-lixoes>. Acesso em: 19 maio 2025.
- LIU, X.; WANG, Y. Identification and Assessment of Groundwater and Soil Contamination from an Informal Landfill Site. *Sustainability* .14, 16948, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142416948>
- PEREIRA, M. P.; SOUZA, K. S. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS): Avanços ambientais e viés social nos municípios de pequeno porte. *Ciências Sociais Aplicadas em Revista*, [S. l.], v. 17, n. 32, p. 189–210, 2017. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/csaemrevista/article/view/17509>. Acesso em: 19 maio. 2025.

POLASTRI, P.; ORIOLI, M. A.; SILVEIRA, L. W. M. da; OKAWA, C. M. P.; PAREDES, E. A.; ANGELIS NETO, G. D. Improper disposal of solid waste in valley bottom: the case of Mandacaru stream. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, [S. l.], v. 19, p. 49–58, 2015. DOI: 10.5902/2236117020559. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/20559>. Acesso em: 17 oct. 2025.

RENJITH, V.; YESODHARAN, R.; NORONHA, J. A.; LADD, E.; GEORGE, A. Qualitative Methods in Health Care Research. *International journal of preventive medicine*, 12, 20. 2021. [https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM\\_321\\_19](https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_321_19)


RODRIGUES, G. S. M. Avaliação do perigo de contaminação do solo em função de sistema de disposição final de resíduos sólidos em valas. 2019. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, 2019.

SANTOS, R. J. Impactos socioambientais do descarte de resíduos sólidos na comunidade rural Juçaral do Bonfim, município de Paulo Ramos - MA. 2024. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação do Campo) – Universidade Federal do Maranhão, Bacabal, 2024.

SOUSA, B. S. Avaliação dos impactos socioambientais causados pelo lixo da cidade de Zé Doca, no Estado do Maranhão. 2024. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual do Maranhão, Campus Zé Doca, 2024.

STEINBRENNER, R. M. A.; BRITO, R. de S.; CASTRO, E. R. de. Lixo, racismo e injustiça ambiental na Região Metropolitana de Belém. *Cadernos Metrópole*, [S. l.], v. 22, n. 49, p. 935–961, 2020. DOI: 10.1590/2236-9996.2020-4912. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/2236-9996.2020-4912>. Acesso em: 30 maio. 2025.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

**ANÁLISE DA APP NO TERRITÓRIO INDÍGENA GOVERNADOR (AMARANTE– MA) COM  
USO DE GEOTECNOLOGIAS****ANALYSIS OF THE APP IN THE GOVERNADOR INDIGENOUS TERRITORY (AMARANTE–  
MA) USING GEOTECHNOLOGIES** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-003>**Rones Dias de Abreu**

Graduando em Geografia

UEMASUL/Amarante

E-mail: rones.abreu@uemasul.edu.br

**Solimar Cardoso Brito**

Graduando em Geografia

UEMASUL/Amarante

E-mail: solimarcardoso1988@gmail.com

**Jackeline de Melo Carvalho**

Graduando em Geografia

UEMASUL/Amarante

E-mail: jackeline.carvalho@uemasul.edu.br

**Sebastião de Jesus Martins**

Graduando em Geografia

UEMASUL/Amarante

E-mail: sebastiao.jesusmartins@gmail.com

**Francineide Sousa Oliveira**

Graduando em Geografia

UEMASUL/Amarante

E-mail: oliveira06102015@gmail.com

**Jonathan dos Santos Viana**

Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)

UEMASUL/Campus Imperatriz

E-mail: jonathan.viana@uemasul.edu.br

<https://orcid.org/0000-0003-4734-9843>**Daniel Carlos Machado**

Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo)

UNESP/Campus Jaboticabal

E-mail: daniel.c.machado@unesp.br

**Leanne Teles Pereira**

Mestre em Ciências Florestais e Ambientais

UEMASUL/CCA

E-mail: leanne.pereira@uemasul.edu.br

**Wilson Araújo da Silva**

Doutor em Agronomia  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: wilson@uemasul.edu.br

**Cristiane Matos da Silva**

Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: cristiane.silva@uemasul.edu.br

## RESUMO

Este estudo analisa as mudanças na cobertura vegetal em áreas de preservação permanente (APP) situadas no Território Indígena Governador, localizado no município de Amarante do Maranhão, Maranhão, Brasil. Foram utilizadas imagens do satélite Sentinel-2, referentes aos anos de 2010 e 2020, processadas no software QGIS, por meio dos complementos QuickMapServices e STAC API. A análise das imagens possibilitou identificar alterações significativas na vegetação, com redução de áreas de floresta e ampliação de áreas abertas, associadas principalmente à expansão agropecuária e à pressão antrópica em zonas limítrofes da Terra Indígena. Os resultados reforçam a importância das APPs como instrumentos de conservação ambiental e da utilização de geotecnologias no monitoramento territorial. A pesquisa contribui para compreender a dinâmica de uso e cobertura da terra em territórios tradicionais, evidenciando a necessidade de fortalecer estratégias de gestão ambiental participativa e sustentável.

**Palavras-chave:** Gestão ambiental; QGIS; Sensoriamento remoto; Sentinel-2; Vegetação.

## ABSTRACT

This study analyzes changes in vegetation cover in permanent preservation areas (APP) located in the Governador Indigenous Territory, located in the municipality of Amarante do Maranhão, Maranhão, Brazil. Images from the Sentinel-2 satellite, referring to the years 2010 and 2020, processed in the QGIS software, through the QuickMapServices and STAC API complements, were used. The analysis of the images made it possible to identify significant changes in vegetation, with a reduction in forest areas and expansion of open areas, mainly associated with agricultural expansion and anthropogenic pressure in areas bordering the Indigenous Land. The results reinforce the importance of APPs as instruments of environmental conservation and the use of geotechnologies in territorial monitoring. The research contributes to understanding the dynamics of land use and land cover in traditional territories, highlighting the need to strengthen participatory and sustainable environmental management strategies.

**Keywords:** Environmental management; QGIS; Remote sensing; Sentinel-2; Vegetation.

## 1 INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços legalmente protegidos pela Lei nº 12.651/2012, conhecida como Código Florestal Brasileiro, e têm como objetivo conservar os recursos hídricos, a estabilidade dos solos, a biodiversidade e o equilíbrio climático. Conforme explica Machado (2017), as APPs representam um instrumento essencial da política ambiental brasileira, pois garantem a proteção dos ecossistemas mesmo em áreas de propriedade privada, assegurando a função ecológica do território.

Em regiões onde se localizam Terras Indígenas, como o Território Indígena Governador, no município de Amarante do Maranhão, as faixas de proteção assumem papel fundamental não apenas na preservação ambiental, mas também na manutenção cultural e socioeconômica dos povos originários. Para Diegues (2008), os povos tradicionais desenvolvem formas de manejo sustentável baseadas no conhecimento empírico e no respeito aos ciclos naturais, o que reforça a importância de reconhecer o papel das comunidades indígenas na conservação ambiental.

Segundo dados da Fundação Nacional dos Povos Indígenas, Funai (2021) o Território Indígena Governador é habitado pelo povo Gavião Pyhcop Catiji e possui uma área superior a

41 mil hectares, reconhecida oficialmente desde 1982. Nessa área, as relações entre os indígenas e o meio ambiente se estruturam em práticas tradicionais de agricultura, caça e coleta, que garantem a subsistência e o equilíbrio ecológico local.

Entretanto, a expansão de atividades externas, como a pecuária e o desmatamento, tem gerado pressões sobre as áreas de preservação, ameaçando nascentes, margens de rios e áreas de vegetação nativa. O Maranhão apresenta uma posição estratégica na Amazônia Legal, caracterizando-se por intensa diversidade ambiental e cultural, mas também por elevados índices de desmatamento e fragmentação florestal.

Nesse contexto, estudar a conservação das áreas de preservação em territórios indígenas torna-se essencial para compreender como diferentes formas de ocupação e uso da terra influenciam a integridade dos ecossistemas. Além disso, a análise permite avaliar a eficácia das políticas ambientais em áreas de proteção especial, onde coexistem legislações ambientais e direitos territoriais indígenas.

A aplicação de geotecnologias, como o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), possibilita um olhar mais preciso sobre as transformações da paisagem. O uso de imagens de satélite Sentinel-2 aliado ao software QGIS fornece subsídios para identificar mudanças na cobertura vegetal e compreender a dinâmica espacial das pressões antrópicas, contribuindo para o planejamento territorial e a gestão ambiental.

Esse avanço das atividades rurais e da expansão urbana sobre as áreas indígenas, como vem ocorrendo em Amarante do Maranhão, é um dos principais fatores do aumento do desmatamento de áreas

protegidas, de conflito e ameaças às comunidades tradicionais. Cabendo então, a todos o papel de proteger e cuidar das florestas, pois toda sociedade está suscetível aos desastres ambientais.

Assim, este estudo busca refletir sobre a importância da proteção das APPs em áreas indígenas, destacando os conflitos, as potencialidades e as estratégias de gestão ambiental sustentável no contexto amazônico maranhense. Como afirma Mendonça (2002), a Geografia Ambiental deve promover uma visão integrada entre sociedade e natureza, contribuindo para a formulação de práticas sustentáveis e o fortalecimento da cidadania ambiental.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida com base em métodos de análise espacial, utilizando o software QGIS (versão 3.34). Inicialmente, foram instalados os complementos QuickMapServices e STAC API Browser, que permitiram o acesso às imagens de satélite Sentinel-2, disponíveis na plataforma Microsoft Planetary Computer. Foram selecionadas duas imagens referentes aos anos de 2010 e 2020, ambas corrigidas atmosféricamente (nível de processamento 2A), abrangendo o Território Indígena Governador, localizado no município de Amarante do Maranhão. Os limites territoriais e dados cartográficos foram obtidos junto à FUNAI (2021), e IBGE (2013).

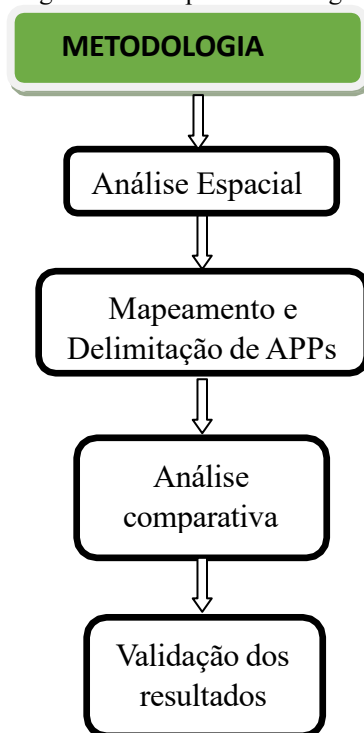
Após a obtenção dos dados, as imagens foram processadas no ambiente QGIS por meio das ferramentas de composição de bandas, recorte (clip) e realce de contraste. A composição colorida verdadeira (bandas 4-3-2) foi utilizada para representar a paisagem de forma semelhante à visão humana, permitindo identificar com maior precisão as feições naturais e áreas antropizadas.

Já a composição em falso colorido (bandas 8-4-3) foi empregada para realçar a vegetação, pois a banda 8 (infravermelho próximo) é sensível ao vigor da cobertura vegetal, destacando diferenças entre áreas conservadas e degradadas (FLORENZANO, 2011). O uso dessas combinações facilita a interpretação visual e comparativa das imagens de diferentes períodos, enquanto as ferramentas de recorte e realce de contraste possibilitam delimitar com exatidão o Território Indígena Governador e otimizar a visualização das Áreas de Preservação Permanente (APPs), aumentando a acurácia da análise espacial.

Em seguida, realizou-se o recorte das imagens com base no limite oficial da Terra Indígena, permitindo concentrar as análises exclusivamente na área de interesse e em sua zona de entorno. Foram delimitadas as Áreas de Preservação Permanente (APPs), considerando as determinações do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012). Essa delimitação foi feita por meio da ferramenta de buffer, gerando zonas de proteção com 30 metros ao longo das margens dos rios e 50 metros em torno das nascentes. A sobreposição dessas faixas sobre as imagens processadas possibilitou avaliar o estado de conservação da vegetação nas APPs e identificar possíveis áreas de supressão florestal.



Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

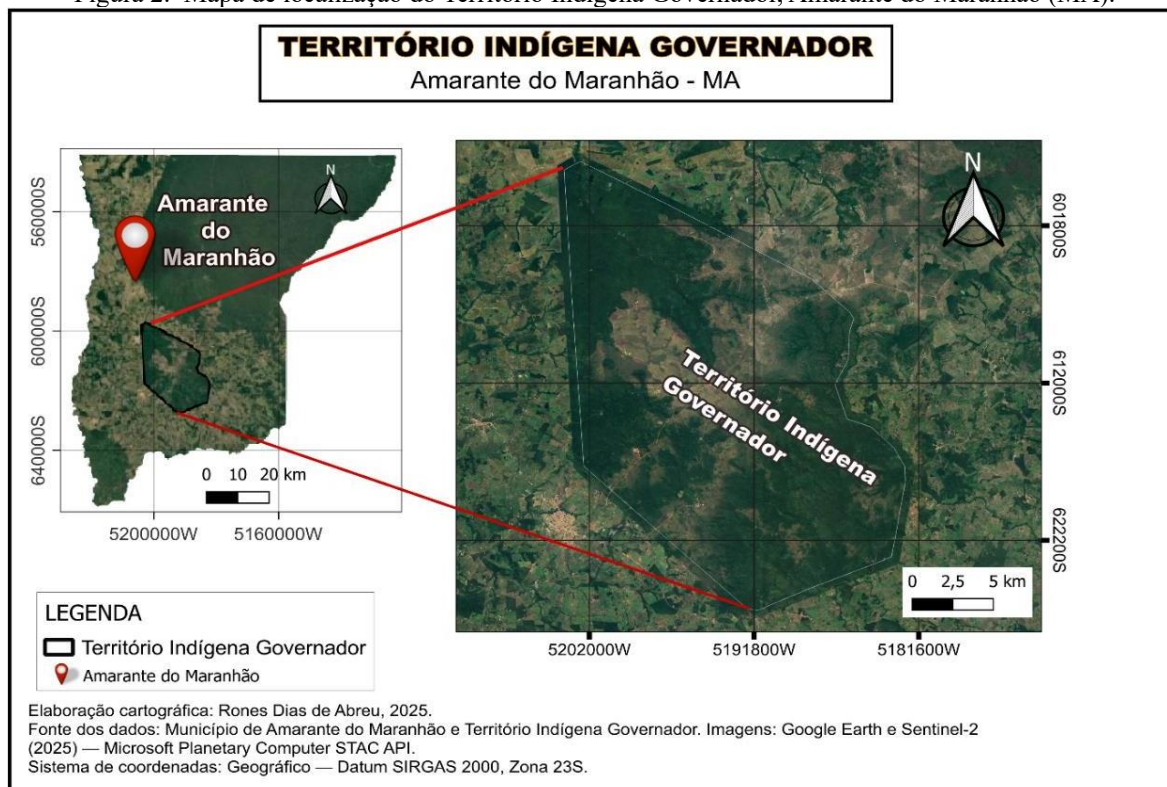
Além do mapeamento, foi realizada uma análise comparativa entre as imagens de 2010 e 2020. Essa etapa permitiu mensurar o grau de regeneração ou degradação das áreas analisadas, identificando os setores mais vulneráveis à pressão antrópica.

Por fim, os resultados obtidos foram validados por meio da interpretação visual e da comparação com dados secundários, como mapas de uso e cobertura da terra disponibilizados pelo MapBiomas e relatórios ambientais regionais e artigos científicos sobre a temática. Essa etapa de verificação assegurou maior precisão na interpretação dos dados e contribuiu para a compreensão da dinâmica ambiental e territorial do Território Indígena Governador.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises das imagens Sentinel-2 evidenciaram uma redução expressiva na cobertura vegetal densa em determinadas áreas do entorno do Território Indígena Governador entre 2010 e 2020. Essa dinâmica está associada principalmente à expansão agropecuária e à conversão de florestas em pastagens, observadas nas áreas limítrofes ao território. A Figura 2 apresenta o mapa de localização da área de estudo, situando o Território Indígena Governador no contexto do estado do Maranhão e do município de Amarante do Maranhão.

Figura 2. Mapa de localização do Território Indígena Governador, Amarante do Maranhão (MA).



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), com base em dados do IBGE (2013) e FUNAI (2021).

Segundo a Secretaria de Estado da Agricultura, Pecuária e Pesca do Maranhão (SAGRIMA, 2018), Amarante do Maranhão como o segundo municípios com o maior rebanho do maranhão, atrás apenas de Açailândia com mais de 30 mil cabeças de gado, confirmando a hipótese de supressão do território indígena e das áreas de APPs na região. Veja a figura 3, gráfico com dados sobre o rebanho maranhense.

Figura 3. Rebanho bovino maranhense: cinco maiores rebanhos e variação anual (2022)



Fonte: MARANHÃO. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC). *Desempenho da Pecuária Maranhense 2022*. São Luís: Governo do Estado do Maranhão, 2022.



Figura 4. Cobertura vegetal no Território Indígena Governador em 2010.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), a partir de imagem Sentinel-2 (Microsoft Planetary Computer, 2010).

Dentro da Terra Indígena, a cobertura vegetal permanece mais preservada, embora haja pequenos focos de desmatamento próximos a estradas vicinais e zonas de transição. As imagens de satélite utilizadas permitiram observar claramente o padrão de conservação e degradação da vegetação. A Figura 4, apresenta a composição colorida de 2010, período em que a área se encontrava com maior densidade de cobertura vegetal nativa.

Figura 5. Cobertura vegetal no Território Indígena Governador em 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025), a partir de imagem Sentinel-2 (Microsoft Planetary Computer, 2020)

Em contrapartida, a Figura 5 evidencia as mudanças observadas no ano de 2020, revelando a ampliação das áreas abertas e a fragmentação de vegetação secundária em partes do entorno do território. Essas transformações refletem o avanço das atividades agropecuárias e o uso irregular do solo, fatores apontados por Souza (2020) como os principais vetores de degradação ambiental na Amazônia Oriental.

Portanto, a análise reforça o papel estratégico das comunidades indígenas na manutenção da floresta e das APPs, atuando como agentes de conservação ambiental, conforme apontado por Little (2018). A utilização do QGIS e das imagens Sentinel-2 demonstrou-se uma ferramenta eficaz para o monitoramento participativo e o diagnóstico ambiental de territórios tradicionais, permitindo visualizar e mensurar as transformações da paisagem. Assim, o sensoriamento remoto se confirma como um instrumento essencial para subsidiar políticas públicas e ações de gestão ambiental territorialmente integradas.

Além das alterações visuais identificadas nas imagens de satélite, observou-se que as mudanças na cobertura vegetal estão espacialmente concentradas nas bordas do território, especialmente próximas a estradas e áreas utilizadas para pastagens. Esses locais funcionam como zonas de transição ambiental e social, nas quais o avanço das atividades econômicas externas interfere na estabilidade ecológica da Terra Indígena.

A análise espacial revelou também a ocorrência de fragmentação da vegetação em pequenas manchas, o que compromete a conectividade entre habitats e reduz a capacidade de regeneração natural da floresta. Em termos de dinâmica ambiental, os dados sugerem que as áreas de APP localizadas nas margens dos cursos d'água dentro da Terra Indígena apresentam melhor estado de conservação em comparação com as faixas de proteção situadas no entorno imediato.

Essa diferença evidencia a eficiência das práticas de uso tradicional e da vigilância comunitária no controle das pressões externas. As comunidades indígenas, ao manterem práticas agrícolas de pequena escala e baseadas no respeito aos ciclos naturais, contribuem para a manutenção da qualidade do solo e da água, fortalecendo o papel das APPs como barreiras ecológicas contra a degradação.

Os resultados também apontam para a necessidade de monitoramento contínuo, uma vez que mesmo pequenas alterações nas áreas limítrofes podem causar impactos cumulativos ao longo do tempo. O desmatamento nas regiões vizinhas tende a intensificar processos erosivos, alterar o regime hídrico e aumentar a vulnerabilidade das nascentes, elementos diretamente relacionados à função ecológica das APPs.

Nesse contexto, o uso de geotecnologias se mostra essencial para a detecção precoce de alterações ambientais e para a elaboração de estratégias de mitigação mais eficazes. Além do diagnóstico ambiental, a pesquisa permite refletir sobre o papel estratégico da Terra Indígena Governador na contenção do avanço da fronteira agrícola e na conservação da biodiversidade regional.

As áreas preservadas dentro do território funcionam como refúgios ecológicos e contribuem para a manutenção de corredores de fauna e flora, essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas locais. A integração entre o conhecimento técnico e o saber tradicional pode fortalecer ainda mais os mecanismos de gestão ambiental, garantindo que o monitoramento por sensoriamento remoto seja aliado à observação cotidiana realizada pelas próprias comunidades.

Por fim, os dados obtidos reforçam a importância de políticas públicas voltadas ao ordenamento territorial e à proteção das APPs, com enfoque na cooperação entre órgãos ambientais, instituições de pesquisa e povos indígenas. A utilização de ferramentas como o QGIS e o acesso a imagens de satélite gratuitas e atualizadas permitem democratizar o conhecimento geográfico e tornar o monitoramento ambiental mais acessível, contribuindo para uma gestão territorial mais eficiente e participativa.

#### 4 CONCLUSÃO

A análise da cobertura vegetal nas APPs do Território Indígena Governador revelou que, embora a vegetação nativa se mantenha em grande parte preservada dentro da Terra Indígena, o entorno sofre crescente pressão antrópica, o que pode comprometer os ecossistemas e recursos hídricos locais.

A pesquisa reforça a importância de fortalecer políticas de fiscalização, monitoramento e manejo participativo que integrem as comunidades indígenas na gestão ambiental, e que envolva as comunidades próximas às APPs, dos municípios e sociedade em geral. O uso de geotecnologias, como o QGIS e as imagens Sentinel-2, revelou-se uma abordagem eficaz e acessível para compreender as mudanças na cobertura vegetal e apoiar estratégias de conservação.

Assim, o estudo contribui para o debate sobre o papel das APPs e das populações tradicionais na promoção da sustentabilidade e da justiça socioambiental na Amazônia Maranhense. Além dos resultados obtidos, é importante ressaltar que o fortalecimento das Áreas de Preservação Permanente em territórios indígenas depende também da valorização dos conhecimentos tradicionais e da autonomia das comunidades locais.

O envolvimento dos povos indígenas na formulação e execução de políticas de conservação permite integrar práticas ancestrais de manejo à gestão moderna do território, promovendo soluções ambientalmente equilibradas e socialmente justas. Essa integração contribui para ampliar a efetividade das ações de proteção ambiental e para garantir que as decisões sobre o uso dos recursos naturais respeitem os modos de vida e as necessidades das populações que habitam essas áreas.

Por fim, recomenda-se a ampliação de estudos que abordem o monitoramento ambiental contínuo das Terras Indígenas do Maranhão, considerando as dinâmicas regionais de desmatamento e as pressões socioeconômicas do entorno. Investir em capacitação técnica, em parcerias com universidades e órgãos ambientais e em políticas de incentivo à recuperação de áreas degradadas pode fortalecer a gestão ambiental




participativa e consolidar o papel das comunidades indígenas como protagonistas na conservação da biodiversidade e na promoção da sustentabilidade regional.



## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União, Brasília, 2012.
- DIEGUES, A.C. O mito moderno da natureza intocada. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 2008.
- EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level- 2A. Data Collection [s.l.]: Copernicus Open Access Hub, 2018 e 2024. Disponível em: <https://planetarycomputer.microsoft.com>. Acesso em: 06 out. 2025.
- FUNAI – Fundação Nacional dos Povos Indígenas. Território Indígena Governador: informações socioambientais e limites territoriais. Brasília: FUNAI, 2021.
- FUNBIO – Fundo Brasileiro para a Biodiversidade. Terras Indígenas avançam na proteção ambiental e gestão sustentável no Brasil. Disponível em: <https://www.funbio.org.br/>. Acesso em: 9 out. 2025.
- FLORENZANO, T.G. *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha Municipal e Base Cartográfica Contínua do Brasil ao Milionésimo – BCIM. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/>. Acesso em: 06 out. 2025.
- IBGE. Manual técnico de uso da terra. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- LITTLE, P.E. Territórios sociais e povos tradicionais no Brasil: por uma antropologia da territorialidade. Anuário Antropológico, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 251–290, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/anuarioantropologico/article/view/6871>. Acesso em: 6 out. 2025.
- MACHADO, P.A.L. Direito Ambiental Brasileiro. 24. ed. São Paulo: Malheiros, 2017.
- MARANHÃO. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC Desempenho da Pecuária Maranhense [recurso eletrônico]. / Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos (IMESC). v. 4, n. 1, 2023. São Luís: IMESC, 2019. Disponível em: <https://imesc.ma.gov.br/>. Acesso em: 29 out. 2025.
- MENDONÇA, F. Geografia e Meio Ambiente. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2002.
- POVOS INDÍGENAS NO BRASIL. Projeto fortalece proteção em 15 terras indígenas. Disponível em: <https://pib.socioambiental.org/en/Not%C3%ADcias?id=229059>. Acesso em: 10 out. 2025.
- SANTOS, M. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, (Coleção Milton Santos; 1) 2006.
- SOUZA, R.C. Geodiversidade e vulnerabilidades ambientais na Amazônia Oriental. Belém: MPEG, 2020.
- VIEIRA, E.R. Educação ambiental para a sustentabilidade. 1. ed. São Paulo: Contentus, 2020. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 06 out 2025.

**AGROECOLOGIA E PENSAMENTO COMPLEXO: UMA ANÁLISE TEÓRICA E EMPÍRICA  
NA REGIÃO DE SANANDUVA-RS****AGROECOLOGY AND THOUGHT COMPLEX: A THEORETICAL AND EMPIRICAL  
ANALYSIS IN THE SANANDUVA-RS REGION** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-004>**Equiton Lorengian Grégio**

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental  
Universidade Federal da Fronteira Sul  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4848973390657744>

**Kayllane Rodrigues Scanegatta**

Graduanda em Agronomia  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/1187779611207652>

**Letícia Panisson Basso**

Graduanda em Agronomia  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3674966598322989>

**Lucas Gabriel Bortolotto**

Graduando em Agronomia  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/2526251218978071>

**Gabriel Haus**

Graduando em Agronomia  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3029129307087166>

**Kauã Cristhian Rosa Boaretto**

Graduando em Agronomia  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3668542061810444>

**Vitório Augusto Consalter**

Graduando em Agronomia  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9550668873458415>

**Daniele de Oliveira Lima**

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental  
Universidade Federal da Fronteira Sul  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3097172158657058>

**RESUMO**

Este trabalho tem por objetivo analisar como a agroecologia, articulada ao pensamento complexo, pode constituir alternativa ao modelo agrícola instaurado pela Revolução Verde. Por meio de revisão bibliográfica qualitativa, discute-se a crítica ao paradigma reducionista que privilegia monoculturas, insumos químicos e homogeneização produtiva, cujos impactos negativos abarcam degradação ambiental, perda de biodiversidade e desigualdades sociais. Em contrapartida, argumenta-se que a agroecologia oferece um modelo sistêmico que integra saberes científicos e tradicionais, promove a diversidade e valoriza a autonomia dos agricultores, em consonância com os princípios da complexidade — recursividade, dialógica e hologramaticidade. Apesar de seu potencial transformador, a consolidação da agroecologia enfrenta desafios estruturais: a ausência de políticas públicas adequadas, a resistência do agronegócio, limitações na comercialização de produtos agroecológicos e a carência de formação e extensão rural voltadas ao paradigma. Em síntese, conclui-se que a efetiva transição agroecológica depende não apenas da ação dos produtores, mas também da articulação institucional e social, sendo necessário superar as barreiras identificadas para que esse modelo alcance escala e consolide-se como alternativa viável ao sistema convencional.

**Palavras-chave:** Agroecologia; Pensamento complexo; Revolução Verde; Paradigma reducionista.

**ABSTRACT**

This study aims to analyze how agroecology, linked to complex thinking, can be an alternative to the agricultural model established by the Green Revolution. Through a qualitative literature review, we discuss the criticism of the reductionist paradigm that favors monocultures, chemical inputs, and productive homogenization, whose negative impacts include environmental degradation, loss of biodiversity, and social inequalities. In contrast, it is argued that agroecology offers a systemic model that integrates scientific and traditional knowledge, promotes diversity, and values farmers' autonomy, in line with the principles of complexity—recursivity, dialogism, and hologramaticity. Despite its transformative potential, the consolidation of agroecology faces structural challenges: the absence of adequate public policies, resistance from agribusiness, limitations in the commercialization of agroecological products, and a lack of training and rural extension focused on the paradigm. In summary, it is concluded that effective agroecological transition depends not only on the actions of producers, but also on institutional and social coordination, and it is necessary to overcome the identified barriers for this model to reach scale and consolidate itself as a viable alternative to the conventional system.

**Keywords:** Agroecology; Complex thinking; Green Revolution; Reductionist paradigm.

## 1 INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como foco a análise da agroecologia sob a perspectiva do pensamento complexo, considerando-a como alternativa ao modelo de produção agrícola estabelecido pela Revolução Verde. Este modelo, caracterizado pelo uso intensivo de insumos químicos, monoculturas e mecanização, embora tenha contribuído para o aumento da produtividade, revelou-se limitado diante de impactos como a degradação ambiental, a perda da biodiversidade e a desigualdade social no campo. À luz do pensamento complexo, que enfatiza a interdependência e a multidimensionalidade dos sistemas, busca-se discutir como a agroecologia pode constituir-se em caminho viável para superar o reducionismo da Revolução Verde e promover formas de produção mais sustentáveis.

A investigação foi motivada pela crescente demanda por sistemas agrícolas que conciliam produtividade, sustentabilidade e justiça social, bem como pela lacuna existente na compreensão de como o pensamento complexo pode fundamentar práticas agroecológicas capazes de superar a visão reducionista herdada da Revolução Verde. Apesar do crescente interesse acadêmico na agroecologia (ALTIERI, 2004), ainda são limitados os estudos que aplicam de forma sistemática o pensamento complexo na construção de modelos agrícolas sustentáveis e na integração de saberes tradicionais com técnicas modernas.

O problema de pesquisa que orienta este trabalho é: como a agroecologia, articulada ao pensamento complexo, pode oferecer alternativas viáveis ao modelo convencional de produção agrícola derivado da revolução verde? Para responder a esta questão, o estudo tem como objetivos: (i) analisar os princípios do pensamento complexo aplicados à agroecologia; (ii) identificar os limites e desafios do modelo convencional da Revolução Verde; e (iii) avaliar as potencialidades da agroecologia como proposta de desenvolvimento rural sustentável. Trabalhos anteriores, como os de Oslo (2013), Candiottto (2020) e Lamas (2023), abordaram os impactos socioambientais da agricultura convencional e apontaram a agroecologia como uma alternativa promissora, porém a articulação explícita com o pensamento complexo ainda é pouco explorada, o que justifica a relevância deste estudo.

A escolha do tema se justifica pela necessidade de propor soluções integradoras para problemas estruturais da agricultura moderna, promovendo a sustentabilidade ambiental, social e econômica. A hipótese central do trabalho é que a aplicação dos princípios do pensamento complexo à agroecologia possibilita a construção de sistemas agrícolas mais resilientes, diversificados e sustentáveis. Esses sistemas, ao integrar saberes locais e práticas inovadoras, teriam maior potencial de reduzir os impactos negativos da agricultura convencional e fortalecer a autonomia das comunidades rurais. Desta forma, este trabalho trata-se de um estudo de métodos mistos, que articula uma revisão bibliográfica a um estudo de caso quantitativo, buscando sistematizar e discutir as contribuições da agroecologia à luz do pensamento complexo.

## 2 METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida em duas etapas complementares, caracterizando um estudo de métodos mistos.

### 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA QUALITATIVA

A primeira etapa consistiu em uma revisão bibliográfica qualitativa, com foco nas críticas ao modelo reducionista da Revolução Verde e à emergência da agroecologia como uma alternativa sistêmica. Foi feita uma análise dos principais conceitos e teorias sobre agroecologia, incluindo a multidimensionalidade, e do pensamento complexo na agricultura. As fontes utilizadas para este estudo incluem artigos científicos, livros e documentos de organizações internacionais, com ênfase em pesquisas que exploram as transições agrícolas, o papel dos camponeses e o impacto ambiental do modelo agrícola convencional. A busca foi realizada nas bases Google Acadêmico, Scielo e outras fontes acadêmicas relevantes.

### 2.2 ESTUDO DE CASO QUANTITATIVO (SANANDUVA-RS)

Para contrastar e "aterrar" a discussão teórica, foi adicionado um estudo de caso quantitativo descritivo focado no município de Sananduva-RS (GEO 4316600), identificado como um polo relevante na produção de soja no Rio Grande do Sul. Foram extraídos dados do Censo Agropecuário 2017 (IBGE), via plataforma SIDRA e outras consultas. Foram analisadas "proxies" (variáveis representativas) do modelo reducionista (ex: "Utilização de Agrotóxicos", "Ativ. Econ. - Lavoura Temporária") e do potencial sistêmico (ex: "Agricultura Familiar (%)", "Ativ. Econ. - Horticultura&Floricultura (%)").

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O debate sobre agroecologia tem se consolidado como uma alternativa epistemológica e prática ao modelo reducionista instaurado pela Revolução Verde. Enquanto esta priorizou a homogeneização dos sistemas produtivos e o uso intensivo de insumos químicos, a agroecologia dialoga com o pensamento complexo ao reconhecer as interações entre dimensões ecológicas, sociais, culturais e econômicas do agroecossistema.

### 3.1 O PARADOXO DE SANANDUVA:

Base Familiar, Prática Reducionista A análise dos dados do Censo 2017 revela um profundo paradoxo no município de Sananduva, que espelha o desafio da transição agroecológica no Brasil. Por um lado, o município tem uma base social eminentemente familiar: dos 1.338 estabelecimentos agropecuários, 91,33% são classificados como Agricultura Familiar. Este dado sugere um enorme potencial para práticas sistêmicas, diversificadas e de base local.

Por outro lado, a prática agrícola no município é hegemonicamente reducionista. A Utilização de Agrotóxicos é reportada por esmagadores 96,56% dos estabelecimentos. Essa dependência química sustenta um modelo focado na lavoura (69,42% do uso das terras), com a Lavoura Temporária (majoritariamente soja) respondendo por 66,96% da atividade econômica. Em contraste, atividades que promovem a diversidade e resiliência, como a Horticultura e Floricultura, representam apenas 0,597% da atividade econômica local.

Estes dados demonstram empiricamente que o desafio da transição agroecológica não é um simples conflito entre "Agricultura Familiar" (sistêmica) e "Agronegócio" (reducionista). O desafio real é que a própria base da agricultura familiar (91,33%) está hoje estruturalmente capturada e dependente do modelo reducionista (96,56% de uso de agrotóxicos). Um dado que pode explicar essa "armadilha" é a alta penetração da Assistência Técnica (73,24% dos produtores), que, conforme a literatura (PEREIRA; FREIRE, 2017), é historicamente voltada à otimização do pacote técnico-químico, e não à transição para a complexidade agroecológica.

### 3.2 A REVOLUÇÃO VERDE E O MODELO REDUCIONISTA

A Revolução Verde no Brasil, sobretudo nas décadas de 1960 e 1970, inaugurou um paradigma de modernização agrícola assentado na mecanização, nos insumos químicos e nas sementes melhoradas, com maior aderência inicial na região Sul do país. Na mesorregião noroeste do Rio Grande do Sul (onde se insere Sananduva), os condicionantes climáticos e sociais favoreceram a rápida difusão do pacote tecnológico (ALVES; TEDESCO, 2015). Esse processo produziu ganhos de produtividade, mas também reforçou uma racionalidade técnico-econômica que simplifica a complexidade socioecológica. Em escala nacional, a modernização impulsionou a expansão de lavouras com impactos ambientais expressivos, como perda de cobertura vegetal e focos de queimadas (SOUZA; SOUSA, 2022). Tais evidências reforçam que a ênfase em produtividade e homogeneização gera custos ecológicos cumulativos, coerentes com a crítica ao modelo reducionista.

### 3.3 PARADIGMAS CIENTÍFICOS E O REDUCIONISMO

Caporal (2009) questiona a confusão comum da Agroecologia como um mero "modelo de agricultura". Frases como 'a agroecologia produz tanto quanto a convencional' comunicam um forte reducionismo do significado mais amplo do termo, escondendo seu potencial como ciência e movimento. O paradigma científico que sustentou a Revolução Verde foi marcado pelo reducionismo cartesiano, centrado na análise das partes e das relações lineares de causa e efeito. Segundo Viglizzo (2001), esse enfoque fragmentado levou ao esquecimento das interações que as partes estabelecem no todo. O modelo tecnológico derivado tornou-se exemplo típico do reducionismo, por se apoiar em poucos insumos de alto



impacto, sem considerar os efeitos ecológicos e sociais mais amplos. Conforme Morin (1998), esta "revolução paradigmática" em direção à ecologização encontra enorme resistência no meio acadêmico e técnico-científico aderido ao paradigma convencional.

### 3.4 O PENSAMENTO COMPLEXO (EDGAR MORIN)

O pensamento complexo, desenvolvido por Edgar Morin, surge como uma proposta de superação das limitações impostas pela ciência moderna. Esse modelo reducionista fragmentou a realidade em partes isoladas, dificultando a compreensão das conexões. Para Morin (2001), pensar de forma complexa significa reconhecer a inseparabilidade entre ordem e desordem, admitir a incerteza e compreender que diferentes dimensões estão sempre interligadas. Na agricultura, o modelo da Revolução Verde, embora tenha promovido saltos de produtividade, trouxe consequências graves como degradação de solos, perda de biodiversidade e desigualdades (GLIESSMAN, 2000). A agroecologia apresenta-se, nesse cenário, como um caminho alinhado ao pensamento complexo. Ela entende os agroecossistemas como totalidades vivas, dinâmicas e interdependentes (CAPORAL; COSTABEBER, 2016; ALTIERI, 2012). Os princípios da complexidade — como a recursividade, a dialógica e a hologramaticidade — oferecem bases sólidas para esse modo de pensar e agir (MORIN, 2001).

### 3.5 AGROECOLOGIA COMO ALTERNATIVA SISTÊMICA

Conforme destaca Candiottto (2020), a agroecologia é uma área de conhecimento que promove a integração entre cultivos, animais e elementos naturais de forma diversa. Essa diversidade revela seu caráter sistêmico. Além da dimensão produtiva, a agroecologia "questiona relações de poder que permeiam a produção de alimentos", propondo uma "transformação social, por meio da ação política" (CANDIOTTO, 2020). Assim, ela estabelece uma análise crítica do modelo de desenvolvimento e propõe estratégias orientadas para o desenvolvimento rural sustentável (CAPORAL, 2009). De acordo com Figueredo e Miguel (2007), a abordagem sistêmica permite analisar e compreender a realidade como um conjunto interligado de elementos. O manejo agroecológico está intrinsecamente ligado a essa abordagem, onde os diferentes elementos se integram, como na integração lavoura-pecuária ou no uso de esterco animal para adubação de olerícolas.

### 3.6 DESAFIOS E PERSPECTIVAS

#### 3.6.1 Desafios

Os desafios enfrentados pela agroecologia começam na falta de políticas públicas efetivas. Historicamente, a política agrícola brasileira priorizou produtos de exportação e modelos de grande escala (FREITAS, 2019). Sem políticas consistentes de incentivo, a agroecologia permanece restrita a experiências

pontuais. Outro desafio é a resistência do agronegócio, que se beneficia do modelo convencional baseado em monocultivos e insumos industriais. A dependência de agrotóxicos (cujo registro e consumo são crescentes no Brasil) ameaça os interesses econômicos de grandes empresas caso a transição agroecológica avance. Além disso, os produtores agroecológicos enfrentam obstáculos na comercialização, como acesso limitado a mercados, ausência de certificação e escassez de canais de venda (PADUA-GOMES *et al.* 2016).

### 3.6.2 Perspectivas

As perspectivas da agroecologia visam promover sistemas agrícolas sustentáveis, valorizando a agricultura familiar e a segurança alimentar. A agroecologia contribui para a vida do solo, otimiza ciclos naturais, elimina a dependência de insumos sintéticos e contribui para a resiliência climática (CANDIOTTO, 2020). A agricultura familiar, diferentemente do agronegócio, ajuda a reduzir o êxodo rural, preserva alimentos tradicionais e incentiva a diversidade de culturas (PEREIRA; FREIRE, 2017). A agroecologia também valoriza o conhecimento local e a cultura alimentar, unindo o saber popular ao manejo dos recursos naturais (CANDIOTTO, 2020). A transição pode incorporar novas tecnologias, desde que em harmonia com os princípios ecológicos, inovando na utilização de tecnologias agroecológicas (GOMES *et al.*, 2023).

## 4 CONCLUSÃO

A reflexão realizada possibilitou compreender que o modelo agrícola originado na Revolução Verde, apesar de ter proporcionado expressivos avanços em produtividade, mostrou-se insustentável ao longo do tempo nos âmbitos ambiental e social. Seus efeitos negativos, como a degradação dos ecossistemas e a homogeneização das práticas, evidenciam os limites de um paradigma reducionista.

Diante desse cenário, a agroecologia, associada ao pensamento complexo, desponta como alternativa sólida. Ao integrar conhecimentos científicos e tradicionais, estimular a diversidade e valorizar a autonomia dos agricultores, esse modelo apresenta-se como caminho promissor para uma agricultura mais equilibrada e inclusiva.

O estudo de caso em Sananduva-RS, contudo, revelou empiricamente o nó crítico da transição: o desafio não é opor a agricultura familiar ao agronegócio, mas sim quebrar a dependência estrutural da própria agricultura familiar (91,33% dos estabelecimentos) ao modelo reducionista (96,56% de uso de agrotóxicos).

Portanto, a transição agroecológica não depende apenas do esforço individual dos agricultores, mas requer o comprometimento de governos, instituições e sociedade. Vencer os desafios identificados – carência de políticas públicas adequadas, restrições de comercialização e, principalmente, uma assistência técnica e extensão rural voltadas à complexidade – é condição essencial para que a agroecologia se torne



um modelo transformador em larga escala. A aproximação entre agroecologia e pensamento complexo constitui uma alternativa real, projetando um futuro agrícola mais sustentável, justo e resiliente.

## REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável / Miguel Altieri. – 4.ed. – Porto Alegre : Editora da UFRGS, 2004.
- ALTIERI, M. A. (2012). Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular.
- ALVES, Clovis Tadeu; TEDESCO, João Carlos. A revolução verde e a modernização agrícola na mesorregião noroeste do Rio Grande do Sul – 1960/1970. Teoria e Evidência Econômica, Ano 21, n. 45, p. 257–281, jul./dez. 2015. DOI: 10.5335/rtee.v21i45.6187.
- CANDIOTTO, Luciano Zanetti Pessoa. Agroecologia: Conceitos, princípios e sua multidimensionalidade. Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política, [S. l.] , v. 2, n. 2, p. 25-75, 2020. DOI: 10.48075/amb.v2i2.26583.
- CAPORAL, Francisco Roberto. Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis, Brasília, p. 1-30, 2009.
- CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio. Agroecologia: conceitos e princípios para a construção de estilos de agriculturas sustentáveis. In: NOVAES, Henrique; MAZIN, Ângelo Diogo; SANTOS, Lais. (Orgs). Questão agrária, cooperação e agroecologia. 2. ed. São Paulo: Outras Expressões, 2016.
- FIGUEREDO, Oscar Agustín Torres; MIGUEL, Lovois de Andrade. Algumas considerações sobre o Desenvolvimento Rural a partir da perspectiva sistêmica. Anais do VII Congresso Brasileiro de Sistemas de Produção, Fortaleza, 2007.
- FREITAS, Sheila Santos. Agroecologia: perspectivas e desafios em organizações cooperativas. 2019. 135 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/11138/2/SHEILA\\_SANTOS\\_FREITAS.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/11138/2/SHEILA_SANTOS_FREITAS.pdf). Acesso em: 6 set. 2025.
- GOMES, Ariel Luiz de Sales; SOARES, João Paulo Guimarães; JUNQUEIRA, Ana Maria Resende; PANTOJA, Maria Julia. Inovações tecnológicas adotadas pelos agricultores orgânicos brasileiros. Anais do 61º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), Piracicaba, SP, 23 a 27 jul. 2023. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1159714/1/Joao-Paulo-INOVACOES-TECNOLOGICAS-ADOTADAS-PELOS-AGRICULTORES.pdf>. Acesso em: 6 set. 2025.
- GLIESSMAN, S. R. (2000). Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS Editora.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Plataforma Agrocompara. Disponível em: <https://mapasinterativos.ibge.gov.br/agrocompara/>. Acesso em: 6 set. 2025.
- LAMAS, Fernando Mendes. A evolução da agricultura do Brasil. Embrapa Agropecuária Oeste, 2023. (artigo de divulgação).

MORIN, E. O método. Porto Alegre: Sulina, 1998.

MORIN, E. (2001). Os sete saberes necessários à educação do futuro. São Paulo, Cortez.BRASIL.

OSLO. Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Campinas: FINEP, 2013.


PADUA-GOMES, Juliana Benites; GOMES, Eder Pereira; PADOVAN, Milton Parron. Desafios da comercialização de produtos orgânicos oriundos da agricultura familiar no estado de Mato Grosso do Sul. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 12, n. 1, p. 1-16, 2016. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/2124>. Acesso em: 6 set. 2025.

PEREIRA, Diogo Bezerra Lopes; FREIRE, Guilherme Freitas. Agroecologia: desafios e perspectivas para o desenvolvimento da agricultura sustentável. Revista de Estudos Legislativos, Recife: Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco, v. 1, n. 1, p. 76, 2017. Disponível em: <https://www.alepe.pe.gov.br/estudoslegislativos/arquivos/revista01/artigo04.pdf>. Acesso em: 6 set. 2025.

SOUZA, Sérgio Domiciano Gomes de; SOUSA, Maria Losângela Martins de. Efeitos ambientais da modernização agrícola no Brasil: o avanço da agricultura e pastagem nos biomas brasileiros. Revista GEOgrafias, v. 18, n. 1, p. 63–72, jan./jun. 2022. DOI: 10.35699/2237-549X.2022.38549.

VIGLIZZO, E. F. Impactos ambientales de la agricultura: enfoques y desafios. Buenos Aires: INTA, 2001.



**EDUCAÇÃO AMBIENTAL 4.0: COMO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PODE INCENTIVAR CIDADES SUSTENTÁVEIS****ENVIRONMENTAL EDUCATION 4.0: HOW ARTIFICIAL INTELLIGENCE CAN PROMOTE SUSTAINABLE CITIES** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-005>**Patrícia Gaspar Ferreira da Silva**

Mestranda em Educação – PPGE/UFAM

Presidente Figueiredo – Amazonas

E-mail: patriciagaspar.work@gmail.com

**RESUMO**

Este capítulo discute as interfaces entre Educação Ambiental 4.0 e Inteligência Artificial (IA), analisando como a integração entre inovação tecnológica e processos pedagógicos críticos pode contribuir para o desenvolvimento de cidades sustentáveis. A partir de uma abordagem interdisciplinar, o texto evidencia a importância da IA no monitoramento ambiental, na gestão urbana e na formulação de políticas públicas, ao mesmo tempo em que destaca os riscos éticos e sociais associados ao seu uso. Argumenta-se que a verdadeira inovação não reside apenas na aplicação de tecnologias avançadas, mas na capacidade de formar cidadãos críticos, conscientes e engajados na transformação socioambiental. Assim, propõe-se que a Educação Ambiental 4.0 seja compreendida como um caminho para fortalecer a cidadania digital ambiental e orientar a construção de cidades mais inclusivas, resilientes e humanizadas.

**Palavras-chave:** Educação Ambiental 4.0; Inteligência Artificial; Cidades sustentáveis.

**ABSTRACT**

This chapter discusses the interfaces between Environmental Education 4.0 and Artificial Intelligence (AI), analyzing how the integration of technological innovation and critical pedagogical processes can contribute to the development of sustainable cities. From an interdisciplinary perspective, the text highlights the importance of AI in environmental monitoring, urban management, and public policy-making, while also emphasizing the ethical and social risks associated with its use. It argues that true innovation does not lie solely in the application of advanced technologies, but in the ability to foster critical, conscious, and engaged citizens in socio-environmental transformation. Thus, Environmental Education 4.0 is proposed as a pathway to strengthen digital environmental citizenship and guide the construction of more inclusive, resilient, and humanized cities.

**Keywords:** Environmental Education 4.0; Artificial Intelligence; Sustainable cities.

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a intensificação da urbanização, aliada ao consumo crescente de recursos naturais, tem acentuado os desafios ambientais enfrentados pelas cidades. Questões como poluição atmosférica, gestão inadequada de resíduos, escassez hídrica e mudanças climáticas passaram a demandar soluções inovadoras, que envolvem tanto o desenvolvimento de tecnologias quanto a transformação cultural e social da população. Nesse contexto, a **Educação Ambiental** emerge como instrumento essencial para a formação de cidadãos conscientes e engajados com a sustentabilidade, atuando como mediadora entre ciência, sociedade e meio ambiente (Jacobi, 2003).

Com o avanço da chamada **Quarta Revolução Industrial**, marcada pela integração de tecnologias digitais, inteligência artificial, internet das coisas e big data, novos caminhos se abrem para repensar práticas educativas e modelos de gestão urbana. Surge, assim, o conceito de **Educação Ambiental 4.0**, que articula inovação tecnológica e processos pedagógicos críticos, buscando ampliar a participação social em torno da sustentabilidade (Carvalho, 2012). Diferente das abordagens tradicionais, a proposta contemporânea privilegia metodologias interativas, colaborativas e adaptativas, que dialogam com os desafios da sociedade digital.

A **Inteligência Artificial (IA)**, em especial, apresenta-se como uma ferramenta estratégica nesse processo. Sua capacidade de coletar, analisar e interpretar grandes volumes de dados ambientais permite desenvolver políticas públicas mais eficazes, além de apoiar práticas educativas inovadoras que incentivem a construção de cidades sustentáveis (Batty, 2018). Simulações urbanas, sistemas de monitoramento em tempo real e plataformas de aprendizagem personalizada já demonstram o potencial da IA para transformar tanto a gestão do espaço urbano quanto o engajamento dos cidadãos.

Entretanto, é preciso reconhecer que tais avanços tecnológicos também trazem riscos e dilemas éticos. A exclusão digital, a dependência tecnológica e o uso inadequado de dados representam obstáculos que precisam ser enfrentados para que a IA realmente contribua para sociedades mais inclusivas e ambientalmente responsáveis (UNESCO, 2021).

Assim, este capítulo busca refletir sobre o papel da Educação Ambiental 4.0 como articuladora entre tecnologia e sustentabilidade, investigando de que forma a inteligência artificial pode se tornar aliada na construção de cidades resilientes e socialmente justas.

## 2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ERA DIGITAL

A Educação Ambiental consolidou-se, a partir da década de 1970, como campo essencial para a construção de sociedades sustentáveis. Marco importante desse processo foi a Conferência de Estocolmo, em 1972, promovida pela Organização das Nações Unidas, que inseriu a questão ambiental no debate internacional e estimulou políticas educativas voltadas à sustentabilidade (Dias, 2004). Desde então,

diversos documentos e acordos internacionais — como a Conferência de Tbilisi, em 1977, e a Rio-92 — reforçaram a necessidade de incorporar a dimensão ambiental em todas as esferas do ensino, priorizando o desenvolvimento de uma consciência crítica e transformadora (Sauvé, 2005).

No Brasil, a Educação Ambiental foi institucionalizada com a **Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999)**, que definiu a prática como um componente permanente e essencial da educação nacional. Mais do que transmitir informações sobre ecologia, a legislação destaca a importância da participação social, do pensamento crítico e do engajamento político na defesa do meio ambiente (Loureiro, 2004). Assim, a Educação Ambiental assume um papel emancipador, ao propor mudanças de valores, atitudes e práticas sociais (Guimarães, 2000).

Com a aceleração da revolução tecnológica, especialmente a partir dos anos 2000, emergem novos cenários educativos. A difusão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) ampliou o acesso ao conhecimento, favorecendo metodologias mais interativas e colaborativas. Plataformas digitais, ambientes virtuais de aprendizagem e redes sociais passaram a integrar a prática pedagógica, gerando oportunidades, mas também desafios relacionados à exclusão digital e à superficialidade dos conteúdos (Kenski, 2012).

Nesse contexto, surge a noção de **Educação Ambiental 4.0**, inspirada nos princípios da Indústria 4.0 e adaptada ao campo educacional. Essa perspectiva busca potencializar processos de ensino-aprendizagem por meio da integração entre tecnologia digital, inovação pedagógica e engajamento socioambiental. Mais do que utilizar recursos tecnológicos, a proposta consiste em formar cidadãos críticos e capazes de atuar em uma sociedade complexa, marcada por rápidas transformações (Carvalho, 2012).

Portanto, a Educação Ambiental na era digital deve ser compreendida como uma oportunidade para renovar metodologias, aproximar o estudante da realidade urbana e ambiental, e fomentar a criação de soluções inovadoras para os problemas socioambientais contemporâneos. Trata-se de reconhecer a tecnologia não apenas como ferramenta de apoio, mas como parte constitutiva de uma pedagogia voltada para a sustentabilidade e para a cidadania ativa.

### 3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUSTENTABILIDADE URBANA

O crescimento populacional e a intensa urbanização têm ampliado os desafios para a sustentabilidade nas cidades. Problemas como poluição atmosférica, gestão de resíduos sólidos, mobilidade urbana e escassez hídrica demandam soluções inovadoras, que combinem ciência, tecnologia e participação social. Nesse cenário, a **Inteligência Artificial (IA)** desponta como uma ferramenta estratégica capaz de apoiar o planejamento urbano sustentável, otimizando a gestão de recursos e ampliando a eficiência de políticas públicas (Batty, 2018).

A IA, entendida como sistemas computacionais capazes de aprender, analisar grandes volumes de dados e tomar decisões autônomas (Russell & Norvig, 2016), tem sido incorporada em diversas frentes do

desenvolvimento urbano. No campo ambiental, um exemplo relevante é o uso de sensores inteligentes e algoritmos de aprendizado de máquina para o monitoramento em tempo real da qualidade do ar e da água. Esses sistemas permitem prever picos de poluição, subsidiando gestores públicos na implementação de ações preventivas (Kumar et al., 2015).

Outro aspecto é a gestão de resíduos sólidos. Cidades como Copenhague e Barcelona já utilizam plataformas baseadas em IA para otimizar a coleta seletiva, ajustando rotas de caminhões e reduzindo emissões de carbono (Caragliu, Del Bo & Nijkamp, 2011). Na mobilidade urbana, a IA tem possibilitado o desenvolvimento de sistemas de transporte inteligentes, que utilizam dados de tráfego para reduzir congestionamentos e incentivar o uso de meios de transporte coletivos e menos poluentes (Townsend, 2013).

Além da aplicação prática, a IA também contribui para a formulação de políticas públicas mais assertivas. A análise de big data permite identificar padrões de consumo energético, riscos de alagamentos e áreas vulneráveis a desastres ambientais, oferecendo suporte à tomada de decisão e à implementação de políticas voltadas à resiliência urbana (Batty, 2018).

Contudo, é fundamental ressaltar que o uso da IA em cidades inteligentes deve estar orientado por princípios éticos e de justiça social. A exclusão digital e o acesso desigual à tecnologia podem ampliar desigualdades já existentes, reforçando a necessidade de integrar a inovação tecnológica à participação cidadã e à educação crítica (UNESCO, 2021).

Assim, a Inteligência Artificial, quando aplicada de forma consciente e integrada à Educação Ambiental, tem potencial para não apenas modernizar a gestão urbana, mas também promover cidades mais inclusivas, resilientes e ambientalmente sustentáveis.

### 3.1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA PARA O PLANEJAMENTO URBANO

A Inteligência Artificial (IA), definida como a capacidade de sistemas computacionais em aprender, analisar grandes volumes de dados e gerar soluções autônomas (Russell & Norvig, 2016), tem se mostrado um recurso estratégico no enfrentamento dos desafios urbanos contemporâneos. Sua aplicação no planejamento sustentável permite ampliar a eficiência da gestão pública e desenvolver políticas mais eficazes voltadas à preservação ambiental (Batty, 2018).

### 3.2 MONITORAMENTO AMBIENTAL INTELIGENTE

O monitoramento em tempo real da qualidade do ar, da água e do solo é um dos usos mais relevantes da IA em contextos urbanos. Sensores inteligentes, associados a algoritmos de aprendizado de máquina, possibilitam prever picos de poluição e identificar áreas de risco, fornecendo subsídios para ações

preventivas e de mitigação (Kumar et al., 2015). Essas soluções vêm sendo utilizadas em grandes centros urbanos como Nova Iorque e Londres, com impactos positivos na saúde pública e na qualidade de vida.

### 3.3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A coleta e o tratamento de resíduos representam um dos principais desafios para cidades em crescimento. Ferramentas de IA já vêm sendo aplicadas em cidades como Barcelona e Copenhague para otimizar rotas de coleta, reduzir custos e minimizar emissões de carbono. Essas plataformas utilizam dados de sensores instalados em lixeiras inteligentes, ajustando o trabalho em tempo real de acordo com a demanda (Caragliu, Del Bo & Nijkamp, 2011).

### 3.4 MOBILIDADE URBANA INTELIGENTE

O setor de transporte é uma das áreas mais impactadas pela aplicação da IA. Sistemas de gestão de tráfego baseados em big data analisam fluxos de veículos e pedestres, propondo rotas alternativas para reduzir congestionamentos e estimular o uso de meios de transporte menos poluentes (Townsend, 2013). Além disso, veículos autônomos e aplicativos de transporte sustentável representam novas possibilidades para reconfigurar a mobilidade urbana de forma inclusiva e ecológica.

### 3.5 BIG DATA E FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

A análise de grandes volumes de dados ambientais e sociais, viabilizada pela IA, permite identificar padrões de consumo energético, riscos de alagamentos e áreas vulneráveis a desastres naturais. Esse recurso oferece aos gestores públicos evidências concretas para a formulação de políticas mais assertivas e preventivas, fortalecendo a resiliência das cidades (Batty, 2018).

### 3.6 DESAFIOS ÉTICOS E SOCIAIS

Embora apresente grande potencial, a utilização da IA em contextos urbanos levanta questões éticas importantes. O risco de exclusão digital, a privacidade dos dados e o acesso desigual à tecnologia podem intensificar desigualdades sociais, sobretudo em países em desenvolvimento. Por isso, o uso da IA deve estar orientado por princípios de justiça social, participação cidadã e sustentabilidade, integrando tecnologia e educação crítica (UNESCO, 2021).

## 4 INTERFACES ENTRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL 4.0 E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A convergência entre Educação Ambiental e Inteligência Artificial (IA) representa uma oportunidade inédita para renovar práticas pedagógicas e fortalecer o engajamento social em torno da sustentabilidade. Mais do que uma ferramenta tecnológica, a IA pode atuar como mediadora de processos



formativos, favorecendo a personalização do aprendizado, a análise crítica de dados ambientais e a criação de soluções colaborativas para os desafios urbanos.

#### 4.1 PLATAFORMAS EDUCATIVAS INTELIGENTES

As plataformas digitais baseadas em IA permitem adaptar conteúdos conforme o perfil de cada estudante, tornando a aprendizagem mais dinâmica e significativa. Ambientes virtuais inteligentes oferecem trilhas personalizadas, que estimulam o protagonismo do aluno e facilitam o acesso a informações sobre sustentabilidade (Kenski, 2012). Esse tipo de recurso fortalece a autonomia e amplia a compreensão de temas complexos, como mudanças climáticas e gestão de recursos naturais.

#### 4.2 GAMIFICAÇÃO E APRENDIZAGEM ADAPTATIVA

A gamificação, quando associada à IA, potencializa a Educação Ambiental ao criar experiências interativas que simulam cenários urbanos e ambientais. Jogos educativos com algoritmos adaptativos ajustam os desafios de acordo com o desempenho do aluno, favorecendo o engajamento e a aprendizagem ativa (Gee, 2003). Tais estratégias aproximam a temática ambiental da realidade cotidiana, estimulando a criatividade e a responsabilidade socioambiental.

#### 4.3 BIG DATA COMO RECURSO PEDAGÓGICO

O uso de big data, analisado por sistemas de IA, pode ser integrado a práticas educativas, permitindo que estudantes explorem dados reais sobre poluição, mobilidade urbana, energia ou consumo de água. Essa abordagem favorece a aprendizagem baseada em problemas (PBL), na qual os alunos investigam questões concretas e desenvolvem soluções aplicáveis ao seu contexto social (Jacobi, 2003). Assim, os dados se tornam instrumentos para formar cidadãos críticos e capazes de propor mudanças.

#### 4.4 LABORATÓRIOS VIRTUAIS E SIMULAÇÕES AMBIENTAIS

Ambientes imersivos de simulação, potencializados pela IA, possibilitam recriar cenários urbanos complexos, como a expansão do consumo energético ou os impactos do desmatamento. Essas ferramentas oferecem ao estudante a chance de visualizar consequências de diferentes escolhas coletivas e compreender a interdependência entre sociedade, economia e meio ambiente (Carvalho, 2012).

#### 4.5 CIÊNCIA CIDADÃ MEDIADA POR IA

A integração da IA a projetos de ciência cidadã amplia a participação social no monitoramento ambiental. Aplicativos que coletam dados de qualidade do ar, uso da água ou biodiversidade permitem que cidadãos contribuam com informações relevantes para a pesquisa e para a gestão pública. Esse movimento



democratiza o acesso à ciência, fortalece a cidadania ambiental e aproxima a educação das práticas de engajamento coletivo (Bonney et al., 2009).

#### 4.6 LIMITES E PRECAUÇÕES

Apesar das inúmeras potencialidades, é necessário refletir criticamente sobre os limites da IA na Educação Ambiental. O risco de superficialidade no uso de recursos digitais, a exclusão de grupos sem acesso à tecnologia e os dilemas éticos relacionados à coleta de dados são aspectos que exigem cautela (UNESCO, 2021). A inovação tecnológica só terá efeito transformador se associada a valores de justiça social, inclusão e participação comunitária.

### 5 DESAFIOS ÉTICOS E SOCIAIS

A incorporação da Inteligência Artificial (IA) na Educação Ambiental 4.0 e nas cidades inteligentes apresenta um grande potencial transformador. Contudo, também levanta dilemas éticos e sociais que não podem ser ignorados. A tecnologia, quando utilizada de forma acrítica, pode reforçar desigualdades, limitar direitos e comprometer os princípios de justiça socioambiental. Assim, compreender esses desafios é essencial para orientar o uso responsável da IA em prol da sustentabilidade.

#### 5.1 EXCLUSÃO DIGITAL E DESIGUALDADE DE ACESSO

O acesso às tecnologias digitais ainda é profundamente desigual. Em países em desenvolvimento, grande parte da população não dispõe de infraestrutura básica, como internet de qualidade ou dispositivos tecnológicos adequados. Isso cria barreiras para a participação cidadã em iniciativas de educação e sustentabilidade mediadas por IA (Neri, 2020). Sem políticas públicas inclusivas, a transição para cidades inteligentes pode ampliar a exclusão social, em vez de reduzi-la.

#### 5.2 VIGILÂNCIA E PRIVACIDADE DE DADOS

A coleta massiva de informações ambientais e sociais, mediada por sistemas de IA, levanta preocupações quanto à privacidade e ao uso ético dos dados. A vigilância excessiva pode comprometer direitos fundamentais e gerar desconfiança em relação às políticas públicas (Zuboff, 2019). No campo educacional, o monitoramento digital de estudantes também exige cautela, já que envolve dados sensíveis que devem ser protegidos por legislações específicas, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil.

### 5.3 DEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA E SUPERFICIALIDADE EDUCATIVA

Embora os recursos digitais tragam inovações importantes, existe o risco de uma dependência excessiva da tecnologia. A centralidade da IA pode reduzir o espaço para a reflexão crítica e o diálogo humano, elementos fundamentais da Educação Ambiental (Loureiro, 2004). Além disso, o uso de plataformas digitais sem mediação adequada pode levar a uma aprendizagem superficial, baseada mais na interação com ferramentas do que na compreensão dos problemas socioambientais.

### 5.4 IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E CONCENTRAÇÃO DE PODER

As tecnologias de IA são majoritariamente desenvolvidas por grandes corporações globais, o que gera concentração de poder econômico e político (Castells, 2009). Essa centralização pode limitar a autonomia das comunidades locais e restringir o protagonismo da sociedade civil na formulação de soluções sustentáveis. É fundamental garantir que as inovações tecnológicas sejam apropriadas de forma democrática e participativa.

### 5.5 ÉTICA NO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A aplicação ética da IA em contextos educacionais e urbanos requer transparência, responsabilidade e inclusão. Diretrizes internacionais, como as propostas pela UNESCO (2021), destacam a necessidade de garantir que a IA seja utilizada de forma a promover direitos humanos, diversidade cultural e justiça social. Isso implica pensar a tecnologia não apenas como ferramenta, mas como parte de um projeto coletivo de sociedade sustentável e equitativa.

## 6 PERSPECTIVAS FUTURAS PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

Considerar o futuro das cidades envolve uma interseção de inovação tecnológica, justiça social e consciência ambiental. Cidades sustentáveis não se baseiam apenas em uma ferramenta (nesse caso, IA), mas em como são utilizadas e adotadas por governos, escolas e comunidades. Nessa situação, a Educação Ambiental 4.0 desempenha um papel estratégico: educar os cidadãos com capacidade de conhecimento crítico para usar tecnologias digitais, levando em conta valores humanos, éticos e coletivos.

### 6.1 PLANEJAMENTO URBANO ORIENTADO À SUSTENTABILIDADE

A aplicação da IA no planejamento urbano pode criar cidades mais resilientes e inclusivas. Modelos de simulação baseados em big data podem ser usados para ajudar a prever enchentes, limitar congestionamentos e recomendar estratégias eficientes em termos de energia (Batty, 2018). Mas o futuro não pode ser apenas sobre sofisticação técnica. A dimensão cultural e social deve ser incluída, levando em consideração que cada território possui sua própria história, demandas e estilos de vida (Jacobi, 2003).

## 6.2 CIDADANIA AMBIENTAL DIGITAL

Injustiça social na sociedade digital. Um dos desafios do século 21 é evitar que a transformação digital se torne exclusão social. Cidadania ambiental digital. É nesse raciocínio que surge o conceito de cidadania ambiental digital, referindo-se à possibilidade de indivíduos e coletivos organizados se mobilizarem por meio das tecnologias, participando de decisões públicas, monitorando políticas ambientais e buscando soluções locais (Carvalho, 2012). Ao permitir esse tipo de participação ativa, fortalecem-se os laços comunitários e amplia-se a democracia na cidade.

## 6.3 CONVERGÊNCIA ENTRE TECNOLOGIA, EDUCAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS

A evolução das cidades inteligentes depende da convergência de tecnologia e política. Nesse sentido, a UNESCO (2021) defende que a tecnologia terá um resultado favorável se for apoiada por projetos educacionais que melhorem a alfabetização ambiental e por políticas que ajudem a reduzir desigualdades estruturais. Isso requer não apenas investimento em redes digitais, mas também na educação das pessoas para a participação.

## 6.4 O CONCEITO DE INOVAÇÃO A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA ÉTICA E HUMANIZADORA

Mais importante do que cidades inteligentes é humanizar nossas cidades onde a tecnologia nos ajude a todos. Não há progresso científico e tecnológico que não esteja ligado a uma ética de responsabilidade, considerando a complexidade das relações entre homens, natureza e sociedade (Morin, 2011). Nessa perspectiva, a Educação Ambiental 4.0 deve gerar lideranças não apenas para habilidades digitais, mas também para empatia, solidariedade e compromisso com as futuras gerações.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre tecnologia e sustentabilidade vem se tornando um dos maiores desafios contemporâneos. Ao longo deste capítulo, buscou-se evidenciar que a Inteligência Artificial (IA), quando integrada à **Educação Ambiental 4.0**, pode se tornar uma aliada fundamental na construção de cidades mais justas, resilientes e equilibradas. Entretanto, ficou igualmente claro que o potencial da tecnologia não se realiza de forma automática: é necessário direcionamento ético, político e pedagógico.

A Educação Ambiental, desde suas origens, sempre teve como propósito formar sujeitos críticos e engajados com a transformação social (Jacobi, 2003; Guimarães, 2000). Na era digital, essa missão ganha novos contornos, pois a cidadania passa a ser exercida também no espaço virtual, em meio a dados, algoritmos e plataformas digitais. Assim, não basta que os cidadãos aprendam a usar as ferramentas; é



preciso que compreendam seus impactos, limites e possibilidades, construindo uma relação consciente com a inovação tecnológica.


As cidades do futuro não poderão ser sustentáveis se permanecerem marcadas pela desigualdade, pela exclusão digital e pela apropriação concentrada da tecnologia. O caminho para a sustentabilidade urbana passa pelo fortalecimento da participação cidadã, pela democratização do acesso à informação e pela integração entre ciência, políticas públicas e saberes locais. Nesse cenário, a IA pode contribuir não apenas com eficiência e otimização, mas também com a ampliação de processos educativos e colaborativos que envolvam a sociedade como um todo (UNESCO, 2021).

Conclui-se, portanto, que a verdadeira inovação não está somente nas máquinas, mas na capacidade humana de reinventar suas práticas coletivas, seus valores e suas formas de habitar o planeta. Mais do que cidades inteligentes, o que se almeja são cidades **humanas e sustentáveis**, onde a tecnologia seja um meio e não um fim, e onde a Educação Ambiental 4.0 seja um instrumento de transformação para as atuais e futuras gerações.



## REFERÊNCIAS

- BATY, Michael. *Inventing future cities*. Cambridge, MA: MIT Press, 2018.
- BONNEY, Rick; COOPER, Caren B.; DICKINSON, Janis; KELLING, Steve; PHILLIPS, Tina; ROSENBERG, Kenneth V.; SHIRK, Jennifer. Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, v. 59, n. 11, p. 977-984, 2009.
- CARAGLIU, Andrea; DEL BO, Chiara; NIJKAMP, Peter. Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, v. 18, n. 2, p. 65–82, 2011.
- CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2012.
- CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. 7. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.
- DIAS, Genebaldo Freire. *Educação ambiental: princípios e práticas*. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.
- GEE, James Paul. *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York: Palgrave Macmillan, 2003.
- GUIMARÃES, Mauro. *A dimensão ambiental na educação*. Campinas: Papirus, 2000.
- JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, p. 189-205, 2003.
- KENSKI, Vani Moreira. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.
- KUMAR, Prashant; DEY, Sagnik; GOGOI, P.; GOURAV, M.; KUMAR, A.; KUMAR, R. et al. The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities. *Environment International*, v. 75, p. 199-205, 2015.
- LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. *Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania ecológica*. São Paulo: Cortez, 2004.
- MORIN, Edgar. *A via: para o futuro da humanidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. *Artificial intelligence: a modern approach*. 3. ed. New Jersey: Pearson, 2016.
- SAUVÉ, Lucie. Educação ambiental: possibilidades e limitações. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 2, p. 317-322, 2005.
- TOWNSEND, Anthony M. *Smart cities: big data, civic hackers, and the quest for a new utopia*. New York: W. W. Norton & Company, 2013.
- UNESCO. *Recommendation on the ethics of artificial intelligence*. Paris: UNESCO, 2021.
- ZUBOFF, Shoshana. *The age of surveillance capitalism: the fight for a human future at the new frontier of power*. New York: PublicAffairs, 2019.

**ANÁLISE DAS CADEIAS PRODUTIVAS DA OVINOCULTURA E AVICULTURA E SEUS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS NO VALE DO RIO ITAIM****ANALYSIS OF THE SHEEP AND POULTRY PRODUCTION CHAINS AND THEIR SOCIOECONOMIC AND ENVIRONMENTAL IMPACTS IN THE ITAIM RIVER VALLEY** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-006>**Leidijane Ramos Macêdo**

Graduanda em Zootecnia pelo Instituto Federal do Piauí - Campus de Paulistana – PI

**Pedro Henrique dos Santos Rodrigues**

Graduando em Zootecnia pelo Instituto Federal do Piauí - Campus de Paulistana – PI

**Ricardo de Moura Borges**

Mestre em Sociologia pela UVA - Universidade Estadual do Vale do Acaraú. Professor temporário do Instituto Federal do Piauí - Campus de Paulistana – PI

**RESUMO**

Este estudo analisa as cadeias produtivas da ovinocultura e avicultura no Vale do Rio Itaim, investigando seus impactos socioeconômicos e ambientais na região. Através de uma abordagem qualitativa, foram avaliadas as percepções de produtores locais sobre a importância dessas atividades, suas dificuldades, a contribuição da zootecnia e os impactos gerados. Os resultados indicam que ambas as cadeias produtivas são importantes para a geração de renda e o fortalecimento da economia local, mas enfrentam desafios como a estiagem, a falta de incentivos e os impactos ambientais da ovinocultura. A zootecnia desempenha um papel fundamental no desenvolvimento sustentável dessas atividades, através da aplicação de conhecimentos técnicos e da promoção da organização comunitária.

**Palavras-chave:** Cadeias produtivas agropecuárias; Impactos socioeconômicos e ambientais; Vale do Rio Itaim.

**ABSTRACT**

This study analyzes the production chains of sheep and poultry farming in the Itaim River Valley, investigating their socioeconomic and environmental impacts on the region. Through a qualitative approach, the perceptions of local producers were evaluated regarding the importance of these activities, their difficulties, the contribution of animal science, and the impacts generated. The results indicate that both production chains are important for income generation and the strengthening of the local economy but face challenges such as drought, lack of incentives, and the environmental impacts of sheep farming. Animal science plays a fundamental role in the sustainable development of these activities, through the application of technical knowledge and the promotion of community organization.

**Keywords:** Agricultural production chains; Socioeconomic and environmental impacts; Itaim River Valley.

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo sobre as principais cadeias produtivas dentro da região do Vale do Rio Itaim, como a ovinocultura e avicultura, ressalta a importância da gestão por profissionais capacitados em identificar os pontos fortes e fracos dentro da produção e seus reflexos (Macêdo et al., 2025). A análise das cadeias produtivas locais permite compreender como fatores econômicos, culturais e sociais se interligam, apresentando grande influência sobre as condições de vida da população (Wilkinson, 2008). A atuação profissional do zootecnista, especialmente no campo, apresenta-se como uma alternativa com intuito de promover ações que mitiguem os efeitos das desigualdades sociais, mas que também fortaleçam a autonomia dos produtores rurais (Alves, 2011). As cadeias produtivas da ovinocultura e avicultura apresentam grande relevância econômica na região do vale do Itaim, devido ao seu potencial produtivo com um grande potencial transformador no contexto social. Os avanços obtidos nessas duas cadeias produtivas, ao longo dos anos, têm revelado oportunidades para a geração de renda e fortalecimento da agricultura familiar (Goodman & Watts, 1997).

Nesse contexto, o projeto social possui um papel estratégico funcionando como um elo entre as demandas das comunidades e as políticas públicas ao mesmo tempo. Dessa forma, este projeto objetivou-se avaliar as dinâmicas produtivas e sociais que permeiam o cotidiano de pessoas que estão envolvidas com a cadeia produtiva no campo, valorizando as suas experiências, saberes e potencialidades. Por meio de análises das interações entre diferentes perfis de produtores e suas respectivas atividades desenvolvidas, pretende-se evidenciar como as interações do homem do campo, em relação as suas produções, e os impactos na sociedade local, bem como um suporte técnico qualificado podem promover maiores desenvolvimentos nas cadeias produtivas.

## 2 METODOLOGIA

Para a realização desse estudo, foi adotada uma abordagem qualitativa, com o intuito de compreender as diferentes percepções e experiências de pessoas envolvidas nas cadeias produtivas da ovinocultura e avicultura na região do Vale do Itaim. A referida pesquisa foi conduzida por meio da aplicação de um questionário composto por quatro perguntas:

- Qual a importância das produções agropecuárias local?
- Quais as principais dificuldades enfrentadas pelos produtores?
- Como a zootecnia contribui para o desenvolvimento local?
- Quais os impactos econômicos, sociais e ambientais provocados por essas atividades?

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 A IMPORTÂNCIA DAS PRODUÇÕES AGROPECUÁRIAS LOCAL

Os dados obtidos revelam que os entrevistados atribuem grande importância as produções agropecuárias local, destacando a geração de renda como o principal fator. Segundo os entrevistados as cadeias produtivas da ovinocultura e avicultura representam mecanismos e sobrevivência que beneficiam diversas famílias que dependem diretamente da produção animal para manter a sua subsistência. Essa percepção reforça a importância do papel estratégico das produções agropecuárias como um intermediário de desenvolvimento socioeconômica em regiões semiáridas. A produção local, além de movimentar a economia, ajuda na fixação do homem no campo evitando o êxodo rural. Nessa linha de pensamento, a valorização de produções agropecuárias como uma fonte de renda está fortemente alinhada com estudos e pesquisas que enfatizam a importância da agricultura familiar na garantia da segurança alimentar e da economia rural (Chayanov, 1986). No cenário do Vale do Itaim, essa realidade se intensifica ainda mais diante de algumas limitações, como de estrutura e climáticas, tornando a atividade agropecuária uma alternativa viável e resiliente.

#### 3.2 DIFICULDADES ENFRENTADAS PELOS PRODUTORES

As respostas dos entrevistados apontam que os produtores encontram dificuldades que comprometem o desenvolvimento das cadeias produtivas. Os obstáculos enfrentados são:

- O período de estiagem: característico da região semiárida, que reduz significativamente a oferta de alimentos naturais para os animais, obrigando os produtores a recorrerem à compra de ração, ocasionando o aumento dos custos de produção;
- A ausência de incentivos e apoio institucional, especialmente por parte de associações locais, que poderiam oferecer maior suporte técnico, logístico e financeiro, além de facilitar o acesso a programas governamentais.
- A falta de capital financeiro inicial, que limita a capacidade de investimento em infraestrutura, aquisição de insumos e melhoria genética dos rebanhos.
- A escassez de recursos e o baixo nível de organização coletiva dificultam a profissionalização da produção e a inserção competitiva no mercado. A ausência de associações atuantes também compromete a capacidade de negociação dos produtores, que acabam isolados frente aos desafios.

Nesse sentido, a atuação de profissionais capacitados, como o zootecnista, torna-se ainda mais relevante, pois pode contribuir com soluções técnicas adaptadas à realidade local e com estratégias de fortalecimento comunitário (Pretty, 1995).

### 3.3 CONTRIBUIÇÃO DA ZOOTECNIA PARA O DESENVOLVIMENTO LOCAL

Os entrevistados afirmam que a zootecnia exerce um papel fundamental no fortalecimento da produção animal e, conseqüentemente, no desenvolvimento socioeconômico da comunidade rural. Na perspectiva dos entrevistados, a atuação do zootecnista é reconhecida especialmente em aspectos técnicos que impactam diretamente na produtividade e na rentabilidade dos sistemas de criação. As contribuições apontadas são:

- Formulação de rações e suplementos nutricionais, adaptados às condições locais e às necessidades específicas dos animais, o que permite uma alimentação mais eficiente e econômica;
- Aplicação de conhecimentos científicos e técnicos, voltados para o manejo alimentar, sanitário e reprodutivo, com foco na melhoria dos índices zootécnicos.
- Aumento da produção e da rentabilidade, por meio da otimização dos recursos disponíveis e da redução de perdas, o que favorece a sustentabilidade da atividade pecuária.

A zootecnia, ao integrar ciência e prática, contribui para o aumento da produção, e também para a valorização do conhecimento técnico no campo (Ensminger, 1991). Essa valorização é um passo importante para a autonomia dos produtores, que passam a compreender melhor os processos produtivos e a tomar decisões mais estratégicas. Além disso, a presença de profissionais capacitados pode estimular a organização comunitária e a busca por políticas públicas voltadas ao fortalecimento da cadeia produtiva.

### 3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS

A análise das respostas dos entrevistados indica que as cadeias produtivas da ovinocultura e avicultura geram impactos distintos nas dimensões econômica, social e ambiental, refletindo as particularidades de cada atividade.

- **Impactos ambientais:** A avicultura apresenta baixo impacto ambiental, por ser geralmente conduzida em espaços menores e com manejo mais controlado. Em contraste, a ovinocultura pode provocar alterações ambientais significativas, especialmente quando há necessidade de ampliar áreas de pasto por meio do desmatamento, o que afeta diretamente a vegetação nativa e os recursos naturais locais (Scoones, 1994);
- **Impactos sociais:** Os entrevistados destacaram o fortalecimento dos vínculos familiares e comunitários, uma vez que a atividade é frequentemente realizada em regime de cooperação entre membros da família. Esse aspecto social contribui para a coesão das comunidades rurais e para a valorização do trabalho coletivo (Putnam, 2000).



- **Impactos econômicos:** A geração de renda foi apontada como o principal impacto econômico positivo. Tanto a ovinocultura quanto a avicultura contribuindo diretamente para o sustento das famílias envolvidas, promovendo circulação de recursos dentro das comunidades e fortalecendo a economia local. Essa renda, embora muitas vezes modesta, representa uma alternativa viável diante da escassez de empregos formais na região.

Os dados indicam que, embora ambas as atividades tenham potencial para promover o desenvolvimento local, é necessário considerar estratégias que minimizem os impactos ambientais, especialmente na ovinocultura. A adoção de práticas sustentáveis, como o manejo rotacionado de pastagens e o reflorestamento de áreas degradadas, pode ser incentivada por meio da atuação técnica do zootecnista e de políticas públicas voltadas à conservação ambiental.

#### 4 CONCLUSÃO


A ovinocultura e a avicultura demonstram grande relevância para a geração de renda e o fortalecimento da economia local, sendo fundamentais para o sustento das famílias rurais. Enquanto a avicultura promove vínculos sociais e apresenta baixo impacto ambiental, a ovinocultura enfrenta desafios como o desmatamento para formação de pastagens.

Nesse cenário, a zootecnia se destaca como ciência estratégica, capaz de orientar práticas produtivas sustentáveis, melhorar o bem-estar animal e integrar os aspectos econômicos, sociais e ambientais. A valorização dessas atividades, aliada a políticas públicas e ações educativas, podem impulsionar o desenvolvimento rural de forma equilibrada, sustentável e mais rentável.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, F. J. S. (2011). Desenvolvimento rural: abordagens teóricas e experiências brasileiras. Brasília: IICA.
- Chayanov, A. V. (1986). The theory of peasant economy. University of Wisconsin Press.
- Ensminger, M. E. (1991). Animal science. Interstate Publishers.
- Goodman, D., & Watts, M. (1997). Globalising food: agrarian questions and global restructuring. Routledge.
- Pretty, J. (1995). Regenerating Agriculture: Policies and Practice for Sustainability. Earthscan.
- Putnam, R. D. (2000). Bowling alone: The collapse and revival of American community. Simon and Schuster.
- Scoones, I. (1994). Living with uncertainty: New directions in pastoral development in Africa. Intermediate Technology Publications.
- Wilkinson, J. (2008). Commodity chains, value chains and global value chains in the agrifood sector.

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA A COMPREENSÃO DA  
DESCARBONIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: DESENVOLVIMENTO DO  
PENSAMENTO CRÍTICO EM TEMAS CLIMÁTICOS****INQUIRY-BASED TEACHING SEQUENCE (IBS) FOR UNDERSTANDING  
DECARBONIZATION IN SCIENCE EDUCATION: DEVELOPING CRITICAL THINKING ON  
CLIMATE ISSUES** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-007>**Talvany Luís de Barros**Discente do Curso de Graduação em Ciências  
Biológicas Universidade Estadual do Piauí – UESPI - Teresina - Piauí**Joira Mara Fernandes de Paiva Costa**Mestranda do PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional  
Universidade Estadual do Piauí – UESPI - Teresina - Piauí  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9479542874238879>**Paulo Lopes Sobrinho**Prof. Dr. do Curso de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual do Piauí - UESPI  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4363942541261097>**Lorran André Moraes**Prof. Dr. Universidade Estadual do Maranhão -UEMA  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/8479768402300921>  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3858-3059>**Maria Gardênia Sousa Batista**Prof. Dra. do Curso de Ciências Biológicas  
Universidade Estadual do Piauí - UESPI  
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/118410980618896>  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8281-1277>**RESUMO**

Este trabalho desenvolve e propõe um programa estruturado voltado à promoção da descarbonização, entendida como o processo de redução sistemática das emissões de Gases Efeito Estufa (GEE). Diante da crescente relevância da crise climática, intensificam-se os debates sobre padrões de consumo, adoção de energias mais limpas e diminuição das emissões de GEE que afetam diretamente o equilíbrio climático. A proposta fundamenta-se na aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) como metodologia de ensino, visando promover uma mudança cultural e cognitiva que favorece a formação, o engajamento e a autonomia no ambiente educacional. As atividades desenvolvidas estimulam à reflexão, discussão coletiva, a construção de argumentos e a resolução de problemas práticos, em contraposição ao modelo de ensino tradicional de ensino de Ciências entrado na memorização. Dessa forma, a abordagem permite que os estudantes não apenas compreendam os conceitos associados à descarbonização, mas também vivenciem o processo investigativo de construção de soluções, desenvolvendo habilidades essenciais para atuar diante dos desafios da transição para uma economia de baixo carbono.



**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP); Didática de Ciências Naturais; Ensino por Investigação; Transição Energética.

#### **ABSTRACT**

This work develops and proposes a structured program aimed at promoting decarbonization, understood as the process of systematically reducing Greenhouse Gas (GHG) emissions. Given the growing relevance of the climate crisis, debates are intensifying regarding consumption patterns, the adoption of cleaner energy sources, and the reduction of GHG emissions that directly affect climate balance. The proposal is based on the application of the Investigative Teaching Sequence (ITS) as a teaching methodology, aiming to promote a cultural and cognitive shift that favors training, engagement, and autonomy in the educational environment. The activities developed stimulate reflection, collective discussion, the construction of arguments, and the resolution of practical problems, in contrast to the traditional model of science education focused on memorization. In this way, the approach allows students not only to understand the concepts associated with decarbonization but also to experience the investigative process of constructing solutions, developing essential skills to act in the face of the challenges of the transition to a low-carbon economy.

**Keywords:** Problem-based Learning (PBL); Didactics of Natural Sciences; Inquiry-based Learning; Energy Transition.

## 1 INTRODUÇÃO

A descarbonização refere-se ao processo de redução progressiva das emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e de outros Gases de Efeito Estufa (GEE), contribuindo diretamente para a mitigação das mudanças climáticas (Mckinsey; Company, 2025). No contexto industrial, onde os níveis de emissões são expressivos, a implementação de programas de descarbonização torna-se essencial para alinhar as operações com acordos internacionais, como o Acordo de Paris (2015). Além disso, o tema figura entre as principais pautas das Conferências das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas, sendo a mais recente COP30, sediada no Brasil, na cidade de Belém do Pará (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2025).

O termo está intrinsecamente associado à necessidade de transformar as matrizes energéticas globais, ~~que~~ historicamente baseadas em combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás natural, por alternativas de baixa ou zero emissão de carbono (Schaeffer *et al.*, 2021).

O processo de descarbonização exige uma profunda transformação tecnológica e econômica, abrangendo a substituição gradual de fontes energéticas intensivas em carbono por fontes renováveis, como a solar, eólica, hidrelétrica e biomassa, além do aprimoramento da eficiência energética e da eletrificação de setores estratégicos, como transportes e indústria (Goldemberg e Lucon, 2007).

A descarbonização da economia mundial consiste no processo de eliminação gradual ou total das emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), sobretudo aquelas provenientes da queima de combustíveis fósseis, com o objetivo de alcançar a neutralidade climática" (Viola, 2019, p. 10).

Os Gases de Efeito Estufa (GEE) são componentes gasosos da atmosfera, de origem natural ou antropogênica, capazes de absorver e reemitir radiação infravermelha, impedindo que o calor seja dispersado para o espaço e mantendo a temperatura da Terra em níveis adequados para a manutenção da vida. O aumento da concentração desses gases, impulsionado pelas atividades humanas, constitui o principal responsável pelo aquecimento global e pelas Mudanças Climáticas observadas nas últimas décadas (IPCC, 2023).

O aumento da temperatura média global é inequivocamente associado ao crescimento das concentrações atmosféricas dos Gases de Efeito Estufa (GEE), como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), resultantes, principalmente, da queima de combustíveis fósseis e das mudanças do uso do solo (IPCC, 2023).

O tema Descarbonização nas Escolas integra a agenda global de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas no contexto educacional. Sua abordagem ocorre, principalmente, em dois eixos: a) Educação, envolvendo práticas curriculares, formação crítica e processos de conscientização e b) Operação, relacionada à infraestrutura, gestão ambiental e redução da pegada de carbono das próprias instituições de ensino.



Este trabalho concentra-se na incorporação da temática da descarbonização ao currículo escolar, com o propósito de promover o letramento científico e fortalecer a cidadania planetária. Busca-se possibilitar que os estudantes compreendam de forma crítica a problemática climática e se tornem agentes de transformação em suas comunidades e na sociedade.

A escola, enquanto espaço de formação cidadã, deve incluir a pauta da descarbonização em suas atividades pedagógicas, capacitando os estudantes a analisar criticamente as fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE) e a propor soluções eficazes para a transição energética (Jacobi, 2005).

O modelo tradicional de ensino de Ciências, focado na exposição de conteúdo pelo professor e na postura passiva do aluno, já não atende às expectativas da sociedade contemporânea e dos próprios estudantes (Carvalho, 2013). Tal abordagem frequentemente falha em estabelecer conexões significativas entre o conhecimento escolar e o cotidiano dos alunos, limitando o desenvolvimento de competências necessárias para compreender e enfrentar desafios socioambientais complexos.

O desenvolvimento do ensino de Ciências deve acompanhar as transformações que ocorrem periodicamente na sociedade, as quais podem ser motivadas por uma variedade de fatores que incidem sobre a vida social. E neste íterim, as estratégias pedagógicas precisam ser adaptadas conforme as demandas e respostas apresentadas pelos estudantes, que também são afetados por tais mudanças (Estrela, 1992).

Diante dessas premissas, torna-se urgente repensar as práticas de ensino, deslocando o foco da simples quantidade de conteúdo para a qualidade e relevância dos temas abordados em sala de aula (Carvalho, 2013). As práticas pedagógicas devem incorporar metodologias que estabeleçam conexões significativas entre a teoria estudada e a realidade vivida pelo estudante, tanto dentro quanto fora da escola. Somente por meio dessa articulação é possível compreender as mudanças estruturais necessárias no ensino e ajustar de forma efetiva os conteúdos e abordagens pedagógicas.

Nesse contexto, novas perspectivas de ensino têm sido propostas, entre elas o Ensino por Investigação (EI) no âmbito do Ensino de Ciências. O EI pode ser implementado por meio de Atividades Investigativas (AI) isoladas ou por um conjunto articulado delas, formando as Sequências de Ensino Investigativas (SEI). Tais atividades promovem a atuação ativa do aluno na construção do próprio conhecimento, estimulando:

- a) A reflexão e a discussão.
- b) O desenvolvimento de argumentos.
- c) A solução de problemas.
- d) A autonomia.

Esse conjunto de práticas favorece a adoção de uma postura ativa no processo de aprendizagem (Carvalho, 2013). Isso se deve ao fato de que uma SEI é caracterizada por uma atividade investigativa, onde

a participação do aluno não pode se limitar apenas à manipulação de materiais ou à observação passiva. Segundo destaca Carvalho (2004), o estudante deve ser levado a "refletir, discutir, explicar e relatar," conferindo ao seu trabalho características próprias da investigação científica (Carvalho, 2004, p. 21).

A Sequência de Ensino Investigativo (SEI) constitui uma metodologia de ensino-aprendizagem centrada no aluno, cujo objetivo é promover a construção ativa do conhecimento por meio da investigação de problemas, fenômenos ou questões. Ela difere da Sequência Didática (SD) tradicional por colocar a prática investigativa no centro do processo formativo, favorecendo a formulação de hipóteses, a argumentação e a reflexão crítica (Carvalho, 2013).

Este trabalho discute a concepção e implementação de um programa estruturado que integra uma proposta de Sequência de Ensino Investigativo (SEI), considerando desafios como custos iniciais, barreiras tecnológicas e aspectos operacionais. Busca-se, assim, apresentar uma abordagem que articule teoria e prática, fortalecendo o ensino investigativo no contexto escolar.

## 2 PERCURSO METODOLÓGICO

O percurso metodológico adotado para a construção desta SEI foi organizado conforme as etapas a seguir:

- **Definição do Tema/Conteúdo:** Foi escolhido o conteúdo curricular a ser trabalhado, visando permitir a exploração de conceitos e a formulação de diferentes hipóteses pelos alunos.
- **Identificação dos Objetivos:** Nesta etapa foram definidos os objetivos específicos (aquilo que o aluno deve saber e saber fazer), bem como as competências e habilidades previstas na BNCC que seriam desenvolvidas ao longo da sequência (Santos; Schnetzler, 2010).
- **Problematização elaboração da questão-mãe:** Formulou-se a Questão Investigativa Central (Descarbonização - Questão-Mãe), relacionada ao tema da descarbonização, funcionaria como eixo estruturante da SEI. Essa questão foi elaborada de modo desafiador, relevante e capaz de estimular o levantamento de hipóteses pelos alunos (Carvalho, 2013).

# Sequência de Ensino Investigativa: Programa de Descarbonização

## Público-Alvo

Estudantes do Ensino Fundamental II (8º e 9º ano) ou Ensino Médio (adaptável)

## Carga Horária

10 aulas de 40 minutos.

## Metodologia

A abordagem metodológica prioriza a aprendizagem ativa, onde os estudantes constroem seu conhecimento por meio de problemas reais e situações investigativas. As estratégias didáticas alternam entre trabalho individual, em duplas e grupos, com uso diversificado de espaços e recursos ao longo da sequência. O sistema de avaliação é processual, baseado no caderno de investigação, observação de participação e análise dos produtos gerados. O professor atua como mediador do processo de aprendizagem, fornecendo feedback contínuo e organizando os ambientes de aprendizagem. A metodologia promove tanto a construção de conceitos científicos sobre descarbonização quanto o desenvolvimento de habilidades investigativas e de consciência cidadã, alinhando-se aos princípios do ensino por investigação e da educação para a sustentabilidade.

## Objetivo Geral

Promover a compreensão crítica dos desafios e soluções relacionadas à descarbonização, estimulando os estudantes a investigar impactos ambientais, sociais e tecnológicos do uso de combustíveis fósseis e alternativas sustentáveis.

## Aula 1: Por que falar de descarbonização?

**Questão Norteadora:**

O que significa descarbonizar a sociedade e por que isso é necessário?

**Atividades:**

- Exibição de imagens e manchetes sobre mudanças climáticas, poluição e transição energética.
- Debate inicial (*brainstorming*) sobre as principais fontes de carbono no cotidiano.

## **Aula 2: Fontes de Emissão de Carbono**

**Questão Norteadora:**

Quais são as principais fontes de emissão de CO<sub>2</sub> no Brasil e no mundo?

**Atividades:**

- Pesquisa em grupo com dados sobre transporte, energia elétrica, agricultura e indústria.
- Construção de mapas mentais com as fontes de emissão.

## **Aula 3: Excesso de Carbono**

**Questão Norteadora:**

Como o carbono em excesso afeta o clima e a saúde?

**Atividades:**

- Apresentação sobre energia solar, eólica, hidrelétrica, biomassa e geotérmica.
- Visita a uma usina de energia renovável (virtual ou presencial).
- Análise comparativa de custos e benefícios das diferentes fontes de energia.

## **Aula 4: Programa de Descarbonização RenovaBio**

**Questão Norteadora:**

Como o Brasil atua para reduzir emissões?

**Atividades:**

- Apresentação do RenovaBio e dos créditos de descarbonização (CBIOS).
- Leitura orientada a trechos de notícias e documentos simplificados.
- Debate sobre os benefícios e desafios do programa.

## **Aula 5: Energia sustentável como alternativa**

**Questão Norteadora:**

Que fontes de energia podem substituir combustíveis fósseis?

**Atividades:**

- Pesquisa em duplas sobre solar, eólica, biomassa, hidrelétrica;
- Socialização em cartazes ou slides.

**Aula 6: Investigando o transporte sustentável****Questão Norteadora:**

Como o transporte pode contribuir para a descarbonização?

**Atividades:**

- Comparação de emissões entre veículos a combustão, híbridos e elétricos;
- Estudo de caso: ônibus elétricos no Brasil;
- Debate sobre acessibilidade e custos.

**Aula 7: Agricultura e descarbonização****Questão Norteadora:**

Como o campo pode reduzir emissões?

**Atividades:**

- Análise de práticas como plantio direto, biocombustíveis e reflorestamento;
- Roda de conversa sobre o impacto do agronegócio no clima.

**Aula 8: Analisando dados reais****Questão Norteadora:**

O Brasil está conseguindo reduzir suas emissões?

**Atividades:**

- Trabalho com gráficos e relatórios simplificados (ex.: SEEG/Observatório do Clima);
- Exercício de interpretação de dados e comparação histórica.

**Aula 9 - Projeto investigativo: Minha comunidade pode descarbonizar?**



**Questão Norteadora:**

O que pode ser feito na escola e no bairro para reduzir emissões?

**Atividades:**

- Os grupos propõem pequenas ações (horta escolar, coleta seletiva, uso racional de energia, campanha educativa);
- Elaboração de plano de ação simplificado.

**Aula 10 - Socialização e avaliação****Questão Norteadora:**

O que aprender sobre descarbonização e como podemos agir?

**Atividades:**

- Apresentação dos projetos dos grupos (cartazes, vídeos, dramatizações);
- Autoavaliação e avaliação coletiva sobre o percurso investigativo;
- Sistematização do conceito de descarbonização como processo coletivo e multidimensional.

**Recursos Didáticos**

- 
- Garrafas PET, tachas, lâmpadas para experimento.
- Projetor ou quadro multimídia.
- Notícias, relatórios simplificados e gráficos.
- Materiais recicláveis para produção dos projetos.

**Avaliação**

- **Formativa:** registros individuais no caderno de investigação, participação em debates, análises de dados.
- **Somativa:** apresentação final do projeto coletivo e reflexão escrita sobre o papel da descarbonização no futuro.





### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desafio da descarbonização transcende a esfera tecnológica e econômica, exigindo, sobretudo, uma transformação profunda na forma como compreendemos e ensinamos as questões climáticas. A implementação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) revela-se como um elemento catalisador nesse processo, possibilitando a transição de um modelo educacional centrado na memorização para uma abordagem que prioriza o desenvolvimento de competências investigativas e críticas.

Neste sentido, a SEI proposta não apenas favorece a compreensão de conceitos científicos relacionados às mudanças climáticas, mas também estimula o engajamento ativo dos estudantes e/ou participantes na busca por soluções contextualizadas à realidade em que estão inseridos. Ao vivenciarem todas as etapas do processo investigativo, os educandos desenvolvem habilidades necessárias para compreender e enfrentar os desafios complexos da descarbonização em seus contextos comunitários e regionais.

Além disso, este trabalho evidencia que iniciativas pedagógicas inovadoras podem fortalecer a formação de uma consciência socioambiental crítica, indispensável para a construção de uma cultura escolar comprometida com a sustentabilidade. Apesar de seus avanços, reconhece-se que a implementação de SEI enfrenta desafios, como limitações estruturais, necessidade de formação docente contínua e resistência a mudanças metodológicas. Assim, recomenda-se que pesquisas futuras explorem estratégias para ampliar sua aplicabilidade, investigando impactos em longo prazo e possibilidades de integração interdisciplinar.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, A. M. P. de. O Ensino de Ciências e a Proposta de Ensino por Investigação. In: **Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **O ensino de ciências e a proposta de ensino por investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

ESTRELA, Maria Teresa. **Teoria e prática de observação de classes: uma análise da dimensão pedagógica**. 2. ed. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 1992.

Goldemberg, J., & Lucon, O. (2007). Energia e meio ambiente no Brasil. *Estudos Avançados*, 21(59), 7-20. <https://revistas.usp.br/eav/article/view/10203> Acesso em: 22.10.2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [S.l.]: IPCC, 2023. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf) Acesso em: 22.10.2025.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 126, p. 189-205, set./dez. 2005.


MCKINSEY & COMPANY. **What is decarbonization?** Disponível em: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-decarbonization>. Acesso em: 21 nov. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **COP30 no Brasil**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/301371-cop30-no-brasil>. Acesso em: 21 nov. 2025.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. (Orgs.). **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SCHAEFFER, Roberto *et al.* Trajetórias de descarbonização de longo prazo para o Brasil: resultados do projeto Deep Decarbonization Pathways. **Revista Brasileira de Energia**, v. 30, n. 1, p. 23-45, 2021.

VIOLA, Eduardo. A descarbonização da economia mundial. In: **O Brasil e o Clima**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2019. p. 10-35.

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS PELA USINA HIDRELÉTRICA DE TELES  
PIRES: ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DE 2004 A 2024****SOCIO-ENVIRONMENTAL IMPACTS CAUSED BY THE TELES PIRES HYDROELECTRIC  
POWER PLANT: SPATIAL AND TEMPORAL ANALYSIS FROM 2004 TO 2024** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-008>**Filipe Silva Liá**Graduando em Engenharia Florestal  
UEMASUL/CCAE-mail: [felipe.lia@uemasul.edu.br](mailto:felipe.lia@uemasul.edu.br)**Júlio César Cardoso Silveira**Graduando em Engenharia Florestal  
UEMASUL/CCAE-mail: [julio.silveira@uemasul.edu.br](mailto:julio.silveira@uemasul.edu.br)**Sara de Lima Silva Liá**Graduanda em Engenharia Florestal  
UEMASUL/CCAE-mail: [sara.lia@uemasul.edu.br](mailto:sara.lia@uemasul.edu.br)**Sebastião da Silva Machado**Graduando em Engenharia Florestal  
UEMASUL/CCAE-mail: [sebastiao.silva.machado@uemasul.edu.br](mailto:sebastiao.silva.machado@uemasul.edu.br)**Wallysson Rocha Santos**Graduando em Engenharia Florestal  
UEMASUL/CCAE-mail: [wallysson.santos@uemasul.edu.br](mailto:wallysson.santos@uemasul.edu.br)**Rones Dias de Abreu**Graduando em Geografia  
UEMASUL/AmaranteE-mail: [rones.abreu@uemasul.edu.br](mailto:rones.abreu@uemasul.edu.br)**Daniel Carlos Machado**Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo)  
UNESP/Campus JaboticabalE-mail: [daniel.c.machado@unesp.br](mailto:daniel.c.machado@unesp.br)**Leanne Teles Pereira**Mestre em Ciências Florestais e Ambientais  
UEMASUL/CCAE-mail: [leanne.pereira@uemasul.edu.br](mailto:leanne.pereira@uemasul.edu.br)

**Wilson Araújo da Silva**

Doutor em Agronomia  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: wilson@uemasul.edu.br

**Cristiane Matos da Silva**

Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: cristiane.silva@uemasul.edu.br

**Laylles Costa Araújo**

Doutora em Zootecnia  
UFRA/Campus Capitão Poço  
E-mail: laylles.araujo@ufra.edu.br

**Jonathan dos Santos Viana**

Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: jonathan.viana@uemasul.edu.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4734-9843>

## RESUMO

A Usina Hidrelétrica de Teles Pires, localizada em Paranaíta – MT, foi construída sob a justificativa de ampliar a matriz energética brasileira, mas seu processo de instalação gerou transformações socioambientais profundas, especialmente para os povos indígenas Apiaká, Kaiabi e Munduruku. Este trabalho teve como objetivo analisar tais impactos, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para avaliar as mudanças na cobertura e uso da terra entre 2004 e 2024. Os resultados quantificaram a formação do reservatório, o alagamento de extensas áreas de floresta, a intensificação da fragmentação vegetal e a consequente desterritorialização das comunidades indígenas, com a perda de acesso a locais sagrados e espaços essenciais para sua reprodução sociocultural. A discussão evidenciou que, embora a energia hidrelétrica seja enquadrada como "limpa", a decomposição da biomassa submersa em reservatórios tropicais gera emissões significativas de gases de efeito estufa. Conclui-se, portanto, que a implantação da UHE Teles Pires exemplifica um modelo de desenvolvimento que concentra benefícios energéticos em centros distantes enquanto impõe custos sociais e ambientais desproporcionais às comunidades locais, configurando um quadro de etnocídio e injustiça ambiental. Diante disso, ressalta-se a urgência de incorporar os direitos dos povos originários e as reais dimensões dos impactos socioambientais no planejamento e licenciamento de grandes empreendimentos na Amazônia.

**Palavras-chave:** Desterritorialização; Povos Indígenas; Injustiça Ambiental; Amazônia.

## ABSTRACT

The Teles Pires Hydroelectric Power Plant, located in Paranaíta – MT, was built under the justification of expanding the Brazilian energy matrix, but its installation process generated profound socio-environmental transformations, especially for the Apiaká, Kaiabi and Munduruku indigenous peoples. This work aimed to analyze such impacts, using remote sensing and geoprocessing techniques to assess changes in land cover and land use between 2004 and 2024. The results quantified the formation of the reservoir, the flooding of extensive areas of forest, the intensification of vegetation fragmentation and the consequent deterritorialization of indigenous communities, with the loss of access to sacred sites and essential spaces for their sociocultural reproduction. The discussion showed that, although hydroelectric energy is classified as "clean", the decomposition of submerged biomass in tropical reservoirs generates significant greenhouse



gas emissions. It is concluded, therefore, that the implementation of the Teles Pires HPP exemplifies a development model that concentrates energy benefits in distant centers while imposing disproportionate social and environmental costs on local communities, configuring a framework of ethnocide and environmental injustice. In view of this, the urgency of incorporating the rights of indigenous peoples and the real dimensions of socio-environmental impacts in the planning and licensing of large projects in the Amazon is emphasized.

**Keywords:** Deterritorialization; Indigenous Peoples; Environmental Injustice; Amazon.

## 1 INTRODUÇÃO

A Usina Hidrelétrica (UHE) Teles Pires está situada no curso médio do rio Teles Pires, um dos principais formadores da Bacia do Tapajós, uma vasta e complexa região de transição entre os biomas Cerrado e Floresta Amazônica, divisa entre os estados de Mato Grosso e Pará. Esta bacia, a quinta maior do sistema amazônico, é caracterizada por sua alta biodiversidade e por um relevo acidentado, com inúmeras corredeiras, saltos e cachoeiras que lhe conferem um elevado potencial hidrelétrico, atraindo grandes investimentos para o setor (Scoles, 2016). O rio Teles Pires, juntamente com o rio Juruena, dá origem ao rio Tapajós, percorrendo uma extensão de quase 2.000 km desde suas nascentes nos platôs do Escudo Central Brasileiro até sua foz no rio Amazonas.

A construção da usina, iniciada no começo da década de 2010 e com operação plena a partir de meados da mesma década, é justificada pelo Estado como fundamental para a segurança energética nacional. Além disso, foi impulsionada por uma lógica desenvolvimentista que marcou as políticas do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), visando superar gargalos de infraestrutura e garantir a oferta de energia para sustentar o crescimento econômico do país (Verdum, 2012). O projeto foi financiado em grande parte por bancos públicos, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), e sua implementação foi defendida como estratégica para a integração da Amazônia ao restante do país, embora essa visão seja criticada por desconsiderar as lógicas territoriais e os modos de vida das populações que habitam a região há séculos (Link; Souza; Pacheco, 2023).

A importância energética da UHE Teles Pires é inegável dentro do planejamento do setor elétrico nacional. Com uma potência instalada significativa, a usina contribui para o Sistema Interligado Nacional (SIN), ajudando a suprir a demanda de energia dos grandes centros consumidores do Sudeste e Sul do país. No entanto, essa importância estratégica para o sistema elétrico contrasta diretamente com os custos sociais e ambientais locais, gerando um debate sobre quem são os verdadeiros beneficiários deste modelo de desenvolvimento, que concentra a geração de energia em uma região e transmite os benefícios para outras, enquanto os impactos negativos permanecem no território (Souza; Souza, 2020).

O presente trabalho justifica-se pela necessidade de aprofundar a compreensão sobre os impactos sociais decorrentes da instalação da UHE Teles Pires, com um recorte específico sobre as comunidades tradicionais e povos indígenas que habitam a região. A literatura acadêmica aponta de forma consistente que os custos sociais e ambientais de grandes projetos de infraestrutura na Amazônia recaem de forma desproporcional sobre esses grupos, em um processo claro de injustiça ambiental (Silveira *et al.*, 2020, p. 22). Este conceito descreve a distribuição desigual dos riscos e danos ambientais, que afetam com maior intensidade populações historicamente marginalizadas em termos de poder político e econômico.

O foco do estudo estará nos processos de desterritorialização, conceito que abrange não apenas o deslocamento compulsório das famílias de suas terras e moradias, mas também a perda de acesso a territórios



de uso comum, essenciais para a sua reprodução física e cultural. A análise abrangerá os impactos sobre os povos indígenas Apiaká, Kaiabi e Munduruku, cujos territórios e locais sagrados, como a corredeira de Sete Quedas, foram diretamente atingidos pela formação do reservatório. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar os impactos socioambientais resultantes da implantação e operação da Usina Hidrelétrica de Teles Pires por meio de uma série histórica de 20 anos, entre 2004 a 2024.

## 2 METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido para analisar as transformações na cobertura e uso da terra na área de influência da Usina Hidrelétrica (UHE) Teles Pires, em Paranaíta-MT, por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. A análise abrange um período de 20 anos, contrastando o cenário pré-implantação (2004) com o cenário pós-implantação (2024).

### 2.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DADOS DE CONTEXTUALIZAÇÃO

A área de estudo (AE) foi definida como um polígono abrangendo o reservatório da UHE Teles Pires e suas margens imediatas, onde as transformações espaciais são mais evidentes.

Para a contextualização geográfica, foram utilizados dados vetoriais oficiais em formato *shapefile* da Malha Municipal Digital do Brasil (2022), obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estes dados permitiram a localização precisa da AE nos limites do município de Paranaíta e do estado de Mato Grosso. Todo o processamento e análise de dados foram realizados no software QGIS 3.x, utilizando o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) SIRGAS 2000 / UTM Zona 21S, adequado para cálculos de área na região.

### 2.2 OBTENÇÃO E PRÉ-PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SATÉLITE

Em substituição às imagens do Google Earth, foram utilizadas imagens do programa Landsat, obtidas gratuitamente na plataforma *EarthExplorer* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). A escolha por este sensor garante a consistência espectral e radiométrica, essencial para análises multitemporais. Foram selecionadas duas cenas com baixo percentual de cobertura de nuvens (<10%) sobre a área de estudo:

Cenário Pré-Usina (2004): Imagem do sensor Landsat 5 TM (Thematic Mapper).

Cenário Pós-Usina (2024): Imagem do sensor Landsat 9 OLI-2/TIRS-2 (Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor).

As imagens brutas (Nível 1) foram submetidas a um pré-processamento para garantir a comparabilidade:

**Correção Atmosférica:** Utilizou-se o método *Dark Object Subtraction* (DOS1), implementado no complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) do QGIS, para converter os Números Digitais (DN) em valores de reflectância de superfície. Isso minimiza os efeitos da atmosfera nas imagens de datas distintas.

**Composição Colorida:** Foram geradas composições coloridas em "falsa-cor" (e.g., R: Infravermelho Próximo, G: Vermelho, B: Verde), que realçam a distinção entre corpos d'água, vegetação e solo exposto.

**Recorte:** As imagens foram recortadas para a extensão exata da área de estudo, otimizando o processamento subsequente.

## 2.3 ANÁLISE MULTITEMPORAL E CLASSIFICAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA

A análise das transformações espaciais foi realizada por meio da classificação do uso e cobertura da terra para os anos de 2004 e 2024. Adotou-se o método de interpretação visual e vetorização manual assistida por computador. As seguintes classes foram definidas:

Corpo d'água: Rios, lagos e o reservatório da usina.

Vegetação Nativa: Áreas de cobertura florestal densa.

Área Antropizada/Solo Exposto: Inclui áreas de pastagem, agricultura, infraestrutura urbana e solo sem cobertura vegetal.

Finalmente, foram elaborados produtos cartográficos (mapas temáticos) para representar visualmente: a) A localização da área de estudo no contexto municipal e estadual. b) O mapa de uso e cobertura da terra para 2004. c) O mapa de uso e cobertura da terra para 2024. d) Um mapa de mudanças, destacando as principais transformações ocorridas no período.

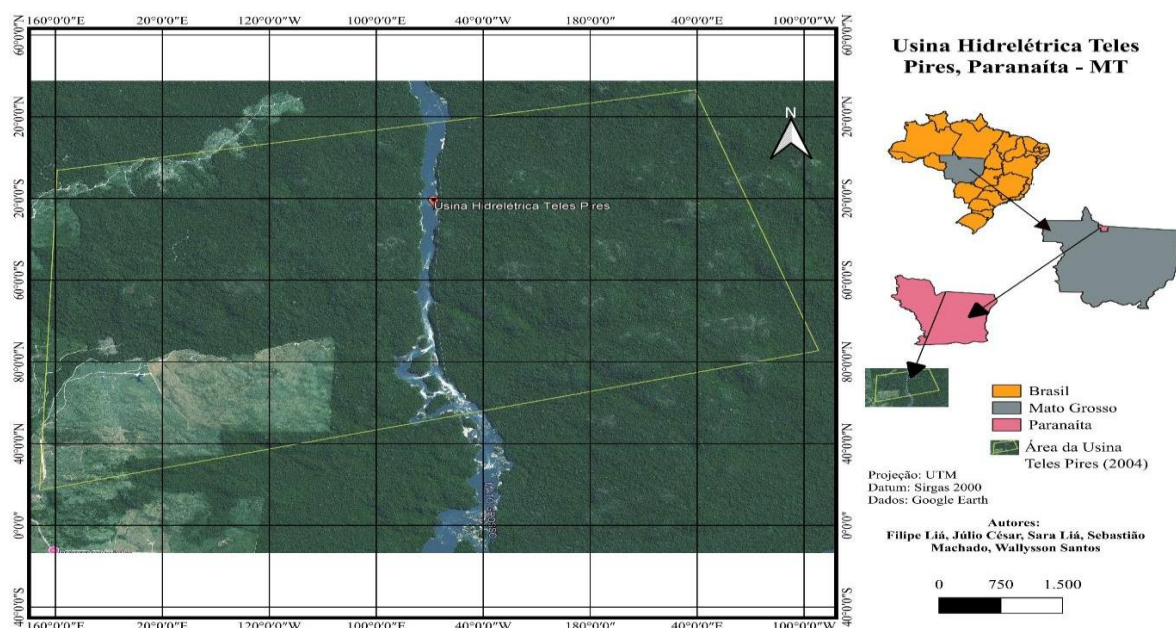
Todos os mapas contêm elementos cartográficos essenciais: título, legenda, escala, norte geográfico, fonte dos dados e sistema de coordenadas.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise comparativa das Figuras 1 e 2 evidencia a drástica reconfiguração da paisagem na área de implantação da Usina Hidrelétrica Teles Pires entre 2004 e 2024. O mapa de 2004 (Figura 1) retrata o cenário pré-implantação, caracterizado por uma extensa e contínua cobertura de vegetação nativa, com o rio Teles Pires fluindo em seu leito natural. Em contraste, o mapa de 2024 (Figura 2) expõe as consequências diretas da construção do barramento: a formação de um vasto reservatório, a consequente inundação de áreas anteriormente florestadas e uma acentuada fragmentação dos remanescentes vegetais. Essa transformação espacial resultou em um profundo processo de desterritorialização, que impactou diretamente os territórios e modos de vida dos povos indígenas Apiaká, Kaiabi e Munduruku, historicamente presentes na região.

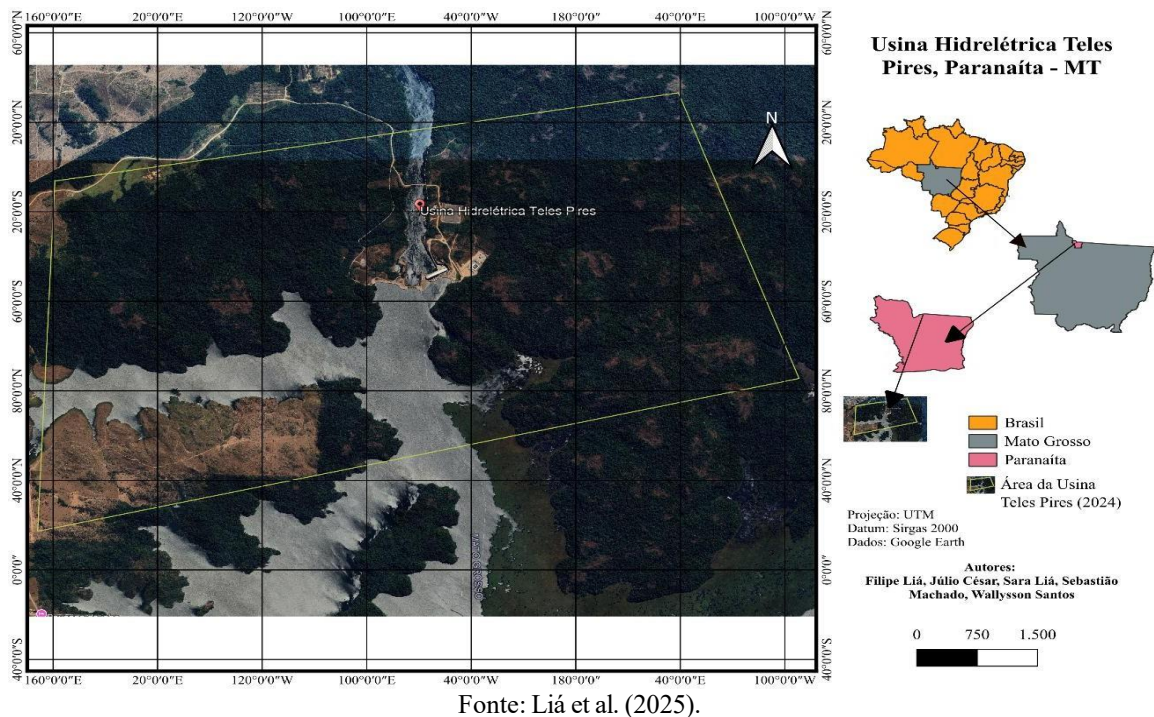
A implantação da Usina Hidrelétrica (UHE) de Teles Pires transcende a mera alteração da paisagem física, catalisando profundas e complexas transformações socioambientais que revelam uma teia de impactos interconectados. A consequência mais imediata e severa da instalação da UHE manifestou-se em um intenso processo de desterritorialização dos povos indígenas Apiaká, Kaiabi e Munduruku. Este processo não se limita à perda do espaço físico, mas representa uma ruptura com a dimensão simbólica e existencial do território, pois o impedimento do acesso a locais tradicionais de pesca e a áreas de cerimônias sagradas afeta diretamente a soberania alimentar e a reprodução cultural dessas comunidades. A inundação de ecossistemas aquáticos impactou a qualidade da água e a ictiofauna, base proteica essencial para esses povos (FTP, 2017). O ápice dessa violência simbólica e material foi a submersão da cachoeira Sete Quedas, um local de centralidade espiritual e cultural. Este ato, conforme aponta Souza et al. (2016), não apenas viola os direitos territoriais indígenas, mas configura-se como um ato de etnocídio, ao destruir um pilar fundamental de sua identidade e cosmovisão. Portanto, a desterritorialização aqui analisada é a perda do significado sociocultural do lugar, um esvaziamento do "lugar de ser" que compromete a própria existência desses povos enquanto coletividades distintas.

Figura 1. Mapa da área de instalação da Usina Hidrelétrica de Teles Pires em 2004.



Fonte: Liá et al. (2025).

Figura 2. Mapa da área de instalação da Usina Hidrelétrica de Teles Pires em 2024.



No âmbito ambiental, o caso de Teles Pires expõe as contradições da narrativa hegemônica que classifica a energia hidrelétrica como "limpa" e renovável, discurso frequentemente utilizado para justificar a expansão de barragens na Amazônia. Estudos demonstram que reservatórios em regiões tropicais, ao inundarem vastas áreas de floresta, induzem a decomposição anaeróbica da biomassa submersa, liberando quantidades significativas de gases de efeito estufa (GEE), notadamente o metano ( $\text{CH}_4$ ) — um gás com potencial de aquecimento global dezenas de vezes superior ao do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (NUNES et al., 2018, p. 55). Assim, a UHE, sob o pretexto de gerar energia limpa, contribui para o agravamento da crise climática.

Este cenário é agravado por um paradoxo do desenvolvimento sustentável: o mesmo empreendimento responsável por graves violações socioambientais é, contraditoriamente, certificado por agências internacionais e premiado por sua suposta responsabilidade socioambiental. Críticos apontam que tais certificações operam como uma estratégia de "maquiagem verde" (*greenwashing*), cujo objetivo é legitimar o projeto perante a opinião pública e investidores, ao mesmo tempo em que invisibiliza os impactos reais, como a destruição de locais sagrados e o deslocamento compulsório de comunidades (SILVA, 2022). A construção desses megaempreendimentos insere as comunidades locais no que a sociologia define como uma sociedade de risco, na qual o progresso técnico imposto externamente cria novas e complexas vulnerabilidades sociais, ambientais e econômicas, distribuindo os ônus do desenvolvimento de forma desigual sobre as populações mais vulneráveis (SILVEIRA et al., 2020, p. 15).

Dessa forma, as transformações ocorridas pela instalação da UHE de Teles Pires na região de Paranaíta – MT evidenciam como a perda territorial e a degradação ambiental estão intrinsecamente associadas à desestruturação sociocultural dos povos indígenas, em um processo mascarado por um discurso de sustentabilidade que não se sustenta diante das evidências empíricas e dos profundos impactos humanos.

#### 4 CONCLUSÃO

A instalação da Usina Hidrelétrica de Teles Pires é um caso emblemático dos severos impactos socioambientais na Amazônia, onde o ônus do "desenvolvimento" recai desproporcionalmente sobre os povos indígenas Apiaká, Kaiabi e Munduruku. O processo de desterritorialização imposto a essas comunidades não apenas violou seu direito à identidade cultural, configurando um ato de etnocídio, mas também expôs a profunda injustiça ambiental inerente a este modelo de progresso. A experiência de Teles Pires, portanto, exige uma reavaliação crítica do planejamento energético nacional. A implementação de grandes empreendimentos na Amazônia não pode mais ser justificada unicamente por sua contribuição à matriz energética; é fundamental que as questões socioambientais e, sobretudo, os direitos constitucionais dos povos indígenas e comunidades tradicionais deixem de ser vistos como obstáculos e passem a ser o ponto de partida para qualquer projeto de desenvolvimento na região.



## REFERÊNCIAS

FÓRUM TELES PIRES (FTP). **Barragens e povos indígenas no rio Teles Pires**: Características e Consequências de Atropelos no Planejamento, Licenciamento e Implantação das UHEs Teles Pires e São Manoel. Versão Revisada. Brasília, DF; Cuiabá; Alta Floresta, MT, 2017. Disponível em: <[https://telespiresresiste.info/wp-content/uploads/2022/08/Dossie%CC%82\\_Teles\\_Pires\\_Final\\_09jun2017\\_reduzido.pdf](https://telespiresresiste.info/wp-content/uploads/2022/08/Dossie%CC%82_Teles_Pires_Final_09jun2017_reduzido.pdf)>. Acesso em: 9 jul. 2025.

LINK, R. S.; SOUZA, S. R.; PACHECO, A. **Histórias Amazônicas Cruzadas**: Anais do VI Seminário Integrado de Ensino e Pesquisa em História e XXVI Semana de História. Porto Velho: Karywa, 2023.

NUNES, C. N. R. et al. **Hidrelétricas na Amazônia são fontes de energia limpas?** Emissões diretas e indiretas pela mudança de cobertura do solo e emissões de créditos de carbono pela Usina Hidrelétrica Teles Pires. 2018. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/47292>>. Acesso em: 6 jul. 2025.

SCOLES, R. Caracterização ambiental da bacia do Tapajós. *In*: ALARCÓN, D. F. et al. (org.). **Hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na bacia do Tapajós**. v. 1. Santarém: Editora da Ufopa, 2016. p. 29-42.

SILVA, F. O. Premiações socioambientais e venda de carbono da usina hidrelétrica Teles Pires: O paradoxo do desenvolvimento sustentável. **Wamon – Revista dos alunos do Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social da UFAM**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 135-164, 2022. DOI: 10.29327/217579.7.1-7. Disponível em: <<https://share.google/5bUffUYeMJeNZ7BIJ>> Acesso em: 05 jul. 2025.


SILVEIRA, A. F. et al. (org.). **Natureza, povos e sociedade de risco**. v. 3. Curitiba: CEPEDIS, 2020.

SOUZA, D. F. et al. UHE Teles Pires: um estudo de caso de geração hidroelétrica na Amazônia. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, Barra do Garças, MT, v. 6, n. 2, p. 95-111, 2016. Disponível em: <<https://share.google/bUNIGT5W55Iw7kFvr>> Acesso em: 17 set. 2025.

SOUZA, R. B. de; SOUZA, E. A. de. Impactos Socioambientais das políticas do setor elétrico na Bacia do Rio Teles Pires em Sinop/MT. **REVISTA EQUADOR**, v. 9, n. 1, p. 334-357, 2020. Disponível em: <<https://share.google/cdrxPNeXypBb3V5Nc>> Acesso em: 26 out. 2025.

VERDUM, R. **As obras de infraestrutura do PAC e os povos indígenas na Amazônia brasileira**. Brasília, DF: INESC, 2012.



**ECOPONTOS COMO FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE: UMA REVISÃO CRÍTICA ENTRE BRASIL E PAÍSES DE REFERÊNCIA****RECYCLING POINTS AS A SUSTAINABILITY TOOL: A CRITICAL REVIEW BETWEEN BRAZIL AND REFERENCE COUNTRIES** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-009>**Camila Garcia Gonçalves**

Gestora Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense - IFSul, Câmpus Pelotas/RS, Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil  
ORCID: 0009-0003-1643-3804

**Luís Eduardo Tavares Martins**

Gestor Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense - IFSul, Câmpus Pelotas/RS, Mestrando em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil  
ORCID: 0009-0008-6288-2412

**Pascal Silas Thue**

Doutor em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Docente do Centro de Engenharias (CENG), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil  
ORCID: 0000-0003-1442-9900

**Érico Kunde Corrêa**

Doutor em Biotecnologia, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Docente do Centro de Engenharias (CENG), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS, Brasil  
ORCID: 0000-0001-9191-0779

**Luciara Bilhalva Corrêa**

Doutora em Educação Ambiental, Universidade Federal de Rio Grande (FURG), docente do Centro de Engenharias (CENG), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) Pelotas-RS, Brasil  
ORCID: 0000-0002-1686-5282

**RESUMO**

A crescente geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) representa um desafio global, associado ao crescimento populacional, padrões de consumo e urbanização intensa. No Brasil, apesar da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), persistem limitações técnicas, orçamentárias e de adesão às diretrizes, comprometendo a gestão. Nesse contexto, os pontos de entrega voluntária (PEVs), também chamados de ecopontos, surgem como instrumentos para subsidiar a coleta seletiva e a valorização de materiais. Este estudo, de abordagem quali-quantitativa e caráter exploratório, baseia-se em revisão de literatura científica e análise documental para avaliar a efetividade dos ecopontos no Brasil em comparação com países internacionais. Os resultados indicam posição desfavorável em relação a países da União Europeia, mas desempenho intermediário frente aos blocos emergentes, destaca-se pela inclusão de catadores informais e cooperativas de reciclagem. Conclui-se que no Brasil, são necessários investimentos contínuos, planejamentos estratégicos e maior participação social, a fim de ampliar o potencial desses instrumentos de sustentabilidade e inclusão social.



**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos Urbanos; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; União Europeia; Países Emergentes (BRICS).

#### **ABSTRACT**

The increasing generation of Municipal Solid Waste (MSW) represents a global challenge, associated with population growth, consumption patterns, and intense urbanization. In Brazil, despite the National Solid Waste Policy (Law 12.305/2010), technical, budgetary, and adherence limitations persist, compromising management. In this context, voluntary drop-off points (VEPs), also called ecopoints, emerge as instruments to support selective collection and the valorization of materials. This study, with a qualitative-quantitative and exploratory approach, is based on a review of scientific literature and document analysis to evaluate the effectiveness of ecopoints in Brazil compared to international countries. The results indicate an unfavorable position in relation to countries of the European Union, but an intermediate performance compared to emerging blocs, standing out for the inclusion of informal waste pickers and recycling cooperatives. It can be concluded that in Brazil, continuous investments, strategic planning, and greater social participation are necessary in order to expand the potential of these instruments for sustainability and social inclusion.

**Keywords:** Municipal Solid Waste; Sustainable Development Goals; European Union; Emerging Countries (BRICS).

## 1 INTRODUÇÃO

Diante do crescimento na geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), em escala mundial e das dificuldades enfrentadas para a gestão e gerenciamento adequados, o tema ocupa uma posição central nas discussões socioambientais contemporâneas. Conforme (PNUMA, 2024), estima-se que foram geradas 2,1 milhões de toneladas de RSU, em 2023, com previsão de crescimento para 3,8 bilhões até 2050. Já no Brasil, no mesmo ano, de acordo com a (ABREMA, 2024), resultou em aproximadamente 81 milhões de toneladas.

Em vista disso, compreende-se que o aumento da geração de RSU está diretamente ligada a fatores como crescimento populacional acelerado, padrões de consumo elevados e a limitação de conscientização ambiental (Granel, Ferreira, 2021). Tais fatores, combinados, agravam os desafios da gestão de resíduos, sobretudo, em países de baixa e média renda (Vinti; Vaccari, 2022; Iyamu; Anda; Ho, 2020). Diante disso, o manejo inadequado de RSU, contribui com impactos ambientais, sociais e econômicos significativos, e também representa sérios riscos à saúde pública (Abubakar *et al.*, 2022; Mor; Ravindra, 2023).

Contudo, experiências internacionais analisadas por Killedar *et al.* (2021), revelam países como Alemanha, Japão e Suécia, que partilham sistemas de logística avançados em comum, que melhoram significativamente a eficiência da coleta e transporte de resíduos, como também favorecem o engajamento e participação da sociedade, com práticas mais conscientes (Sandhi; Rosenlund, 2024; Xu; Yang, 2022).

No contexto brasileiro, embora possua a Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e define diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. Apesar desse marco legal, muitos municípios apresentam limitações técnicas, orçamentárias e da falta de capacitação, além do baixo conhecimento de leis e legislações sobre resíduos sólidos (Leal Neto *et al.*, 2024; Marotti *et al.*, 2024; Okawa, 2020). No entanto, o país apresenta iniciativas inovadoras, que viabilizam a reciclagem e contribuem para a geração de renda (Ferri; Chaves; Ribeiro, 2015).

Nesse cenário, os pontos de entrega voluntária (PEVs), também chamados de ecopontos, surgem como instrumentos auxiliares da coleta seletiva convencional (Liu; Xie; Sheng, 2022). A existência desses locais, é fundamental para aumentar a eficiência da separação e valorização dos resíduos, além de incentivar a participação e conhecimento da comunidade (Niveiros *et al.*, 2021).

Estudos enfatizam que o Brasil enfrenta também, obstáculos relevantes à carência de políticas públicas eficazes e a baixa conscientização ambiental. Esses fatores dificultam o engajamento da população em práticas sustentáveis e contribuem para a persistência de descartes irregulares, comprometendo a efetividade das ações de manejo (Oliveira; Carrasco, 2025).

Embora os PEVs representem um avanço importante em direção à sustentabilidade, sua efetividade depende da integração com políticas públicas nacionais, ações de educação ambiental, incentivos

econômicos e da adoção de estratégias bem-sucedidas observadas em países que já apresentam resultados positivos na gestão de resíduos (Azevedo *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2021; Oliveira e Carrasco, 2025).

Nesse contexto, a coleta seletiva pode ocorrer de diferentes modelos operacionais, entre eles os PEVs, que podem assumir estruturas fixas ou móveis, a qual de forma autônoma o gerador pode descartar seus resíduos, tanto recicláveis, quanto especiais, como pneus e óleos de cozinha (Marseglia; Ortega; Piedra-de-la-Cuadra, 2022). Já os modelos de drop-off, geralmente vinculados a estabelecimentos comerciais, normalmente recebem resíduos da logística reversa, como pilhas, baterias e lâmpadas, prática fundamental para o cumprimento da Lei 12.305/2010 no Brasil (PNRS, 2010).

Além disso, PEVs desempenham funções estratégicas promoção do descarte adequado de diferentes resíduos, como recicláveis, entulhos da construção civil, resíduos verdes e materiais volumosos (Liu; Xie; Sheng, 2022), com o objetivo de ampliar a cobertura da coleta seletiva convencional e incentivar a participação ativa da comunidade (Niveiros *et al.*, 2021). A efetividade desse instrumento contribui para reduzir o volume de resíduos encaminhados aos aterros sanitários, supera barreiras de reciclagem e aumenta a quantidade de aproveitamento de materiais, promovendo inclusão e renda (Valente *et al.*, 2021).

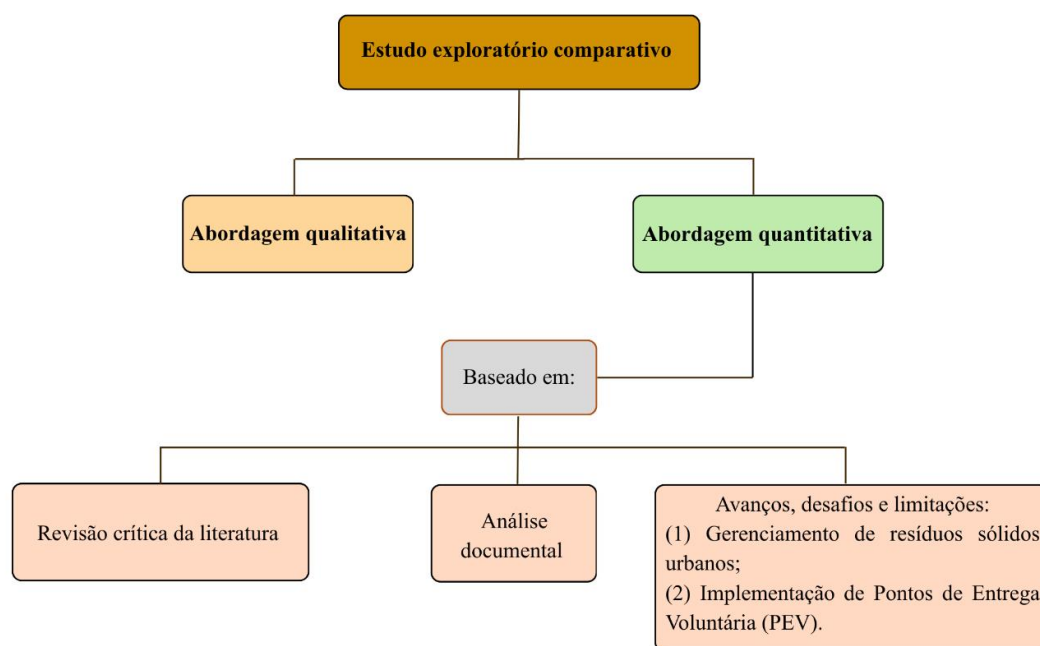
Com base no exposto, este estudo teve como objetivo investigar a efetividade dos PEVs como ferramenta de sustentabilidade ambiental no Brasil, por meio de uma análise comparativa com modelos internacionais de gestão de resíduos sólidos urbanos, considerando os avanços, desafios, limitações, aspectos legais, operacionais e propondo melhorias nas políticas públicas voltadas à coleta seletiva e à destinação adequada dos resíduos.

Este estudo está alinhado a compromissos internacionais assumidos pelo Brasil, como aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015), especialmente as de número 6 (Água potável e Saneamento), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis).

## 2 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem quali-quantitativa (Alves; Viana, 2023), com caráter exploratório comparativo (Gama; Russo, 2024), baseada em revisão crítica de literatura científica e análise documental (Santos *et al.*, 2019). A metodologia adotada neste estudo busca analisar a implementação dos PEVs no Brasil e compará-los com experiências de países desenvolvidos, como os da União Europeia (UE), e emergentes, como os do BRICS, permitindo identificar avanços, desafios, limitações e oportunidades de melhoria na gestão de resíduos sólidos urbanos.

Figura 1 – Organograma do processo metodológico para a execução do estudo.



Fonte: Autores (2025).

- **Abordagem qualitativa:** consistiu na interpretação crítica dos estudos e documentos analisados, destacando padrões, semelhanças e divergências nos modelos de gestão de resíduos entre o Brasil, países da União Europeia e integrantes do BRICS.
- **Abordagem quantitativa:** concentrou-se na sistematização e comparação de dados numéricos referentes à geração de resíduos, taxas de reciclagem e indicadores de sustentabilidade. Essa análise permitiu mensurar a efetividade dos PEVs em diferentes contextos.
- **Revisão crítica da literatura científica:** Foram utilizadas bases de dados como Scopus, Scielo, ScienceDirect, Springer Nature e Google Scholar, visando garantir a atualidade dos artigos analisados e identificar os principais avanços registrados através da literatura científica ao longo da última década. Destaca-se que, durante a formulação das estratégias de busca, uma das dificuldades enfrentadas foram as diferenças de terminologias em contextos internacionais. Portanto, utilizou-se como palavras-chave “*ecoponto*” ou “*ponto de entrega voluntária (PEV)*”, e para o inglês, os termos “*drop-off center*”, “*recycling station*”, “*recycling depot*” e “*bring site*”. Também foram usados para a pesquisa “*municipal solid waste*”, “*waste management*”, “*selective collection*”, “*urban sustainability*”, “*recycling*”, “*waste policy*”, “*reverse logistics*”, “*environmental education*” e “*sustainable cities*” e suas respectivas em português, combinados pelos operadores booleanos “OR” e “AND” conforme necessidade.
- **Análise documental:** foram consultados relatórios oficiais e publicações institucionais, como o *Panorama Nacional de Resíduos Sólidos* (ABREMA, 2024), bem como documentos

internacionais como o *Global Waste Management Outlook* (PNUMA, 2024). Essa análise buscou identificar dados atualizados sobre geração, tratamento e políticas públicas voltadas à gestão de resíduos sólidos.

As estratégias adotadas contribuíram para alavancar os resultados obtidos durante a pesquisa. Como critérios de inclusão, considerou-se artigos publicados com o recorte temporal de 2015 até junho de 2025 foi definido por marcar o início da Agenda 2030 da ONU, que estabelece metas relacionadas à gestão de resíduos sólidos (ONU, 2015); estudos experimentais, revisões teóricas e relatos técnicos relevantes; publicações nos idiomas português e inglês. Foram excluídas publicações que não apresentassem relação direta com os objetivos dessa pesquisa e publicações voltadas exclusivamente para resíduos hospitalares e industriais.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 REALIDADE NACIONAL

##### 3.1.1 Panorama dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) no Brasil

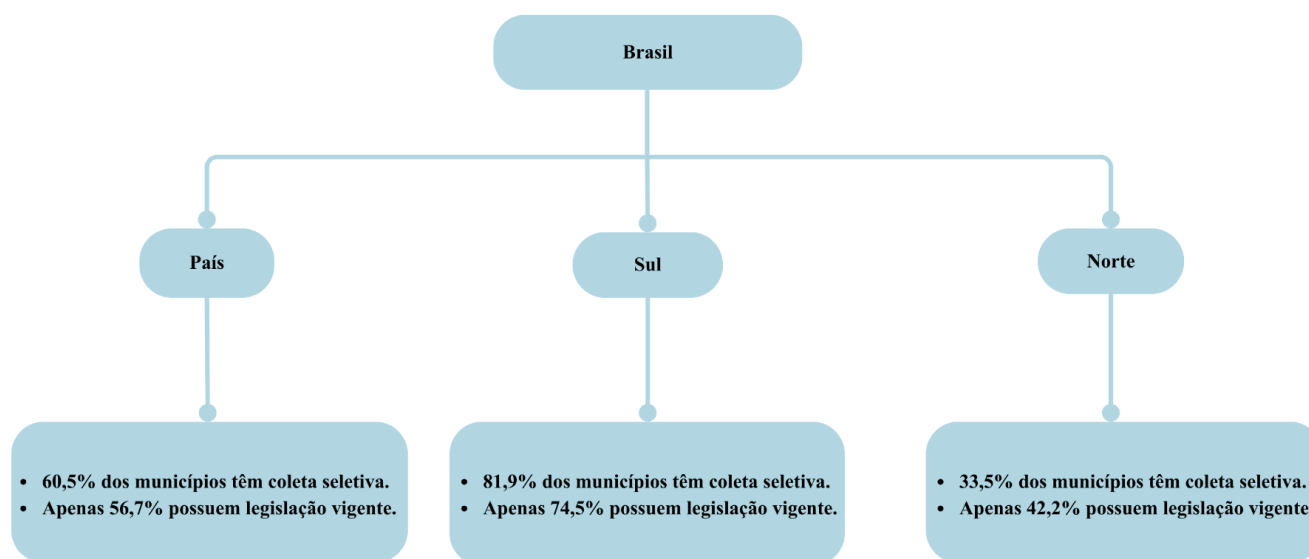
O Brasil ocupa uma das primeiras posições entre os países que mais geram RSU, isso ocorre pela transformação nos hábitos de consumo. Sendo assim, parte desses resíduos gerados é composta por materiais recicláveis que, se devidamente direcionados, podem fortalecer práticas de economia circular e promover benefícios ambientais. Apesar disso, muitas regiões brasileiras, especialmente nos estados da região Norte, ainda enfrentam limitações estruturais importantes no que se refere à coleta seletiva e à reciclagem, o que compromete o aproveitamento sustentável desses materiais (Alves; Viana, 2023).

De acordo com dados do IBGE (2024), cerca de 60,5% representando 3.3643 municípios brasileiros que realizam o manejo de resíduos sólidos contam com algum sistema de coleta seletiva. Entretanto, apenas 56,7% dessas localidades possuem legislação municipal que torna obrigatória essa prática. Observa-se uma disparidade regional significativa, com o Sul do país apresentando maior cobertura e regulamentação, tendo 81,9% dos municípios com coleta seletiva e 74,5% com normas locais, enquanto a região Norte registra índices bem inferiores, com apenas 33,5% e 42,2%, respectivamente.

Além disso, embora a presença de catadores informais seja comum, encontrada em 73,7% dos municípios com manejo de resíduos, apenas 27% possuem cooperativas ou entidades formalizadas atuando na coleta seletiva. Esses dados evidenciam avanços, mas também apontam para a necessidade de ampliar a universalização, a formalização e o fortalecimento da coleta seletiva em todo o território nacional. O organograma apresentado na Figura 2, ilustra a cobertura da coleta seletiva, a presença de catadores e a formalização das cooperativas nos municípios brasileiros.



Figura 2 – Organograma de cobertura e estrutura da coleta seletiva nos municípios brasileiros.



Fonte: Autores, 2025.

A cidade de São Paulo conta com a implantação de Ecopontos regulamentada pelo Decreto Municipal nº 55.113, de 15 de maio de 2014, o qual define as diretrizes para o funcionamento desses equipamentos urbanos. A Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB) é a instituição encarregada de estabelecer normas operacionais, bem como de exercer a fiscalização e o controle desses serviços. Atualmente, a capital paulista, conforme o site da prefeitura (Prefeitura de São Paulo, 2024), estão em funcionamento 126 Ecopontos distribuídos por diversas regiões do município, oferecendo à população espaços apropriados para o descarte voluntário de resíduos. A execução dos serviços nesses locais é realizada por empresas privadas, contratadas por meio de licitações públicas, que atuam organizadas em dois consórcios: o Consórcio Soluções e Meio Ambiente (SOMA) e o Consórcio São Paulo Ambiental (INOVA), cada um responsável pela administração de 50 unidades (Ito; Colombo, 2019).

Um estudo de caso no município de Maringá (PR) aplicou um algoritmo para identificar áreas ideais para instalação de PEVs de vidro, considerando distâncias entre pontos e volume de resíduos coletados em cada região. Entre 69 setores de coleta, quatro foram selecionados como mais adequados, com destaque para o setor D37, que apresentou a melhor centralidade e acessibilidade. O método mostrou-se eficaz, mas pode ser aprimorado para incluir mais pontos em um mesmo setor e ser expandido para outros tipos de resíduos (Callefi *et al.*, 2020).

Estudos como esse, destacam-se não apenas pela aplicação de um método eficiente na alocação de PEVs, mas também por sua relevância no fortalecimento da gestão de resíduos sólidos e da educação socioambiental no Brasil. Esse tipo de abordagem é essencial em um país que ainda enfrenta desafios

estruturais e culturais relacionados ao manejo de resíduos, pois reforça a importância da corresponsabilidade entre poder público e sociedade na busca por soluções efetivas e integradas.

A pesquisa de Alves e Viana (2023), realizada em Manaus, identificou e georreferenciou 40 PEVs distribuídos pela cidade, revelando uma concentração na zona centro-sul equivalente a 37%, enquanto as zonas leste e norte, onde há maior densidade populacional, apresentam escassez acentuada desses pontos. A partir de análises com o Mapa de Kernel, os autores apontam que a rede atual é insuficiente e pouco inclusiva, sobretudo nas áreas mais populosas. Para facilitar o acesso e incentivar o uso, foram criados "cards" informativos incorporados ao *Google Maps*, contendo detalhes como tipos de resíduos aceitos e localização exata dos PEVs. Os autores concluem que a implantação de novos PEVs em regiões estrategicamente mais habitadas é essencial para democratizar a coleta seletiva e fortalecer a educação ambiental, promovendo uma gestão de resíduos mais abrangente e eficaz.

### 3.1.2 Evolução e distribuição dos PEVs no Brasil

A evolução e a distribuição dos PEVs no Brasil tiveram início antes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei 12.305/2010), cidades urbanizadas e com maior desenvolvimento, como Belo Horizonte, Curitiba e São Paulo, foram os pioneiros em iniciativas de coleta seletiva e implantação de PEVs, adotando políticas municipais específicas antes da PNRS (Bruhn *et al.*, 2023). Entretanto, a partir da vigência dessa lei, sua expansão e institucionalização ganharam impulso, com o estabelecimento de diretrizes para a gestão de resíduos sólidos e logística reversa (Rodríguez *et al.*, 2024).

No entanto, práticas inadequadas como as de descarte em lixões e aterros controlados ainda são recorrentes, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, refletindo os inúmeros desafios na viabilização e efetivação previstos pela Lei (Alfaia; Costa; Campos, 2017; De Carvalho; Lopes; De Carvalho, 2024). Os principais desafios enfrentados no país envolvem a falta de padronização dos Ecopontos e a baixa adesão da população, esses fatores evidenciam a necessidade de ações contínuas de educação e conscientização ambiental em todo o território nacional (Alfaia; Costa; Campos, 2017).

Além disso, outras lacunas legais envolvem a falta de recursos, de capacitação e, principalmente, a ausência de articulação entre os níveis de governo municipal, estadual e federal (Rebehy *et al.*, 2023), essa desarticulação compromete a execução de novas propostas e limita as possibilidades de melhorias na gestão de resíduos sólidos, afetando diretamente o funcionamento e a implementação dos PEVs e das cooperativas (Marotti *et al.*, 2024; De Carvalho; Lopes; De Carvalho, 2024).

Em 2022, o Brasil gerou cerca de 81,8 milhões de toneladas de RSU, dos quais apenas 1,12 milhão de toneladas, equivalente a 1,47% foram efetivamente reciclados, refletindo o baixo investimento em infraestrutura de reciclagem e ecopontos (Lino; Ismail; Castañeda-Ayarza, 2023). Outros desafios que envolvem as cooperativas são a falta de reconhecimento formalizado e acesso a contratos públicos, como

também a falta de transparência jurídica, inviabilizam a inclusão nos sistemas de coleta seletiva por meio dos PEVs (Severo; Guimarães, 2020).

Portanto, medidas devem ser adotadas para garantir maior efetividade no trabalho das cooperativas por meio dos Ecopontos, com destaque para o fortalecimento da articulação entre o poder público, a fiscalização e o financiamento, além disso, é essencial o estabelecimento de normas técnicas que reconheçam e integrem, de forma explícita, a atuação das cooperativas e dos catadores na gestão dos resíduos sólidos (Rebehy *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2025).

## 3.2 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS NA GESTÃO DE PEVS

### 3.2.1 Países da União Europeia

Em 2022, cada pessoa na União Europeia produziu, em média, cerca de 5 toneladas de resíduos, somados, esses valores representam aproximadamente 2,2 bilhões de toneladas geradas em todo o bloco europeu (Parlamento Europeu, 2024). Com base nos dados de Eurostat (2025), que evidenciam a geração per capita da UE entre 2015 e 2023, em kg por pessoa, de modo geral, a maioria dos países mantiveram-se relativamente estáveis nesse período. Luxemburgo registrou os maiores índices, próximos a 800 kg/pessoa em 2019 e 2021, seguido por Malta, Alemanha e Finlândia, que variam entre 600 e 700 kg/pessoa, refletindo que países menores ou mais desenvolvidos tendem a gerar mais resíduos. Em contrapartida, Portugal e a Holanda apresentaram reduções recentes.

Contudo, de acordo com Tsimnadis e Kyriakopoulos (2024), países como Alemanha, Holanda e Suécia, apresentam taxas de reciclagem superiores a 35% de seus resíduos, enquanto países do sul e leste europeu, como Chipre, ainda dependem fortemente de aterros sanitários. Esses dados mostram que, além do volume gerado, as taxas de reciclagem e tratamento devem ser consideradas para compreender a gestão de resíduos na UE.

Os países que fazem parte da UE contam com sistemas de PEVs mais organizados e eficientes quando comparados ao modelo adotado no Brasil, melhorando a eficiência da coleta seletiva. Isso se deve, em grande parte, à existência de políticas públicas bem definidas, legislações rigorosas, investimentos contínuos em infraestrutura de reciclagem e, principalmente, ao envolvimento ativo da população (Azevedo *et al.*, 2021).

Por exemplo, Na França, Suécia e Portugal, a eficácia deste está diretamente relacionada a uma gestão pública bem estruturada, à oferta de incentivos econômicos e à articulação com políticas de economia circular, esses fatores contribuem para aumentar as taxas de reciclagem e reduzir significativamente a utilização de aterros sanitários (Azevedo *et al.*, 2021; Reimers, 2018). Entretanto, não apresentou dados consolidados disponíveis sobre a quantidade exata de PEVs e de habitantes atendidos por ponto nesses países, fatores que poderiam permitir uma comparação quantitativa mais precisa com o Brasil.

Muitos países europeus integram tecnologias de sensores e plataformas digitais de entrega voluntária, além de incentivos fiscais e investimentos que viabilizam a estrutura em áreas urbanas e também rurais, com a finalidade de apoiar empresas pequenas e reduzir as desigualdades regionais (Reimers, 2018).

Nesse contexto, algumas regiões, como Romênia, Polônia e Bulgária, enfrentaram desafios significativos, incluindo limitações institucionais, falta de infraestrutura adequada e concentração de investimentos em grandes empresas. Contudo, esses países conseguiram progressos importantes ao fortalecer suas instituições locais, melhorar a distribuição dos recursos da União Europeia e fomentar parcerias entre os setores público e privado.

Em contraste, o Brasil enfrenta desafios como a baixa eficiência operacional, a escassez de recursos financeiros, instabilidade de investimentos e a pouca adesão da população às práticas de reciclagem (Azevedo et al., 2020). Por outro lado, a experiência de países europeus demonstra que o êxito na gestão de resíduos sólidos está fortemente ligado à articulação entre políticas públicas bem estruturadas, incentivos econômicos e o engajamento da sociedade, servindo de referência para países em desenvolvimento, como o Brasil, que podem adotar práticas adaptadas à sua realidade e, assim, avançar na eficiência da gestão de resíduos (Gutberlet; Bramryd; Johansson, 2020).

### 3.2.2 Países do BRICS

A gestão de RSU nos países que compõem o BRICS apresentam tanto semelhanças, quanto diferenças significativas. Brasil, Índia e China, por exemplo, possuem sistemas de PEVs que compartilham características, como a forte atuação do setor informal na coleta e triagem de resíduos. Por outro lado, esses países também enfrentam desafios comuns, como o crescimento populacional acelerado e a urbanização intensa, o que dificulta uma gestão eficaz dos resíduos sólidos nas áreas urbanas (Iyamu; Anda; Ho, 2020). Apesar dos investimentos em soluções tecnológicas e políticas centralizadas, a China ainda encontra obstáculos na integração do setor informal de forma eficaz, o que compromete a segregação e aproveitamento dos materiais recicláveis (Iyamu; Anda; Ho, 2020).

Com a expansão do bloco, em 2024, em 2024, os Emirados Árabes Unidos passaram a compor o BRICS, ampliando as possibilidades para análise de estratégias da gestão de resíduos adotadas pelos países membros. Em países como a África do Sul, Brasil e Emirados Árabes Unidos, ações de conscientização ambiental incluem campanhas educativas, programas escolares, participação comunitária e incentivos financeiros (Ibáñez-Forés *et al.*, 2018).

No caso brasileiro, o diferencial é a inclusão de catadores informais e cooperativas que atuam, tanto reciclagem de resíduos recicláveis gerais, quanto na logística reversa, como também em campanhas de sensibilização, que fortalecem o engajamento popular e impulsionam os índices de reciclagem (Ferri; Chaves; Ribeiro, 2015).

De outro lado, países como China, Índia e Emirados Árabes vêm apostando em tecnologias avançadas, como sistemas automatizados de monitoramento, inteligência artificial aplicada à triagem, plataformas digitais com blockchain para rastreamento e transparência, além de sensores e softwares de roteirização que otimizam a coleta e reduzem os custos operacionais, ações as quais contribuem significativamente para o gerenciamento adequado dos RSU (Bernat, 2023).

Diferentemente da União Europeia, onde dados sobre a geração de resíduos sólidos per capita estão disponíveis, nos países do BRICS essas informações não estão consolidadas em bases públicas acessíveis, o que dificulta a obtenção de dados comparáveis entre os países e limita análises quantitativas precisas.

#### 4 CONCLUSÃO

A partir da expansão demográfica e das mudanças nos hábitos de consumo, ocasionadas pela intensificação do desejo individual por lucros, compreende-se a preocupação mundial, diante das problemáticas vivenciadas, ocasionadas pelo descarte inadequado e exploração de recursos naturais. Nesse contexto, municípios brasileiros implementam PEVs também chamados de Ecopontos, com a finalidade dispor dos materiais de forma correta, tendo em vista a contribuição desse instrumento na reciclagem e valorização dos materiais.

Contudo, este estudo investigou a efetividade dos PEVs como ferramenta de sustentabilidade ambiental no Brasil, por meio de uma análise comparativa com modelos internacionais utilizados para a gestão de resíduos. De forma geral, o país encontra-se em uma posição desfavorável à União Europeia, especialmente ao se referir a participação populacional, existência de políticas públicas eficazes e incentivos financeiros que contribuem significativamente no processo de gestão e gerenciamento de resíduos.

Quando comparado com países do BRICS, o Brasil ocupa uma posição intermediária, apresentando avanços relevantes, principalmente na inclusão e integração de catadores informais e cooperativas de reciclagem. Essa trajetória coloca o país como uma referência positiva entre as nações em desenvolvimento, demonstrando que, mesmo diante de limitações estruturais e institucionais, é possível construir modelos de gestão de resíduos mais sustentáveis e inclusivos.

Portanto, conclui-se que os ecopontos são instrumentos que contribuem com a sustentabilidade, no eixo ambiental, social e econômico. Sua efetividade, no entanto, depende de mudanças de comportamento e práticas inadequadas, sendo necessário permanecer com campanhas educativas de educação ambiental, enfatiza-se a necessidade de participação e incentivo financeiro governamental a práticas ambientais, assegurando um meio ambiente saudável e ecologicamente equilibrado para as gerações atuais e futuras.



Por fim, estudos complementares, com foco em países específicos, inclusive, dos blocos abordados, podem viabilizar análises e comparações mais detalhadas e consistentes viabilizam resultados e comparações mais sólidas.



## REFERÊNCIAS

- ABREMA. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br>.
- ABUBAKAR, I.; MANIRUZZAMAN, K.; DANO, U.; ALSHIHRI, F.; ALSHAMMARI, M.; AHMED, S.; AL-GEHLANI, W.; ALRAWAF, T. Environmental sustainability impacts of solid waste management practices in the Global South. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph191912717>.
- ALFAIA, R.; COSTA, A.; CAMPOS, J. Municipal solid waste in Brazil: A review. *Waste Management & Research*, v. 35, p. 1195-1209, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242X17735375>.
- ALVES, M. S.; VIANA, Á. L. Proposta de geolocalização dos pontos de entrega voluntária de resíduos recicláveis na cidade de Manaus. *Boletim de Conjuntura – BOCA, Boa Vista*, v. 16, n. 48, p. 374–393, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10431647>.
- AZEVEDO, B. D.; SCAVARDA, L. F.; CAIADO, R. G. G.; FUSS, M. Improving urban household solid waste management in developing countries based on the German experience. *Waste Management*, v. 120, p. 772–783, 2021. DOI: [10.1016/j.wasman.2020.11.001](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.001).
- BERNAT, K. Post-consumer plastic waste management: from collection and sortation to mechanical recycling. *Energies*, v. 16, n. 8, p. 3504, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/en16083504>.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília – DF, 03 ago. 2010.
- CALLEFI, M.; DA SILVA, M.; RODRIGUES, G.; MIOTTO, J.; SAMED, M. Localização de pontos de entrega voluntária de materiais recicláveis: estudo de caso no município de Maringá – PR. *South American Development Society Journal*, v. 6, p. 286-302, 2020. DOI: <https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v6i17p286-302>.
- DE CARVALHO, H.; LOPES, J.; DE CARVALHO, J. National Solid Waste Policy (NSWP): Challenges and Advances after 10 Years of Implementation. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.17271/23188472128520243910>.
- Eurostat. Municipal waste by waste management operations (ENV\_WASMUN), 2025. DOI: [https://doi.org/10.2908/ENV\\_WASMUN](https://doi.org/10.2908/ENV_WASMUN). Disponível em: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV\\_WASMUN/default/table](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WASMUN/default/table).
- FERRI, G. L.; CHAVES, G. L. D.; RIBEIRO, G. M. Reverse logistics network for municipal solid waste management: the inclusion of waste pickers as a Brazilian legal requirement. *Waste Management*, v. 40, p. 173–191, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.036>.
- GAMA, A.; RUSSO, M. Challenges in municipal solid waste management: A comparative case study between selected metropolitan areas Brazil and Portugal. *MOJ Ecology & Environmental Sciences*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.15406/mojes.2024.09.00311>.

GRANEL, Walter Junio Guimarães; Ferreira, Eduardo Rodrigues. Proposição de ecopontos como contribuição na gestão integrada de resíduos da construção civil no município de Frutal-MG. 2021. *Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia*, v. 12, n. 1, p. 129-145. DOI: 10.14393/OREG-v12-n1-2021-61274.

GUTBERLET, J.; BRAMRYD, T.; JOHANSSON, M. Expansion of the waste-based commodity frontier: Insights from Sweden and Brazil. *Sustainability*, Basel, v. 12, n. 7, p. 1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12072628>.

IBÁÑEZ-FORÉS, V.; COUTINHO-NÓBREGA, C.; DOLORES-BOVEA, M.; SILVA, C. M.; VIRGOLINO, J. Influence of implementing selective collection on municipal waste management systems in developing countries: a Brazilian case study. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 134, p. 100–111, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.027>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). MUNIC 2023: 31,9% dos municípios brasileiros ainda despejam resíduos sólidos em lixões. Agência de Notícias, 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41994-munic-2023-31-9-dos-municipios-brasileiros-ainda-despejam-residuos-solidos-em-lixoes>.

ITO, M. H.; COLOMBO, R. Resíduos volumosos no município de São Paulo: gerenciamento e valorização. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 11, p. e20180117, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180117>.

IYAMU, H.; ANDA, M.; HO, G. A review of municipal solid waste management in the BRIC and high-income countries: A thematic framework for low-income countries. *Habitat International*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2019.102097>.

KILLEDAR, D.; YADAV, R.; YADAV, S.; PATEL, S.; KUMAR, S.; KUMAR, R. Eco-inovações e sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos: uma vanguarda indiana em termos de estrutura tecnológica, organizacional, de startups e financeira. *Journal of Environmental Management*, v. 302, pt. A, 113953, 2021. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.113953.

LEAL NETO, H. S.; LORENZI JÚNIOR, D.; VIEGA, G. L. L.; TRAVERSO, L. D. National solid waste policy: an analysis in the municipalities that make core of Vale do Jaguari – RS. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 18, n. 8, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n8-131>.

LINO, F. A.; ISMAIL, K. A.; CASTAÑEDA-AYARZA, J. A. Municipal solid waste treatment in Brazil: A comprehensive review. *Energy Nexus*, v. 11, 100232, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2023.100232>.

LIU, X.; XIE, Y.; SHENG, H. Green waste characteristics and sustainable recycling options. *Resources, Environment and Sustainability*, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2022.100098>.

MAROTTI, A.; SANTIAGO, C.; PUGLIESI, E.; GONÇALVES, J. Desafios e Limites da descentralização na Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 18, n. 12, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n12-233>.

MARSEGLIA, G.; MESA, J. A.; ORTEGA, F. A.; PIEDRA-DE-LA-CUADRA, R. A heuristic for the deployment of collecting routes for urban recycle stations (eco-points). *Socio-Economic Planning Sciences*, v. 82, p. 101222, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101222>.

MOR, S.; RAVINDRA, K. Municipal solid waste landfills in lower- and middle-income countries: environmental impacts, challenges and sustainable management practices. *Process Safety and Environmental Protection*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2023.04.014>. Acesso em: 26 jul. 2025.

NIVEIROS, S. I.; ARAUJO, A. de O.; MELLO, L. P dos S.; ARENHARDT, R. L. Custos operacionais: situação estrutural e operacional das instalações de ecopontos no Município de Rondonópolis/MT. *Revista Estudos e Pesquisas em Administração*, v. 5, n. 3, p. 86-106. 2021. DOI: 10.30781/repad.v5i3.13292.

OKAWA, C. M. P. Diagnosis of the Simplified Municipal Plan for Integrated Solid Waste Management in 16 small municipalities in the western region of the State of Paraná, Brazil. *Gestão & Sustentabilidade Ambiental Journal*, v. 9, n. 3, p. 28, 2020. DOI: 10.5902/2179460X42101.

OLIVEIRA, B. de; ANTUNES, M.; BORTOLETO, A.; MANCINI, S.; FERRAZ, J.; MEDEIROS, G. de; PAES, M.; SOUZA, R. de; OLIVEIRA, J. de. Economia circular e gestão de resíduos sólidos: desafios e oportunidades no Brasil. *Economia Circular e Sustentabilidade*, v. 1, p. 261–282, 2021. DOI: 10.1007/s43615-021-00031-2.

OLIVEIRA, Marina Ferreira Lapa de; CARRASCO, Edgar Vladimiro Mantilla. Ecopontos e Logística Reversa: um estudo sobre a gestão de pneus inservíveis em Contagem/MG. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 19, n. 4, p. 1–16, 2025. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n4-080>.

ONU BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>.

PARLAMENTO EUROPEU. Gestão sustentável de resíduos: o que a UE está a fazer. Bruxelas, Direção-Geral da Comunicação. 2024. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/topics/pt/article/20180328STO00751/gestao-sustentavel-de-residuos-o-que-a-ue-esta-a-fazer>.

PNUMA. Perspectivas globais de gestão de resíduos 2024: relatório Global Waste Management Outlook 2024. Nairobi: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2024. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/global-waste-management-outlook-2024>.

REBEHY, Paulo; SALGADO, Ana; OMETTO, Adalberto; ESPINOZA, Daniela; ROSSI, Eduardo; NOVI, João. Municipal solid waste management (MSWM) in Brazil: Drivers and best practices towards to circular economy based on European Union and BSI. *Journal of Cleaner Production*, v. 420, 136591, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136591>.

REIMERS, P. The subsidized green revolution: The impact of public incentives on the automotive industry to promote alternative fuel vehicles (AFVs) in the period from 2010 to 2018. *Energies*, v. 14, n. 18, p. 1–17, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/en14185765>.

RODRÍGUEZ, E.; HERNÁNDEZ, C.; AGUIRRE-RODRÍGUEZ, E.; DA SILVA, A.; MARINS, F. Reverse logistics and the circular economy: a study before and after the implementation of the National Solid Waste Policy in Brazil. *Recycling*, v. 9, n. 4, p. e64, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/recycling9040064>.

SANDHI, A.; ROSENBLUND, J. Municipal solid waste management in Scandinavia and key factors for improved waste segregation: a review. *Cleaner Waste Systems*, v. 8, art. 100144, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100144>.

SANTOS, C.; BORBA, W.; CAMARGO, M.; SORGATO, A.; ANDRIOLI, C.; DECOL, J.; MARTINS, M.; ERPEN, V. Analysis of Urban Solid Waste Management Applied to a Selective Collection Pilot Area. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, 2019. DOI: [https://doi.org/10.11137/2019\\_4\\_94\\_101](https://doi.org/10.11137/2019_4_94_101).

SANTOS, Diego; DA SILVA, Lucas; JOPPERT, Natália; NICHIOKA, Júlia; LONGO, Otávio. Legislation and population size: factors influencing urban solid waste collection costs in municipalities of the state of Rio de Janeiro. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 19, n. 5, 2025. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n5-028>.


SEVERO, André; GUIMARÃES, Patrícia. Democracy, development and legislative policies for recyclable waste: Brazilian case. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, v. 11, p. 13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17345/rcda2641>.

TSIMNADIS, K.; KYRIAKOPOULOS, G. Investigating the Role of Municipal Waste Treatment within the European Union through a Novel Created Common Sustainability Point System. *Recycling*, v. 9, n. 3, p. 42, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/recycling9030042>.

VALENTE, D.; DA SILVA GUABIROBA, R.; CONEJERO, M.; DA SILVA, M.; CÉSAR, A. Economic analysis of waste electrical and electronic equipment management: a study involving recycling cooperatives in Brazil. *Environment, Development and Sustainability*, v. 23, p. 17628–17649, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01403-2>.

VINTI, G.; VACCARI, M. Gestão de resíduos sólidos em comunidades rurais de países em desenvolvimento: uma visão geral de desafios e oportunidades. *Clean Technologies*, v. 4, n. 4, p. 857-873, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/cleantechnol4040069>.

XU, X.; YANG, Y. Municipal hazardous waste management with reverse logistics exploration. *Energy Reports*, v. 8, p. 4649–4660, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.02.230>.

**POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS E O PAPEL DA BIOMEDICINA E BIOTECNOLOGIA****ENVIRONMENTAL PUBLIC POLICIES AND THE ROLE OF BIOMEDICINE AND BIOTECHNOLOGY** <https://doi.org/10.63330/aurumpub.017-010>**Ivonete de Fátima Moraes**

Mestre em Gestão de Políticas Públicas - UNIVALI

E-mail: denerbrandelero@hotmail.com

**Reinaldo Marqui**

Especialista em Microbiologia

UNISAGRADO

E-mail: reimarquibio@yahoo.com.br

**Emanuela Almeida Sobral**

Mestranda em Saúde Pública

Universidade Del Sol

E-mail: manulevi397@gmail.com

**RESUMO**

As políticas públicas ambientais desempenham papel estratégico na promoção do desenvolvimento sustentável e na proteção da saúde humana, sendo cada vez mais influenciadas pelos avanços da biomedicina e da biotecnologia. Este capítulo tem como objetivo analisar a interface entre políticas públicas ambientais e as contribuições da biomedicina e da biotecnologia para a prevenção de riscos ambientais, o monitoramento de impactos à saúde e a formulação de estratégias sustentáveis. A metodologia adotada consiste em uma revisão narrativa da literatura, com base em artigos científicos, documentos oficiais e relatórios de organismos nacionais e internacionais, publicados nos últimos anos, que abordam meio ambiente, saúde e inovação tecnológica. Os resultados evidenciam que a biomedicina contribui significativamente para a identificação de biomarcadores de exposição ambiental, vigilância epidemiológica e avaliação de riscos à saúde coletiva, enquanto a biotecnologia se destaca no desenvolvimento de bioprodutos, biorremediação e soluções sustentáveis para o controle da poluição. Conclui-se que a integração entre políticas públicas ambientais, biomedicina e biotecnologia fortalece a tomada de decisão baseada em evidências científicas, amplia a capacidade de resposta aos desafios ambientais contemporâneos e promove a proteção da saúde humana e dos ecossistemas, sendo essencial para o avanço de políticas públicas mais eficazes e sustentáveis.

**Palavras-chave:** Biomedicina; Biotecnologia; Políticas públicas ambientais; Saúde ambiental; Sustentabilidade.

**ABSTRACT**

Environmental public policies play a strategic role in promoting sustainable development and protecting human health, increasingly influenced by advances in biomedicine and biotechnology. This chapter aims to analyze the interface between environmental public policies and the contributions of biomedicine and biotechnology to environmental risk prevention, health impact monitoring, and the formulation of sustainable strategies. The methodology consists of a narrative literature review based on scientific articles, official documents, and reports from national and international organizations addressing environment,

health, and technological innovation. The results indicate that biomedicine significantly contributes to the identification of environmental exposure biomarkers, epidemiological surveillance, and health risk assessment, while biotechnology stands out in the development of bioproducts, bioremediation processes, and sustainable solutions for pollution control. It is concluded that the integration of environmental public policies with biomedicine and biotechnology strengthens evidence-based decision-making, enhances responses to contemporary environmental challenges, and promotes the protection of human health and ecosystems, being essential for the advancement of more effective and sustainable public policies.

**Keywords:** Biomedicine; Biotechnology; Environmental public policies; Environmental health; Sustainability.



## 1 INTRODUÇÃO

As políticas públicas ambientais têm se consolidado como instrumentos essenciais para o enfrentamento dos desafios contemporâneos relacionados à degradação ambiental, às mudanças climáticas e aos impactos desses fenômenos sobre a saúde humana. No contexto atual, marcado pela intensificação das atividades antrópicas e pelo avanço tecnológico, torna-se imprescindível integrar conhecimentos científicos às ações governamentais, de modo a promover a sustentabilidade e a proteção dos ecossistemas. Nesse cenário, a biomedicina e a biotecnologia emergem como áreas estratégicas, capazes de fornecer subsídios científicos para a formulação, implementação e avaliação de políticas ambientais mais eficazes.

A delimitação do problema de pesquisa centra-se na necessidade de compreender de que forma a biomedicina e a biotecnologia contribuem para o fortalecimento das políticas públicas ambientais, especialmente no que se refere à prevenção de riscos ambientais, à vigilância em saúde e ao desenvolvimento de soluções sustentáveis. Apesar do reconhecimento da importância dessas áreas, ainda existem lacunas quanto à articulação entre produção científica, inovação tecnológica e tomada de decisão no âmbito das políticas públicas.

O objetivo geral deste capítulo é analisar o papel da biomedicina e da biotecnologia na construção e no aprimoramento das políticas públicas ambientais. Como objetivos específicos, buscase: discutir os fundamentos das políticas públicas ambientais; identificar as principais contribuições da biomedicina para a saúde ambiental; analisar as aplicações da biotecnologia na mitigação de impactos ambientais; e refletir sobre a integração dessas áreas na formulação de estratégias sustentáveis.

A justificativa deste estudo reside na relevância científica e social do tema, uma vez que a aproximação entre políticas ambientais e áreas biomédicas e biotecnológicas pode favorecer decisões baseadas em evidências, ampliar a eficácia das ações governamentais e contribuir para a promoção da saúde coletiva e do desenvolvimento sustentável.

Do ponto de vista teórico, o capítulo dialoga com conceitos de desenvolvimento sustentável, saúde ambiental e inovação tecnológica, destacando abordagens que enfatizam a interdisciplinaridade e a articulação entre ciência, tecnologia e políticas públicas como elementos fundamentais para o enfrentamento dos problemas ambientais contemporâneos.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste capítulo foi delineada de modo a possibilitar uma análise consistente sobre a relação entre políticas públicas ambientais e as contribuições da biomedicina e da biotecnologia, considerando a complexidade e a natureza interdisciplinar do tema.

## 2.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, com caráter exploratório e descritivo. A abordagem qualitativa mostrou-se adequada por permitir a compreensão aprofundada de conceitos, práticas e contribuições teóricas relacionadas às políticas públicas ambientais e às áreas da biomedicina e da biotecnologia, sem a pretensão de mensuração estatística, mas com foco na interpretação crítica dos dados analisados.

## 2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos consistiram na realização de uma revisão narrativa da literatura científica. Essa técnica possibilita a síntese e a discussão de diferentes perspectivas teóricas e normativas, favorecendo a construção de um panorama amplo e atualizado sobre o tema investigado.

### 2.2.1 Fontes de dados

As fontes de dados utilizadas incluíram artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros, capítulos de livros, legislações ambientais e documentos oficiais de organismos como a Organização Mundial da Saúde, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e órgãos governamentais brasileiros. A seleção das fontes priorizou publicações relevantes para as áreas de políticas públicas, saúde ambiental, biomedicina e biotecnologia.

### 2.2.2 Estratégia de busca e critérios de seleção

A busca dos materiais foi realizada em bases de dados científicas amplamente reconhecidas, por meio de descritores relacionados a políticas públicas ambientais, saúde ambiental, biomedicina e biotecnologia. Como critérios de inclusão, consideraram-se estudos publicados em língua portuguesa e inglesa, com aderência direta ao tema e relevância acadêmica. Foram excluídos trabalhos duplicados ou que não apresentassem contribuição significativa para a discussão proposta.

## 2.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISE

A análise dos dados ocorreu por meio de leitura exploratória, analítica e interpretativa do material selecionado. Como instrumento de análise, utilizou-se a análise temática, permitindo a identificação de categorias relacionadas às contribuições da biomedicina e da biotecnologia para as políticas públicas ambientais, bem como aos desafios e potencialidades dessa integração.

## 2.4 DISCUSSÃO METODOLÓGICA

A escolha pela revisão narrativa justifica-se pela necessidade de integrar diferentes campos do conhecimento e compreender abordagens teóricas e práticas já consolidadas na literatura. Embora não permita generalizações estatísticas, essa metodologia oferece subsídios relevantes para a reflexão crítica e para a formulação de análises que podem orientar futuras pesquisas empíricas. Assim, o método adotado mostra-se coerente com os objetivos do capítulo e adequado à proposta de discutir, de forma fundamentada, o papel da biomedicina e da biotecnologia no fortalecimento das políticas públicas ambientais.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura permitiu identificar evidências consistentes sobre a relevância da integração entre políticas públicas ambientais, biomedicina e biotecnologia, destacando avanços, desafios e perspectivas para a promoção da saúde ambiental e do desenvolvimento sustentável.

### 3.1 CONTRIBUIÇÕES DA BIOMEDICINA PARA AS POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS

Os resultados indicam que a biomedicina desempenha papel fundamental na identificação e no monitoramento dos impactos ambientais sobre a saúde humana. Estudos apontam que o uso de biomarcadores de exposição e efeito tem contribuído para a avaliação de riscos associados à poluição do ar, da água e do solo, subsidiando ações de vigilância em saúde ambiental. Esses achados corroboram a literatura que enfatiza a importância da epidemiologia ambiental e da toxicologia na formulação de políticas públicas baseadas em evidências científicas, especialmente em contextos de vulnerabilidade socioambiental.

Além disso, a biomedicina fortalece a vigilância epidemiológica ao possibilitar a detecção precoce de agravos relacionados a fatores ambientais, como doenças respiratórias, neoplasias e distúrbios endócrinos. A literatura destaca que tais informações são essenciais para o planejamento de intervenções preventivas e para a avaliação da efetividade das políticas ambientais implementadas.

### 3.2 APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA NA MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

No que se refere à biotecnologia, os achados evidenciam sua contribuição significativa para o desenvolvimento de soluções inovadoras voltadas à sustentabilidade ambiental. A utilização de processos de biorremediação, por exemplo, tem sido amplamente discutida como estratégia eficaz para a recuperação de áreas contaminadas por metais pesados, hidrocarbonetos e resíduos industriais. Esses resultados estão em consonância com estudos que apontam a biotecnologia como ferramenta estratégica para a redução de danos ambientais e para a promoção de tecnologias limpas.

A literatura também ressalta o papel da biotecnologia na produção de bioprodutos, como biocombustíveis, biofertilizantes e biossensores, que auxiliam tanto na diminuição da dependência de recursos não renováveis quanto no monitoramento ambiental. Tais aplicações reforçam a necessidade de políticas públicas que incentivem a inovação tecnológica alinhada aos princípios do desenvolvimento sustentável.

### 3.3 INTEGRAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E POLÍTICAS PÚBLICAS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

A discussão dos resultados revela que, embora haja avanços significativos, ainda persistem desafios na articulação entre produção científica e formulação de políticas públicas ambientais. A literatura aponta limitações relacionadas à transferência de conhecimento, à falta de investimentos contínuos em pesquisa e inovação e à necessidade de maior interdisciplinaridade entre os setores ambiental, sanitário e tecnológico.

Por outro lado, os achados indicam que a incorporação sistemática de evidências biomédicas e biotecnológicas no processo decisório pode ampliar a efetividade das políticas ambientais, promover a proteção da saúde coletiva e contribuir para a construção de modelos de desenvolvimento mais sustentáveis. Assim, os resultados reforçam a importância de fortalecer a interface entre ciência, tecnologia e gestão pública como caminho para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos.

## 4 CONCLUSÃO

Este capítulo teve como objetivo analisar o papel da biomedicina e da biotecnologia no fortalecimento das políticas públicas ambientais, considerando sua contribuição para a promoção da saúde ambiental e do desenvolvimento sustentável. A partir da revisão da literatura, buscou-se compreender como essas áreas do conhecimento podem subsidiar a formulação, implementação e avaliação de políticas ambientais mais eficazes e baseadas em evidências científicas.

Os principais resultados evidenciaram que a biomedicina desempenha função estratégica na identificação de riscos ambientais à saúde humana, por meio do uso de biomarcadores, da vigilância epidemiológica e da avaliação dos impactos da poluição sobre a saúde coletiva. Paralelamente, a biotecnologia destacou-se como importante aliada na mitigação de danos ambientais, especialmente por meio de processos de biorremediação, do desenvolvimento de bioprodutos e de tecnologias voltadas ao monitoramento e à sustentabilidade ambiental. Esses achados reforçam a relevância da integração entre ciência, tecnologia e políticas públicas ambientais.

Como contribuições da pesquisa, destaca-se a sistematização de conhecimentos que evidenciam a necessidade de uma abordagem interdisciplinar na construção de políticas públicas ambientais, bem como a valorização da biomedicina e da biotecnologia como áreas fundamentais para a tomada de decisão

governamental. O capítulo também contribui para o debate acadêmico ao evidenciar a importância do uso de evidências científicas na proteção da saúde humana e dos ecossistemas.

Por fim, sugere-se que pesquisas futuras aprofundem análises empíricas sobre a aplicação prática de tecnologias biomédicas e biotecnológicas no contexto das políticas públicas ambientais, bem como avaliem os impactos dessas estratégias em diferentes realidades socioambientais. Estudos que integrem dados quantitativos e qualitativos podem ampliar a compreensão sobre a efetividade dessas políticas e orientar avanços na gestão ambiental e em saúde pública.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde ambiental: guia básico para a construção de indicadores. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.
- BUSS, P. M.; PELLEGRINI FILHO, A. A saúde e seus determinantes sociais. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 77–93, 2007.
- FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. Saúde, ambiente e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2006.
- JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 118, p. 189–205, 2003.
- LEFF, E. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.
- MILLER, G. T.; SPOOLMAN, S. *Environmental science*. 15. ed. Boston: Cengage Learning, 2018.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. Geneva: WHO, 2016.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015.
- PHILIPPI JÚNIOR, A.; MALHEIROS, T. F. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. São Paulo: Editora Manole, 2012.
- SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- SILVA, P. R.; SILVEIRA, M. A. Biotecnologia ambiental: fundamentos e aplicações. São Paulo: Blucher, 2019.



REALIZAÇÃO:

**Aurum**  
EDITORA

CNPJ: 589029480001-12  
contato@aurumeditora.com  
(41) 98792-9544  
Curitiba - Paraná  
[www.aurumeditora.com](http://www.aurumeditora.com)