

# MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

pesquisas, reflexões e diálogos  
emergentes

VOLUME V



Organizadores  
Higor Costa de Brito  
Isabel Fontgalland



**AMPLLA**  
EDITORA

# MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

pesquisas, reflexões e diálogos  
emergentes

VOLUME V



Organizadores  
Higor Costa de Brito  
Isabel Fontgalland



**AMPLLA**  
EDITORA



**2024 - Ampla Editora**

**Copyright** © Ampla Editora

**Editor Chefe:** Leonardo Pereira Tavares

**Design da Capa:** Ampla Editora

**Diagramação:** Juliana Ferreira

**Meio ambiente e sustentabilidade: pesquisas, reflexões e diálogos emergentes – Volume V** está licenciado sob CC BY 4.0.



Essa licença permite que outros remixem, adaptem e desenvolvam seu trabalho para fins não comerciais e, embora os novos trabalhos devam ser creditados e não possam ser usados para fins comerciais, os usuários não precisam licenciar esses trabalhos derivados sob os mesmos termos. O conteúdo da obra e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores e não representam a posição oficial da Ampla Editora. O download e o compartilhamento da obra são permitidos, desde que os autores sejam reconhecidos. Todos os direitos desta edição foram cedidos à Ampla Editora.

**ISBN:** 978-65-5381-251-2

**DOI:** 10.51859/ampla.mas4412-0

**Ampla Editora**

Campina Grande – PB – Brasil  
contato@amplaeditora.com.br  
www.amplaeditora.com.br



**2024**

# CONSELHO EDITORIAL

Adilson Tadeu Basquerote – Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Alexander Josef Sá Tobias da Costa – Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará  
Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará  
Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia  
Caio Augusto Martins Aires – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista  
Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande  
Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires  
Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas  
Caroline Barbosa Vieira – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul  
Christiano Henrique Rezende – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará  
Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí  
Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande  
Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba  
Denilson Paulo Souza dos Santos – Universidade Estadual Paulista  
Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais  
Dinara das Graças Carvalho Costa – Universidade Estadual da Paraíba  
Diogo Lopes de Oliveira – Universidade Federal de Campina Grande  
Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano  
Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí  
Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará  
Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador  
Fábio Ronaldo da Silva – Universidade do Estado da Bahia  
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
Fredson Pereira da Silva – Universidade Estadual do Ceará  
Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará  
Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura  
Glécia Morgana da Silva Marinho – Pontifícia Universidad Católica Argentina Santa Maria de Buenos Aires (UCA)  
Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande  
Hugo José Coelho Corrêa de Azevedo – Fundação Oswaldo Cruz  
Igor Lima Soares – Universidade Federal do Ceará  
Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande  
Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas  
Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará  
Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas  
João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina  
João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas  
João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo  
Joilson Silva de Sousa – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba  
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro



Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife  
Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará  
Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia  
Laís Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos  
Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador  
Lara Luiza Oliveira Amaral – Universidade Estadual de Campinas  
Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Lisiane Silva das Neves – Universidade Federal do Rio Grande  
Lucas Araújo Ferreira – Universidade Federal do Pará  
Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário  
Luciana de Jesus Botelho Sodré dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão  
Luís Miguel Silva Vieira – Universidade da Madeira  
Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central  
Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande  
Marcelo Alves Pereira Eufrazio – Centro Universitário Unifacisa  
Marcelo Henrique Torres de Medeiros – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará  
Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz  
Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia  
Maria Carolina da Silva Costa – Universidade Federal do Piauí  
Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas  
Marina Magalhães de Moraes – Universidade Federal do Amazonas  
Mário César de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia  
Michele Antunes – Universidade Feevale  
Michele Aparecida Cerqueira Rodrigues – Logos University International  
Miguel Ysrrael Ramírez-Sánchez – Universidade Autônoma do Estado do México  
Milena Roberta Freire da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais  
Natan Galves Santana – Universidade Paranaense  
Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte  
Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso  
Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Paula Milena Melo Casais – Universidade Federal da Bahia  
Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão  
Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos  
Ramôn da Silva Santos – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará  
Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras  
Regina Márcia Soares Cavalcante – Universidade Federal do Piauí  
Renan Gustavo Pacheco Soares – Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns  
Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará  
Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande  
Rubia Katia Azevedo Montenegro – Universidade Estadual Vale do Acaraú  
Sabryna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais  
Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará  
Selma Maria da Silva Andrade – Universidade Norte do Paraná  
Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia  
Silvana Carlotto Andres – Universidade Federal de Santa Maria  
Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca  
Tatiana Paschoalette R. Bachur – Universidade Estadual do Ceará | Centro Universitário Christus  
Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte



Thiago Sebastião Reis Contarato – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Tiago Silveira Machado – Universidade de Pernambuco  
Valvenarg Pereira da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Vinícius Queiroz Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia  
Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba  
Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras  
Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology  
Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande  
Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima  
William Roslindo Paranhos – Universidade Federal de Santa Catarina  
Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande  
Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz  
Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande



2024 - Ampla Editora

Copyright © Ampla Editora

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Ampla Editora

Diagramação: Juliana Ferreira

**Catálogo na publicação**  
**Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

P769

Meio ambiente e sustentabilidade: pesquisas, reflexões e diálogos emergentes /  
Organização de Higor Costa de Brito, Isabel Fontgalland. – Campina Grande/PB:  
Ampla, 2024.

(Meio ambiente e sustentabilidade, V. 5)

Livro em PDF

ISBN 978-65-5381-251-2

DOI 10.51859/ampla.mas4412-0

1. Sustentabilidade e meio ambiente. 2. Ecologia. 3. Recursos naturais. I. Brito, Higor  
Costa de (Organizador). II. Fontgalland, Isabel (Organizadora). III. Título.

CDD 333.72

Índice para catálogo sistemático

I. Sustentabilidade e meio ambiente

**Ampla Editora**

Campina Grande – PB – Brasil

[contato@amplaeditora.com.br](mailto:contato@amplaeditora.com.br)

[www.amplaeditora.com.br](http://www.amplaeditora.com.br)



2024

# PREFÁCIO

A sustentabilidade ambiental emerge como um dos desafios mais urgentes do século XXI, exigindo abordagens interdisciplinares que considerem as interações entre sociedade, economia e ecossistemas. O livro **"Meio ambiente e sustentabilidade: pesquisas, reflexões e diálogos emergentes"** apresenta uma coletânea de estudos que investigam essas interações a partir de múltiplas perspectivas, promovendo um diálogo necessário entre ciência, gestão ambiental e sociedade.

A obra é estruturada em capítulos que abordam temas diversos, desde análises locais, como a transformação da paisagem urbana e as mudanças no uso e cobertura do solo, até questões globais, como as implicações das mudanças climáticas e a conservação da biodiversidade. Os capítulos iniciais exploram os impactos do uso de recursos naturais e as práticas tradicionais, discutindo alternativas sustentáveis para contextos específicos, como o tingimento ecológico, a produção de etanol e o manejo de resíduos.

No núcleo da obra, os capítulos transitam para análises da dinâmica socioambiental em territórios urbanos e rurais. Estudos sobre a distribuição geográfica de espécies arbóreas, impactos de práticas agrícolas e desafios de conservação da fauna silvestre ilustram a interconexão entre uso do solo, ecossistemas e desenvolvimento humano. Simultaneamente, reflexões sobre o papel da educação ambiental, a reutilização de materiais e a gestão sustentável em escolas revelam caminhos para uma transformação cultural rumo à sustentabilidade.

O diálogo entre ciência e gestão ambiental torna-se evidente nos capítulos que discutem ferramentas de planejamento, como o sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento da qualidade da água e a análise da pegada hídrica na produção agrícola. Esses estudos não apenas evidenciam a importância da tecnologia, mas também reforçam a necessidade de uma governança que priorize a justiça ambiental e a equidade.

Por fim, a obra conecta as esferas ambiental e social, abordando temas como migração, saúde e vulnerabilidade em face das mudanças climáticas. Os capítulos finais



evidenciam que as soluções para os desafios ambientais dependem de uma abordagem inclusiva, que considere os diversos contextos culturais, econômicos e legais.

Este livro é um convite à reflexão e à ação colaborativa, oferecendo evidências científicas para inspirar práticas e políticas mais sustentáveis. Cada capítulo contribui para uma visão integrada do meio ambiente, enfatizando a importância de alianças entre academia, sociedade e gestores públicos para enfrentar os desafios ambientais de maneira efetiva.

Que esta obra inspire leitores de diferentes áreas do conhecimento a aprofundar o entendimento das complexas relações entre meio ambiente e sociedade, promovendo práticas sustentáveis em busca de um futuro mais resiliente e justo.

Boa leitura!

*Higor Brito*

*Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental  
Mestre em Engenharia Civil e Ambiental  
Especialista em Geoprocessamento  
Engenheiro Civil*

# SUMÁRIO

CAPÍTULO I - AGROTÓXICOS X ORGÂNICOS: UMA QUESTÃO DE SAÚDE E MEIO AMBIENTE .....	12
CAPÍTULO II - A ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE SÃO BORJA: TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM E CULTURA GAÚCHA.....	27
CAPÍTULO III - ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO E COBERTURA DO SOLO EM CONEXÃO COM FOCOS DE CALOR: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE CANAÃ (2013-2022) – SUDESTE DO PARÁ.....	38
CAPÍTULO IV - ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS NA ZONA URBANA DE TERESINA – PI.....	51
CAPÍTULO V - ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA PARA A PRODUÇÃO DO ALGODÃO NA REGIÃO DO EXTREMO OESTE BAIANO ENTRE 2013-2023 .....	65
CAPÍTULO VI - ANÁLISE DO MERCADO DE PRODUTOS FLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE MACEIÓ, AL.....	84
CAPÍTULO VII - APROXIMAÇÕES/INTERFACE ENTRE OS TERMOS QUALIDADE DA ÁGUA EM AÇUDES E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO: ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA ....	105
CAPÍTULO VIII - CONSERVAÇÃO DA FAUNA SILVESTRE NA MATA ATLÂNTICA: DESAFIOS ECOLÓGICOS, LEGAIS E CULTURAIS .....	119
CAPÍTULO IX - CONTROLE ADEQUADO DOS RESÍDUOS HOSPITALARES PARA O AMBIENTE E PARA O HOMEM: UMA TENDÊNCIA SUSTENTÁVEL PARA A SAÚDE .....	135
CAPÍTULO X - ALELOPATIA DE LICOR PIROLENHOSO DA CASCA DE CAFÉ SOBRE A GERMINAÇÃO DE <i>LACTUCA SATIVA</i> L. ....	144
CAPÍTULO XI - ALELOPATIA COM LICORES PIROLENHOSOS EM SEMENTES DE <i>LACTUCA SATIVA</i> .....	152
CAPÍTULO XII - CORANTES ALTERNATIVOS PARA COLORAÇÃO DE GRÃOS DE PÓLEN	158
CAPÍTULO XIII - DESCOBRINDO O TINGIMENTO ECOLÓGICO DE ALGODÃO COM EXTRATOS NATURAIS DA PLANTA <i>UNCARIA TOMENTOSA</i> .....	169
CAPÍTULO XIV - DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E CIDADES.....	181
CAPÍTULO XV - DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DA ORLA DE CALÇOENE (AMAPÁ) COMO SUBSÍDIO AO PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DA ORLA MARÍTIMA – PGI.....	193
CAPÍTULO XVI - DINÂMICA E DISTRIBUIÇÃO DO REBANHO BOVINO POR MUNICÍPIO NO ESTADO DE GOIÁS.....	208
CAPÍTULO XVII - DISCUSSÕES ACERCA DO MOSAICO ECOTURISMO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	215

CAPÍTULO XVIII - EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM ZONAS COSTEIRAS: ANÁLISE DE CASOS E PROPOSTA DE METODOLOGIA.....	224
CAPÍTULO XIX - EFEITOS CITOTÓXICOS E GENOTÓXICOS DO LICOR PIROLENHOSO DE BABAÇU (ATTALEA SPECIOSA) EM ALLIUM CEPA.....	232
CAPÍTULO XX - ESTUDO EXPERIMENTAL SOBRE APLICAÇÃO DO SUCO DE SISAL PARA PRODUÇÃO DE ETANOL .....	242
CAPÍTULO XXI - GESTÃO EDUCACIONAL SUSTENTÁVEL: A ESCOLA COMO AGENTE DE TRANSFORMAÇÃO AMBIENTAL.....	254
CAPÍTULO XXII - IMPACTOS AMBIENTAIS E URBANOS DECORRENTES DA REATIVAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO NA CIDADE DE QUIXADÁ-CE .....	269
CAPÍTULO XXIII - LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO: TECNOLOGIA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS.....	283
CAPÍTULO XXIV - MIGRAÇÃO, INVISIBILIDADE E VULNERABILIDADE DOS VENEZUELANOS DA ETNIA WARAO NA CIDADE DE CAMETÁ-PARÁ.....	296
CAPÍTULO XXV - MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A SAÚDE HUMANA - UMA REVISÃO INTEGRATIVA.....	311
CAPÍTULO XXVI - O POTENCIAL DAS FLORES DE MACELA E BIOMORDENTES NO TINGIMENTO SUSTENTÁVEL DE TECIDOS DE ALGODÃO.....	328
CAPÍTULO XXVII - OS PRINCÍPIOS DO DIREITO AMBIENTAL UTILIZADOS PARA NORTEAR A TRIBUTAÇÃO COM FINALIDADE AMBIENTAL .....	336
CAPÍTULO XXVIII - RECICLAGEM HOSPITALAR: OPORTUNIDADES E DESAFIOS NA TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS EM RECURSOS .....	343
CAPÍTULO XXIX - TRABALHO E MEIO AMBIENTE: OS FIOS (IN)VISÍVEIS DO CONTEXTO LABORAL DOS PROFISSIONAIS DE TURISMO .....	355
CAPÍTULO XXX - TRATAMENTO DE EFLUENTE TÊXTIL, INOVAÇÕES E IMPACTOS NA REMEDIAÇÃO AMBIENTAL .....	364
CAPÍTULO XXXI - UTILIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO NA VERIFICAÇÃO DA EUTROFIZAÇÃO DO AÇUDE PEDRAS BRANCAS, QUIXADÁ-CE.....	376
CAPÍTULO XXXII - UMA REFLEXÃO SOBRE A CONSERVAÇÃO DE FRAGMENTOS DE ÁREAS VERDES NA NATUREZA PRIVADA DOS CONDOMÍNIOS COMO ABRIGO PARA A ORNITOFAUNA.....	384
CAPÍTULO XXXIII - USO DE CORANTES ALTERNATIVOS PARA VIABILIDADE DE CASTANHEIRA.....	393
CAPÍTULO XXXIV - VIDA AOS VIDROS: PROJETO DE REUTILIZAÇÃO DE RECIPIENTES DE VIDRO .....	407

## AGROTÓXICOS X ORGÂNICOS: UMA QUESTÃO DE SAÚDE E MEIO AMBIENTE

### PESTICIDES VS. ORGANICS: A MATTER OF HEALTH AND ENVIRONMENT

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-1

Anny Kelly Pereira Silva<sup>1</sup>

Gerson Alves Ribeiro<sup>2</sup>

Rayane Alves Lima<sup>3</sup>

Caíque Rodrigues de Carvalho Sousa<sup>4</sup>

Patrícia Maria Martins Nápolis<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Ciências da Natureza. Universidade Federal do Piauí – UFPI

<sup>2</sup> Graduando em Ciências da Natureza. Universidade Federal do Piauí – UFPI

<sup>3</sup> Graduanda em Ciências da Natureza. Universidade Federal do Piauí – UFPI

<sup>4</sup> Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Programa de Pós-graduação Desenvolvimento e Meio Ambiente – UFPI

<sup>5</sup> Professora Adjunta do Departamento de Ciências da Natureza. Universidade Federal do Piauí – UFPI

#### RESUMO

A agricultura convencional, com seu modelo baseado em agrotóxicos, compromete a saúde do planeta e das pessoas. A agricultura familiar, ao produzir alimentos orgânicos, oferece uma alternativa mais sustentável, preservando os recursos naturais e garantindo a qualidade do solo e da água. Logo, objetivou-se compreender os riscos associados ao uso indiscriminado de agrotóxicos e os benefícios da produção e do consumo de alimentos orgânicos, com enfoque na educação ambiental (EA). Para tal, foi realizada uma revisão integrativa da literatura, nas bases de dados *Google Scholar* e *SciELO*. Foram selecionados 15 artigos, entre 2001 e 2020, que abordavam diretamente a relação entre os temas “agrotóxicos”, “educação ambiental”, “alimentos orgânicos”, “segurança alimentar” e “sustentabilidade”. Posteriormente, foi feita uma análise aprofundada desses estudos, para identificar temas comuns, contribuições específicas e implicar sobre algumas abordagens de EA. A revisão de literatura revelou uma diversidade de abordagens sobre alimentos orgânicos, com destaque para temas como segurança alimentar, produção e valor de mercado. As pesquisas evidenciam a crescente preocupação com o uso de agrotóxicos e os benefícios da alimentação orgânica. Ao analisar a Política Nacional de Educação Ambiental e as Diretrizes Curriculares

Nacionais para a Educação Ambiental, implicou-se sobre a importância da interdisciplinaridade, participação social e cidadania, para promover a conscientização sobre os temas de agrotóxicos e alimentação orgânica. A complexidade do problema dos agrotóxicos exige uma ação conjunta de diversos setores da sociedade para proteger a saúde pública e o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Educação ambiental. Segurança Alimentar. Sustentabilidade.

#### ABSTRACT

Conventional agriculture, with its agrochemical-based model, compromises the health of the planet and people. Family farming, by producing organic food, offers a more sustainable alternative, preserving natural resources and ensuring soil and water quality. In this study, the aim was to understand the risks associated with the indiscriminate use of pesticides and the benefits of producing and consuming organic food, with a focus on environmental education. To this end, an integrative literature review was conducted in the *Google Scholar* and *SciELO* databases. Fifteen articles were selected, between 2001 and 2020, that directly addressed the relationship between the themes “pesticides”, “environmental education”, “organic food”, “food security”, and



"sustainability". Subsequently, an in-depth analysis of these studies was carried out to identify common themes, specific contributions, and implications for some environmental education approaches. The literature review revealed a diversity of approaches to organic food, with a focus on themes such as food security, production, and market value. The research highlights the growing concern about the use of pesticides and the benefits of organic food. By analyzing the National Environmental Education Policy and the National Curricular Guidelines for

Environmental Education, the importance of interdisciplinarity, social participation, and citizenship was highlighted to promote awareness of the issues of pesticides and organic food. The complexity of the pesticide problem requires joint action by various sectors of society to protect public health and the environment.

**Keywords:** Environmental education. Food safety. Sustainability.

## 1. INTRODUÇÃO

Agrotóxicos são substâncias químicas utilizadas na agricultura para controlar pragas e doenças que afetam as plantações. No entanto, o uso excessivo desses produtos pode causar sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente (Bombardi, 2017). É importante ressaltar que os termos agrotóxicos, pesticidas, defensivos agrícolas e agroquímicos são sinônimos.

O Brasil é o maior consumidor mundial de agrotóxicos, com um consumo *per capita* superior a 5 kg por ano (Londres, 2011). Entre 2001 e 2011, o mercado brasileiro de agrotóxicos cresceu exponencialmente, atingindo a marca de US\$ 8 bilhões (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2011). Este crescimento alarmante é impulsionado pela utilização destes produtos químicos na agricultura, tanto no campo quanto na cidade, para o controle de pragas e doenças.

O cultivo de hortaliças no Brasil está associado ao uso intensivo de fungicidas, como demonstrado por Almeida, Carneiro e Vilela (2009). A falta de controle sobre o uso destes produtos leva à contaminação de alimentos e à exposição da população a riscos à saúde, especialmente crianças, que podem ser expostas a resíduos de agrotóxicos através do leite materno (Bila; Dezotti, 2007).

Nas últimas décadas, o modo de produção dos alimentos tem sido questionado, pois o uso de agrotóxicos tem causado muitos problemas de saúde, dentre eles, o câncer. Desta forma, a agricultura familiar voltada para a produção de alimentos orgânicos tem se destacado como uma excelente opção de negócio, pois tem otimizado o uso dos recursos naturais, tendo como principal meta a sustentabilidade ligada à economia e à ecologia (Carneiro *et al.*, 2012).

Assim, a ingestão de alimentos orgânicos tende a aumentar, já que os consumidores estão mais preocupados com os sistemas de produção de alimentos e com a sua saúde. Logo, a presença de resíduos de agrotóxicos não ocorre apenas em alimentos em sua forma original,

mas também em produtos processados nas indústrias, como salgadinhos, biscoitos, pães, etc., derivados do trigo, milho, soja, entre outros (Andrigueto *et al.*, 2008). Também podem estar presentes na carne e no leite de diversos animais, já que se alimentam de ração com resquícios de agrotóxicos (Andrigueto *et al.*, 2008).

A falta de fiscalização e o uso inadequado de agrotóxicos no Brasil têm resultado na contaminação generalizada de alimentos. A aplicação de substâncias proibidas em outros países e a utilização de práticas agrícolas inadequadas, como a pulverização aérea, representam um grave risco à saúde humana e ao meio ambiente (Carneiro *et al.*, 2015).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2012) incentiva o consumo de alimentos orgânicos como forma de reduzir a exposição a agrotóxicos. No entanto, mesmo com práticas como lavar e descascar, resíduos podem permanecer nos alimentos (Corcino *et al.*, 2019). Para mudar este cenário, é fundamental investir em práticas agrícolas sustentáveis, como a compostagem, a adubação verde e a rotação de culturas, que caracterizam a produção orgânica (Tiecher, 2016). Estas práticas não apenas garantem alimentos mais saudáveis, mas também contribuem para a preservação do meio ambiente (Ribeiro, Jaime; Ventura, 2017).

A busca por alternativas mais seguras e sustentáveis tem levado ao desenvolvimento de tecnologias como os fitofarmacêuticos e o controle biológico de pragas (Jabbour, 2010; Machado; Habib, 2009). No entanto, estudos da Agência Nacional de Vigilância Sanitária revelam que a contaminação de alimentos por agrotóxicos ainda é um problema grave no Brasil (Patriota, 2011). Para reverter este cenário, é fundamental promover a transição para um modelo agrícola mais sustentável, baseado na agroecologia, que integra conhecimentos tradicionais e científicos para a produção de alimentos saudáveis e seguros (Instituto Nacional do Câncer, 2015).

O futuro depende do trabalho sustentável desenvolvido no presente. E, a educação ambiental (EA) entra como ferramenta essencial para ajudar as novas gerações, independentemente de seu poder aquisitivo ou formação, a se interessarem pelo consumo sustentável.

A EA nas escolas desempenha um papel crucial na formação de cidadãos conscientes e engajados com as questões ambientais. Ao aprender sobre os problemas ambientais, os discentes se tornam agentes de transformação, promovendo práticas mais sustentáveis em seus cotidianos (Medeiros *et al.*, 2011). A escola, neste contexto, é um espaço privilegiado

para a construção de um futuro mais sustentável, pois é onde os alunos desenvolvem habilidades de pensamento crítico e aprendem a valorizar o meio ambiente (Mello, 2017).

Para isso, é fundamental que os educadores possuam um conhecimento aprofundado sobre o meio ambiente e habilidades de comunicação eficaz para promover a EA de forma interdisciplinar. Ao conectar diferentes áreas do conhecimento, os professores podem proporcionar aos alunos uma compreensão mais abrangente e complexa dos problemas ambientais, estimulando o desenvolvimento de soluções criativas e inovadoras (Brasil, 2018).

Visto que a produção e o consumo de alimentos orgânicos emergem como alternativas mais sustentáveis para substituir a utilização excessiva de agrotóxicos, como a produção e o consumo de alimentos orgânicos podem contribuir para a sustentabilidade? Assim, objetivou-se compreender os riscos associados ao uso indiscriminado de agrotóxicos e os benefícios da produção e do consumo de alimentos orgânicos, com enfoque na EA.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada revisão integrativa da literatura, por meio de buscas nas bases de dados *Google Scholar* e *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, com uso dos descritores “agrotóxicos”, “educação ambiental”, “alimentos orgânicos”, “segurança alimentar” e “sustentabilidade”, e combinados com os operadores booleanos AND, OR e AND NOT.

A busca inicial resultou em 189 artigos. Foram incluídos artigos científicos completos e em português, publicados entre 2001 e 2020, que abordassem os descritores propostos e suas combinações. Textos incompletos, em outras línguas ou fora do escopo aqui definido foram excluídos. Após análise dos resumos, 15 artigos foram considerados para o *corpus* da pesquisa.

Os artigos foram analisados integralmente, identificando temas comuns, inter-relações, contribuições específicas de cada estudo e suas respectivas descrições, com base nos objetivos e resultados apresentados. Além disso, algumas abordagens de EA foram implicadas. Os dados foram dispostos em quadros e discutidos.

## 3. RESULTADOS

A variedade de temas e abordagens apresentados oferece uma visão abrangente sobre o universo dos alimentos orgânicos, desde a produção até o consumo. Ao analisar os temas, alguns recorrentes como segurança alimentar, produção, valor de mercado, entre outros, foram evidenciados (Quadro 1).

Quadro 1. Temas recorrentes e interconexões

<b>Qualidade e segurança dos alimentos</b>	Os estudos de Borguini e Torres (2006), Casemiro e Trevizan (2009), e Nitzke <i>et al.</i> (2012) se concentram na percepção dos consumidores sobre a qualidade e segurança dos alimentos orgânicos em comparação com os convencionais, destacando a importância de reduzir o uso de agrotóxicos
<b>Agregação de valor e mercado</b>	Vilkas e Nantes (2007) exploram as possibilidades de agregar valor aos produtos orgânicos, enquanto Eberle <i>et al.</i> (2019) analisam a influência da percepção de qualidade, preço e credibilidade da marca na intenção de compra dos consumidores.
<b>Produção e consumo</b>	Os estudos de Almeida <i>et al.</i> (2015), Serra <i>et al.</i> (2016) e Bombardi (2011) discutem a produção de alimentos, os impactos do uso de agrotóxicos e a importância da agricultura sustentável para a segurança alimentar.
<b>Política pública e segurança alimentar</b>	Cunha, Sousa e Machado (2010), Azevedo e Pelicioni (2011), e Burlandy, Bocca e Mattos (2012) abordam a importância das políticas públicas para promover a segurança alimentar e nutricional, destacando a necessidade de ações intersetoriais.
<b>Saúde e bem-estar</b>	A maioria dos estudos, especialmente os de Azevedo e Pelicioni (2011) e Rumiato e Monteiro (2017), relaciona o consumo de alimentos orgânicos com a promoção da saúde e a prevenção de doenças.

Fonte: Autoria própria.

As pesquisas contribuem para o avanço do conhecimento sobre a conscientização do uso de agrotóxicos na agricultura e os benefícios da alimentação orgânica (Quadro 2).

Quadro 2. Contribuições de cada estudo

<b>Borguini e Torres (2006)</b>	Estabelecem a base para a discussão sobre a qualidade e segurança dos alimentos orgânicos, destacando a menor presença de resíduos de agrotóxicos.
<b>Vilkas e Nantes (2007)</b>	Exploram o potencial de mercado dos alimentos orgânicos e a importância da agregação de valor para o desenvolvimento desse setor.
<b>Casemiro e Trevizan (2009)</b>	Apresentam a percepção dos consumidores sobre os alimentos orgânicos, evidenciando a associação com uma alimentação mais saudável e a preservação do meio ambiente.
<b>Cunha, Sousa e Machado (2010)</b>	Demonstram a importância de políticas públicas para a implementação de programas de alimentação escolar com alimentos orgânicos.
<b>Azevedo e Pelicioni (2011)</b>	Destacam a relação entre Agroecologia e Promoção da Saúde, enfatizando a importância de uma abordagem intersetorial.
<b>Burlandy, Bocca e Mattos (2012)</b>	Apresentam uma visão histórica das abordagens conceituais sobre alimentação e nutrição, mostrando a importância dos contextos políticos e institucionais.
<b>Nitzke et al. (2012)</b>	Chamam a atenção para a importância de uma visão crítica sobre a segurança dos alimentos e a necessidade de exigir alimentos mais saudáveis.



<b>Sampaio et al. (2013)</b>	Investigam o comportamento do consumidor em relação aos alimentos orgânicos, identificando diferenças entre os consumidores de alimentos orgânicos e convencionais.
<b>Nasrala Neto, Lacaz e Pignati (2014)</b>	Apresentam evidências científicas sobre os danos causados pelos agrotóxicos à saúde humana e ao meio ambiente, alertando para a necessidade de políticas públicas mais restritivas.
<b>Almeida et al. (2015)</b>	Desenvolvem um índice para avaliar a segurança alimentar de agricultores familiares, contribuindo para a formulação de políticas públicas mais eficazes.
<b>Azevedo e Ribas (2016)</b>	Refletem sobre os indicadores de avaliação em segurança alimentar e nutricional, destacando a importância de considerar o processo saúde-doença.
<b>Serra et al. (2016)</b>	Criticam a Revolução Verde e defendem a agricultura sustentável como alternativa para reduzir os problemas causados pelo uso intensivo de agrotóxicos.
<b>Bombardi (2011)</b>	Apresenta dados sobre o consumo de agrotóxicos no Brasil e na União Europeia, evidenciando a necessidade de um debate mais aprofundado sobre o tema.
<b>Rumiato e Monteiro (2017)</b>	Incentivam a conscientização da população sobre a importância de consumir alimentos mais saudáveis e livres de agrotóxicos.
<b>Eberle et al. (2019)</b>	Investigam os fatores que influenciam a intenção de compra de alimentos orgânicos, destacando a importância da qualidade percebida e da sustentabilidade.

Fonte: Autoria própria.

A seguir, são descritos os estudos, considerando seus objetivos e resultados.

Borguini e Torres (2006) realizaram um estudo comparativo entre alimentos orgânicos e convencionais, com foco na qualidade nutricional e na segurança alimentar. Os autores concluíram que os alimentos produzidos sob os princípios da agricultura orgânica apresentam níveis significativamente menores de resíduos de pesticidas, quando comparados aos alimentos convencionais. Em alguns casos, os alimentos orgânicos não apresentaram detecção de resíduos de pesticidas, o que reforça a sua segurança para o consumo humano.

Vilkas e Nantes (2007) realizaram um estudo aprofundado sobre os processos de agregação de valor em produtos orgânicos, analisando os benefícios e os riscos associados a essa prática para os produtores rurais. Os autores concluíram que a agregação de valor representa uma estratégia promissora para o desenvolvimento do mercado de produtos orgânicos, uma vez que atende às demandas de um público consumidor exigente em relação à qualidade, informações detalhadas sobre o produto e praticidade.

Casemiro e Trevizan (2009) conduziram um estudo para compreender a percepção dos consumidores sobre os alimentos orgânicos. Os resultados indicaram que os participantes

demonstraram um bom entendimento do conceito de alimento orgânico, associando-o principalmente a práticas de cultivo mais saudáveis e sustentáveis. Além disso, a pesquisa revelou que os consumidores buscam informações sobre alimentos orgânicos em diversas fontes, como televisão, revistas, escolas, amigos e internet, demonstrando um crescente interesse e busca por conhecimento sobre o tema.

Cunha, Sousa e Machado (2010) realizaram um estudo sobre a implementação do Projeto Sabor Saber nos programas de alimentação escolar de Florianópolis e outros municípios catarinenses. A pesquisa demonstrou que a introdução de alimentos orgânicos nas escolas, por meio desse projeto, ampliou a compreensão dos profissionais da área sobre o papel do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). Os resultados indicaram que a implementação do projeto contribuiu significativamente para a educação nutricional dos discentes, promovendo hábitos alimentares mais saudáveis e, conseqüentemente, reduzindo a evasão escolar.

Azevedo e Pelicioni (2011) realizaram uma análise conceitual da Agroecologia e da Promoção da Saúde, evidenciando as sinergias entre esses dois campos. Os autores destacam que ambas as áreas compartilham o objetivo de promover a saúde, a sustentabilidade e a segurança alimentar e nutricional, por meio do fortalecimento da democracia, da cidadania e da participação comunitária. Ao resgatarem saberes tradicionais e populares, a Agroecologia e a Promoção da Saúde buscam promover a autonomia e o empoderamento dos indivíduos, contribuindo para uma melhor qualidade de vida e para a sustentabilidade ambiental, social e econômica.

Burlandy, Bocca e Mattos (2012) realizam uma análise aprofundada das relações entre os conceitos, os arranjos institucionais do Estado e as ações políticas nas diversas abordagens sobre alimentação, nutrição e segurança alimentar e nutricional em um contexto internacional. Os autores evidenciam a natureza histórica e evolutiva destas abordagens, demonstrando como as concepções sobre esses temas se modificaram ao longo do tempo, influenciadas por diferentes contextos políticos e sociais. Esta análise revela a existência de arranjos institucionais diversos, com maior ou menor grau de intersetorialidade, que refletem diferentes visões sobre como abordar os problemas relacionados à alimentação e à nutrição.

Nitzke *et al.* (2012) argumentam que os profissionais de saúde têm um papel fundamental na promoção da saúde alimentar, incentivando o consumo de alimentos mais saudáveis e seguros. O estudo destaca a importância de uma abordagem multidisciplinar, que

envolva profissionais de saúde, agricultores, indústria alimentícia e governos, para garantir que os alimentos disponíveis para a população sejam produzidos de forma sustentável e livre de contaminantes, como os encontrados em culturas como pimentão, cenoura e alface.

Sampaio *et al.* (2013) realizaram um estudo para compreender a percepção e os hábitos alimentares de consumidores de alimentos orgânicos e tradicionais. Os autores identificaram que os consumidores de alimentos orgânicos demonstraram um maior nível de conscientização sobre os benefícios desse tipo de alimento, estabelecendo relações sociais em torno do consumo de produtos orgânicos. Por outro lado, os consumidores de alimentos tradicionais, embora reconhecessem a importância de uma alimentação saudável, apresentaram um conhecimento mais superficial sobre os alimentos orgânicos, seus processos de produção e seus benefícios para a saúde e o meio ambiente.

Nasralla Neto, Lacaz e Pignati (2014) apresentam um alerta contundente sobre os riscos à saúde humana e aos ecossistemas causados pelo uso de agrotóxicos. Os autores, com base em evidências científicas sólidas, demonstram que a exposição a agrotóxicos está associada a uma ampla gama de problemas de saúde, incluindo distúrbios hormonais, danos a órgãos vitais, disfunções imunológicas e neurodegenerativas, além de um maior risco de desenvolvimento de câncer. Além dos impactos na saúde humana, destacam os efeitos deletérios dos agrotóxicos sobre os ecossistemas, com a diminuição da biodiversidade e o desequilíbrio de populações de espécies essenciais para a agricultura, como polinizadores e predadores naturais de pragas.

Almeida *et al.* (2015) desenvolveram um novo índice de segurança alimentar para agricultores familiares, utilizando a técnica de análise fatorial. Ao reconhecer as limitações da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA), os autores construíram um índice mais adequado para a realidade dos agricultores familiares, considerando variáveis teóricas e metodológicas relevantes. Os resultados indicaram que os agricultores familiares mais especializados e dependentes da renda agrícola apresentaram maiores índices de segurança alimentar. Por outro lado, agricultores com pluriatividades, menor dependência da renda agrícola e maior diversificação da produção agropecuária, além de maior autoconsumo familiar, obtiveram menores valores no índice. A aplicação do índice permitiu comparar a segurança alimentar de agricultores familiares de diferentes regiões, evidenciando sua utilidade para o reordenamento de políticas públicas no Brasil.

Azevedo e Ribas (2016) realizam uma reflexão crítica sobre os métodos e indicadores correntemente utilizados para avaliar a segurança alimentar e nutricional no Brasil. Os autores destacam a necessidade de ampliar a análise, incluindo a dimensão da saúde e do cuidado às doenças relacionadas à insegurança alimentar e nutricional. Esta perspectiva, segundo os autores, contribui para uma compreensão mais abrangente e aprofundada da temática.

Serra *et al.* (2016) realizam uma análise crítica da Revolução Verde, com foco nos impactos negativos do uso intensivo de agrotóxicos. Os autores defendem a adoção de práticas agrícolas sustentáveis como alternativa para mitigar os problemas relacionados aos agrotóxicos, como a contaminação do solo e da água, a perda da biodiversidade e os riscos à saúde humana e animal. Além disso, destacam a importância de considerar a segurança dos trabalhadores rurais, que estão expostos de forma constante aos pesticidas.

Bombardi (2011) apresenta um estudo inédito sobre o consumo de agrotóxicos no Brasil, utilizando dados oficiais para realizar uma comparação com a União Europeia. O autor destaca o papel central do Brasil no comércio internacional de alimentos e no mercado agroenergético, mas alerta para os desafios éticos e políticos relacionados ao uso intensivo de agrotóxicos. Esta problemática, segundo Bombardi, transcende as fronteiras nacionais, constituindo um problema global.

Rumiato e Monteiro (2017) propõem uma reflexão crítica sobre o papel dos profissionais de saúde na promoção de hábitos alimentares saudáveis e na prevenção de doenças. Os autores destacam a necessidade de uma maior conscientização sobre a contaminação de alimentos por agrotóxicos e os riscos à saúde associados a esta prática. Além disso, sugerem que as orientações nutricionais devem enfatizar a importância do consumo de alimentos orgânicos e a necessidade de políticas públicas que garantam a segurança alimentar e nutricional da população.

Eberle *et al.* (2019) desenvolveram um modelo teórico para compreender os fatores que influenciam a intenção de compra de produtos orgânicos. Por meio de uma análise empírica, os autores demonstraram que a qualidade percebida e o consumo consciente exercem um impacto positivo na intenção de compra, enquanto o preço atua como um fator inibidor. Além disso, a pesquisa evidenciou que a credibilidade da marca é fortalecida quando esta associa qualidade, sustentabilidade e produtos alinhados às expectativas dos consumidores que buscam uma vida mais saudável.



Ao analisar a Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 1999) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (Brasil, 2012) sob a lente da temática de agrotóxicos e alimentação orgânica, observou-se a importância da interdisciplinaridade, participação social, cidadania, entre outros aspectos implicados, a seguir:

- a) A *interdisciplinaridade* é fundamental para abordar a complexa temática dos agrotóxicos e da alimentação orgânica. Esta abordagem permite conectar diferentes áreas do conhecimento, proporcionando uma visão mais abrangente e profunda sobre o assunto;
- b) A *participação social* é um pilar fundamental na discussão e resolução das questões relacionadas aos agrotóxicos e à alimentação orgânica. Afinal, são os cidadãos que consomem os alimentos, sofrem os impactos da produção agrícola e têm o direito de decidir sobre o tipo de sistema alimentar que desejam;
- c) A *cidadania* e a temática dos agrotóxicos e da alimentação orgânica estão intrinsecamente ligadas. Afinal, o direito à alimentação saudável e um meio ambiente sadio são direitos fundamentais de todo cidadão;
- d) Apesar dos desafios, a busca por um *sistema alimentar mais sustentável* é um caminho sem volta. A transição para uma agricultura mais orgânica e agroecológica é fundamental para garantir a saúde das pessoas e do planeta;
- e) A *valorização da diversidade*, tanto cultural quanto biológica, está intrinsecamente ligada à discussão sobre agrotóxicos e alimentação orgânica. Essa relação se manifesta em diversos níveis, desde a produção agrícola até o consumo e as políticas públicas;
- f) A relação entre a *construção de valores* e a temática dos agrotóxicos e alimentação orgânica é profunda e multifacetada. A escolha por alimentos orgânicos, por exemplo, vai além da simples preferência por um produto; ela reflete um conjunto de valores e princípios que guiam nossas escolhas como consumidores e cidadãos;
- g) A *prática educativa transformadora*, quando aplicada à temática dos agrotóxicos e da alimentação orgânica, possui o potencial de promover mudanças significativas na sociedade. Ao invés de apenas transmitir informações, esta abordagem busca envolver os estudantes em processos de reflexão, tomada de decisão e ação, visando a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

## 4. DISCUSSÃO

A priorização do consumo de alimentos orgânicos e a redução do uso de agrotóxicos visam, principalmente, garantir a qualidade e a segurança alimentar e nutricional das populações (Azevedo; Ribas, 2016). A Segurança Alimentar e Nutricional é um conceito abrangente que engloba não apenas a saúde individual, mas também aspectos sociais, ambientais e culturais (Almeida *et al.*, 2015). A agricultura orgânica, por sua vez, emerge como um sistema de produção que promove a saúde tanto de quem produz quanto de quem consome, ao oferecer alimentos mais nutritivos e seguros, produzidos de forma sustentável e respeitosa com o meio ambiente (Eberle *et al.*, 2019).

A busca por um modelo de desenvolvimento sustentável tem impulsionado o debate sobre a produção de alimentos, com a agricultura orgânica se destacando como uma alternativa mais limpa e menos impactante ao modelo tradicional (Casemiro; Trevizan, 2009). O aumento do consumo de orgânicos pode ser explicado por diversos fatores, como a preocupação com a saúde, a defesa do meio ambiente, a influência de grupos organizados e o *marketing* de grandes redes de supermercados (Vilkas; Nantes, 2007).

A busca por uma alimentação saudável e segura exige que os consumidores estejam atentos a diversos fatores, como a origem dos alimentos e as práticas de produção (Rumiato; Monteiro, 2017). A presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos representa um risco à saúde e gera preocupação na população (Nitzke *et al.*, 2012). Embora a certificação de produtos ofereça garantias de qualidade, o acesso a alimentos saudáveis ainda é um desafio para muitos, especialmente para aqueles com menor poder aquisitivo (Burlandy; Boca; Mattos, 2012).

Os métodos tradicionais de produção de alimentos, com o uso intensivo de pesticidas e fertilizantes sintéticos, contaminam o meio ambiente e comprometem a qualidade dos alimentos, reduzindo nutrientes e alterando sabores (Bombardi, 2011; Carneiro *et al.*, 2015). Diante deste cenário, a agroecologia surge como uma alternativa promissora, priorizando o cultivo orgânico e a sustentabilidade (Azevedo; Pelicioni, 2011).

Apesar de seus benefícios, o consumo de alimentos orgânicos ainda enfrenta desafios, sendo o preço um dos principais obstáculos. Comparados aos alimentos cultivados de forma convencional, os produtos orgânicos costumam ser mais caros, o que limita o acesso de uma parcela significativa da população (Borguini; Torres, 2006).

Quanto à EA, verifica-se que esta tem sido impulsionada, especialmente no campo, por jovens que utilizam tecnologias para melhorar a produção e distribuição de alimentos (Serra *et al.*, 2016). Desta maneira, as escolas podem contribuir para essa transformação, incluindo temas como saúde, nutrição e alimentação orgânica em seus projetos pedagógicos, promovendo ações individuais e coletivas (Cunha; Sousa; Machado, 2010).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de agrotóxicos gera um conflito evidente entre saúde humana, sustentabilidade ambiental e interesses econômicos. A falta de fiscalização e o enfraquecimento da legislação permitem a contaminação de alimentos, colocando em risco a saúde de consumidores, produtores e trabalhadores rurais. A indústria de agrotóxicos, com forte influência política, prioriza seus lucros em detrimento da saúde pública e da proteção ambiental, expondo as futuras gerações aos impactos da contaminação do solo e da água.

Este estudo busca refletir sobre os benefícios da agroecologia e os perigos da contaminação por agrotóxicos, um problema que afeta a saúde pública de forma alarmante. A discussão sobre a relação entre agrotóxicos e doenças crônicas deve ser ampliada para toda a sociedade.

A análise dos estudos permite concluir que a temática dos alimentos orgânicos é complexa e multifacetada, envolvendo aspectos relacionados à produção, consumo, saúde, meio ambiente e políticas públicas. As pesquisas apresentadas contribuem para o avanço do conhecimento sobre o tema e apontam para a necessidade de mais estudos sobre impactos na saúde, sustentabilidade econômica, políticas públicas e comunicação, e educação.

A complexidade do problema dos agrotóxicos exige uma abordagem interdisciplinar e a união de diversos atores sociais. Os impactos negativos na saúde, no meio ambiente e na sociedade são cada vez mais evidentes, exigindo ações urgentes para reverter este cenário. Profissionais de diversas áreas devem se mobilizar para enfrentar essa questão, desmistificando a ideia de que o campo é um ambiente livre de contaminação e reconhecendo a gravidade dos problemas causados pelos agrotóxicos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Seminário volta a discutir mercado de agrotóxicos em 2012**. Brasília: ANVISA, 2012.

- ALMEIDA, L. M. M. C. *et al.* Índice UFSCar de segurança alimentar para agricultores familiares. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 82-96, 2015.
- ALMEIDA, V. E. S.; CARNEIRO, F. F.; VILELA, N. J. Agrotóxicos em hortaliças: segurança alimentar e nutricional, riscos socioambientais e políticas públicas para a promoção da saúde. **Tempus: Actas em Saúde Coletiva**, Brasília, v. 4, n. 4, p. 84-99, 2009.
- ANDRIGUETO, J. R. *et al.* **Produção integrada de frutas e sistema agropecuário de produção integrada no Brasil**. Brasília: MAPA, 2008.
- AZEVEDO, E.; PELICIONI, M. C. F. Promoção da saúde, sustentabilidade e agroecologia: uma discussão intersetorial. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 715-729, 2011.
- AZEVEDO, E.; RIBAS, M. T. G. O. Estamos seguros? Reflexões sobre indicadores de avaliação da segurança alimentar e nutricional. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 241-251, 2016.
- BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências. **Química Nova**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 651-666, 2007.
- BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH – USP, 2017.
- BOMBARDI, L. M. Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado. **Boletim DATALUTA**, Brasília, v. 4, n. 45, p. 1-21, 2011.
- BORGUINI, R. G.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 64-75, 2006.
- BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 1, 28 abr. 1999.
- BRASIL. **Os desafios da implementação dos sistemas municipais de meio ambiente**. Brasília: MMA; Salvador: MMA, 2018.
- BRASIL. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 70, 18 jun. 2012.
- BURLANDY, L.; BOCCA, C.; MATTOS, R. A. Mediações entre conceitos, conhecimento e políticas de alimentação, nutrição e segurança alimentar e nutricional. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 9-20, 2012.
- CARNEIRO, F. F. *et al.* **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: World Nutrition, 2012. Parte 1.

- CARNEIRO, F. F. *et al.* (Orgs.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.
- CASEMIRO, A. D.; TREVIZAN, S. D. P. Alimentos orgânicos: desafios para o domínio público de um conceito. *In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2.,* São Paulo. **Anais [...].** São Paulo: UNIP, 2009. p. 1-9.
- CORCINO, C. O. *et al.* Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 8, p. 3117-3128, 2019.
- CUNHA, E.; SOUSA, A. A.; MACHADO, N. M. V. A alimentação orgânica e as ações educativas na escola: diagnóstico para a educação em saúde e nutrição. **Ciências & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 39-49, 2010.
- EBERLE, L. *et al.* Um estudo sobre determinantes da intenção de compra de alimentos orgânicos. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 94-111, 2019.
- INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Posicionamento do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos agrotóxicos.** Brasília: INCA, 2015.
- JABBOUR, C. J. C. Tecnologias ambientais: em busca de um significado. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 591-611, 2010.
- LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida.** Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.
- MACHADO, L. A.; HABIB, M. **Perspectivas e impactos da cultura de cana-de-açúcar no Brasil.** [São Paulo]: Infobibos, 2009.
- MEDEIROS, A. B. *et al.* A importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, São Luís de Montes Belos, v. 4, n. 1, p. 1-17, 2011.
- MELLO, L. G. A importância da educação ambiental no ambiente escolar, **Ecodebate**, [s. l.], não paginado, 2017.
- NASRALA NETO, E.; LACAZ, F. A. C.; PIGNATI, W. A. Vigilância em saúde e agronegócio: os impactos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente. Perigo à vista! **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 12, p. 4709-4718, 2014.
- NITZKE, J. A. *et al.* Segurança alimentar: retorno às origens? **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, p. 2-10, 2012.
- PATRIOTA, P. **Os dez alimentos mais perigosos.** [s. l.]: Ambiente Sustentável, 2011.

- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Rumo a uma economia verde:** caminhos para o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza. Nairóbi: PNUMA, 2011.
- RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 185-198, 2017.
- RUMIATO, A. C.; MONTEIRO, I. Contaminantes em alimentos e orientação nutricional: reflexão teórica. **Revista de Salud Pública**, Bogotá, v. 19, n. 4. p. 574-577, 2017.
- SAMPAIO, D. O. *et al.* Consumo de alimentos orgânicos: um estudo exploratório. **Revista de Administração em Diálogo**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 1-22, 2013.
- SERRA, L. S. *et al.* Revolução verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos. **Revista do CEDS**, São Luís, v. 1, n. 4, p. 2-25, 2016.
- TIECHER, T. (Org.). **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no Sul do Brasil:** práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS, 2016.
- VILKAS, M.; NATES, J. F. D. Agregação de valor: uma alternativa para a expansão do mercado de alimentos orgânicos. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 26-37, 2007.

# CAPÍTULO II

## A ESTAÇÃO FERROVIÁRIA DE SÃO BORJA: TRANSFORMAÇÕES NA PAISAGEM E CULTURA GAÚCHA

### SÃO BORJA TRAIN STATION: TRANSFORMATIONS IN THE GAÚCHO LANDSCAPE AND CULTURE

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-2

Michele Barros de Deus Chuquel da Silva <sup>1</sup>

Léia Beatriz Sell <sup>2</sup>

Valter Antonio Becegato <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda em Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas – UFPEL

<sup>2</sup> Doutoranda em Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas – UFPEL

<sup>3</sup> Professor Associado da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

### RESUMO

Estruturas ferroviárias foram instituídas para a promoção do desenvolvimento das cidades em nível global. Assim como nos demais países, no Brasil, este desdobramento configurou significativas mudanças nas paisagens e desencadeou o início de grandes centros urbanos. Diante disso, buscou-se analisar quais as principais mudanças na paisagem e cultura gaúcha decorrente da instalação e funcionamento da estação ferroviária de São Borja, RS. Logo, utilizou-se como metodologia revisões bibliográficas, análises documentais e interpretação dos resultados adquiridos. Diante disso, percebeu-se ao longo do estudo que a Estação Ferroviária de São Borja foi essencial para o desenvolvimento da cidade de São Borja, principalmente por ter sido um importante canal de exportação de insumos agrícolas e mais adiante de pessoas. Contudo, essa estrutura passou por um processo de abandono e atualmente tenta-se um resgate da história desse empreendimento, através da estruturação de um patrimônio cultural para a região.

**Palavras-chave:** Resgate cultural. Via férrea. Sustentabilidade.

### ABSTRACT

Railway structures were established to promote the development of cities on a global scale. As in other countries, in Brazil, this development resulted in significant changes in the landscape and triggered the emergence of large urban centers. In view of this, we sought to analyze the main changes in the landscape and culture of Rio Grande do Sul resulting from the installation and operation of the São Borja railway station, RS. Therefore, the methodology used was bibliographical reviews, document analysis, and interpretation of the results obtained. In view of this, it was noted throughout the study that the São Borja Railway Station was essential for the development of the city of São Borja, mainly because it was an important channel for the export of agricultural inputs and, later, people. However, this structure underwent a process of abandonment and currently attempts are being made to rescue the history of this enterprise by structuring a cultural heritage for the region.

**Keywords:** Cultural rescue. Railway. Sustainability.



## 1. INTRODUÇÃO

A história das ferrovias, instituiu-se no século XIX, através da necessidade de movimentações consideráveis de cargas de recursos naturais e de pessoas, por grandes máquinas a vapor por cima de trilhos. Logo, as ferrovias desempenharam um papel crucial no desenvolvimento socioeconômico de diversos países, promovendo a interligação entre regiões, facilitando o transporte de mercadorias e impulsionando a urbanização. No Brasil, não foi diferente, a construção de vias férreas proporcionou mudanças significativas nas paisagens e na dinâmica das cidades.

Segundo Villaça (2001), o transporte ferroviário foi um dos principais vetores de crescimento das cidades brasileiras, conectando o interior ao litoral e fomentando o desenvolvimento de centros urbanos. Entre os diversos exemplos do impacto ferroviário no país, destaca-se a Estação Ferroviária de São Borja, localizada no estado do Rio Grande do Sul. Esta estrutura, inaugurada com o objetivo de conectar a produção agrícola local aos grandes centros e às rotas de exportação, contribuiu diretamente para o crescimento econômico e populacional da região missioneira.

Além de promover transformações na economia, a Estação Ferroviária de São Borja desempenhou um papel central na configuração do espaço urbano e cultural da cidade. Sua importância como canal de escoamento de insumos agrícolas e, posteriormente, de pessoas, gerou um fluxo contínuo de desenvolvimento que moldou a paisagem local e impactou diretamente a identidade cultural da região. Schiffer (1998) ressalta que as ferrovias não apenas transformaram as paisagens, mas também alteraram dinâmicas sociais e culturais, criando novas formas de interação e organização das cidades. Contudo, assim como em diversas outras estruturas ferroviárias brasileiras, a estação enfrentou um processo de desativação e abandono nas últimas décadas. Atualmente, há esforços no sentido de preservar sua história e resgatar sua relevância através da valorização como patrimônio cultural. Segundo Choay (2001), a preservação do patrimônio histórico é essencial para a manutenção da memória coletiva e para a revalorização de identidades locais.

Este artigo busca analisar as principais mudanças na paisagem e na cultura gaúcha, decorrentes da instalação e funcionamento da Estação Ferroviária de São Borja, bem como compreender os desafios e as iniciativas de preservação histórica e patrimonial deste importante símbolo do passado ferroviário regional.

## 2. METODOLOGIA

A área de estudo envolve a região urbana do município de São Borja, localizado no Centro Oeste do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), que é caracterizado por ser a cidade mais antiga deste estado, sendo fundada em 1682 pelos padres jesuítas e, portanto, tornando-se o primeiro dos Sete Povos das Missões (Cunha 2006; Pinto; Nogueira, 2007). De acordo com o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022), esta cidade abriga em torno de 59.676 habitantes e sua principal fonte de economia são os cultivos agrícolas.

Figura 1. Mapa de localização do município de São Borja, Rio Grande do Sul.



Fonte: Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2020.

O presente estudo foi conduzido mediante três etapas simultâneas, sendo: i) revisão bibliográfica; ii) coleta de dados e iii) análise e interpretação dos dados coletados. Desse modo, a primeira etapa consistiu em uma revisão, abrangendo obras e trabalhos de cunho científico sobre a trajetória das ferrovias, desenvolvimento urbano e processos de preservação patrimonial. Na segunda etapa realizou-se o levantamento de fontes primárias e secundárias, a qual consultou-se documentos de planejamento urbano e outros, visando o funcionamento da estação, bem como materiais sobre o atual processo de preservação do local. Para isso, foi utilizada a metodologia de análise documental, que, conforme Cellard (2012), possibilita a extração de informações relevantes de fontes históricas e o aprofundamento do contexto do estudo.

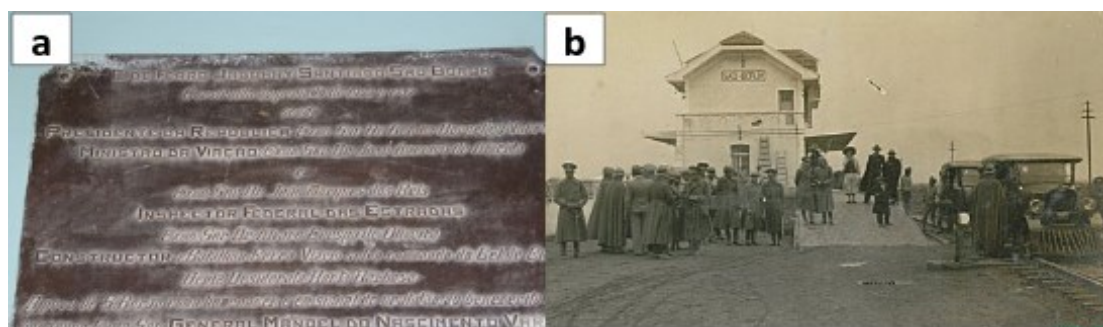
Por fim, os dados coletados foram analisados de forma qualitativa, seguindo os princípios de interpretação das transformações na paisagem e na cultura local após a instalação da estação ferroviária. A análise qualitativa, conforme indicado por Minayo (2001),

mostrou-se adequada para compreender as dinâmicas dos fenômenos históricos e culturais, permitindo uma leitura aprofundada das interações entre a sociedade e o espaço urbano.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um dos principais marcos do desenvolvimento de São Borja ocorreu pela instalação da Estação Ferroviária de São Borja. Desse modo, este empreendimento obteve suas obras de construção iniciadas em 1932 e posterior inauguração em 1937 (Portal das missões (s.d.); Giesbrecht, 2020), conforme apresenta a Figura 2.

Figura 2. Placa do monumento com a descrição do empreendimento e o dia de inauguração da linha de trem de São Borja em 1937.



Fonte: a) Adaptado do Portal das Missões (s.d.). b) Adaptado do Acervo Maria Aparecida Miranda, Santana de Parnaíba, SP. *apud* Giesbrecht, (2020).

De acordo com Ribeiro (2019) o início desse tipo de empreendimento culmina em consideráveis dificuldades de implantação para sua construção, isso ocorria mediante a necessidade de grandes investimentos financeiros, incompatíveis com a economia brasileira da época. Diante disso, é possível identificar pelos registros a instituição e finalização dessa obra, evidenciando que os entraves financeiros foram vencidos pelos esforços políticos e de parcerias externas para a sua constituição.

O uso da fonte fotográfica como registro histórico possibilita por meio da análise, principalmente compreender as transformações ocorridas na paisagem, identificando a sua organização espacial e as questões arquitetônicas, porém exige cuidado em seu estudo. Conforme ressalta Kossoy (2001), a fotografia não é um mero retrato do passado, toda fotografia foi produzida com uma certa finalidade e precisa-se levar em consideração as motivações ao que se buscou dar visibilidade. Porém, por ser uma imagem com um propósito determinado, não anula o teor histórico.

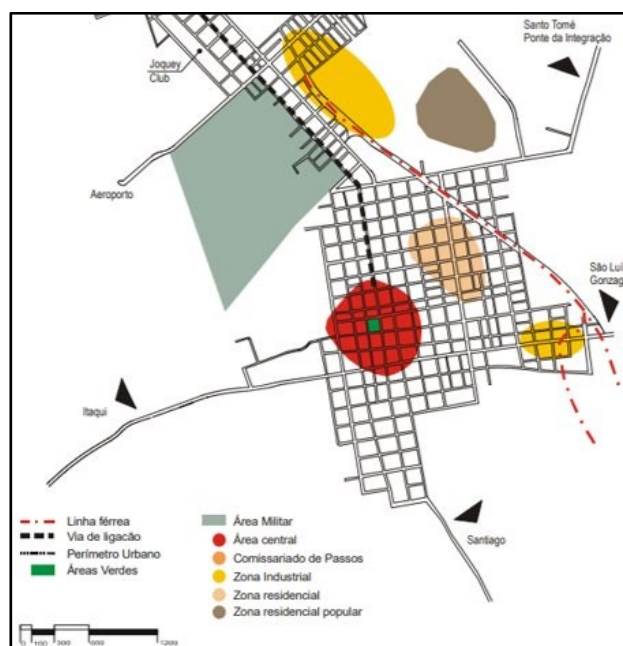
A Estação Ferroviária de São Borja desempenhou um papel fundamental no transporte de mercadorias, especialmente produtos agrícolas como arroz, soja e trigo. Além disso, abriu caminhos para o acesso a novos mercados e contribuiu para o crescimento econômico da

região. Outro aspecto que merece destaque é a oferta de serviços de transporte de passageiros, a qual as pessoas poderiam viajar de trem para outras cidades e estados, facilitando o deslocamento e promovendo o turismo e o comércio regional.

As linhas férreas em 1940 estavam operando em diversas cidades do Estado do RS. A ferrovia de São Borja era responsável pelo transporte de cargas de mercadoria e de pessoas até o município de Itaqui, Santa Maria, e outras linhas, inclusive para fora do país. Essas viagens, conforme relatos de alguns moradores, costumavam ser bem demoradas, mas com uma rica experiência que compensava qualquer demora (A era do trem em São Borja, 2019).

As vivências relatadas por alguns cidadãos do município caracterizam um pouco de como era a dinâmica da ferrovia, por diversas vezes marcadas pela considerável presença dos trens, e também pelos barulhos que anunciavam sua presença a cada instante, inclusive por longas distâncias (A era do trem em São Borja, 2019). Além disso, a linha de trem de São Borja atravessava a cidade, conforme é possível observar nas linhas tracejadas em vermelho em uma das figuras do plano diretor de 1968 (Figura 3).

Figura 3. Linha férrea constando no plano diretor de 1968 de São Borja.

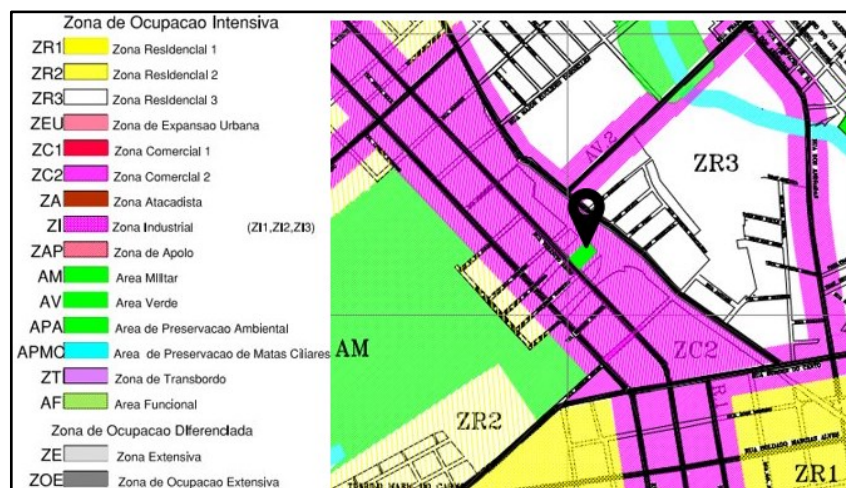


Fonte: Plano Diretor de São Borja - URPLAN (1968) *apud* Cunha (2006).

Através da Figura 3 também é possível identificar que a Estação Férrea encontra-se em uma zona industrial. Esse fator é justificável no tocante aos envios e recebimentos de mercadorias pelo município. Ademais, o avanço do transporte rodoviário causou significativas reduções na demanda por transporte ferroviário. Com isso, no ano de 1980, o transporte ferroviário na região entrou em declínio, e as operações da ferrovia foram encerradas

gradualmente. Desse modo, segundo o plano diretor do município de 1996, a estação já não aparece mais, com isso, para demonstrar sua existência foi anexado um ponto de localização, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4. Imagem do plano diretor de São Borja em 1996, na região da Estação Férrea.



Fonte: Adaptado de II Plano Diretor Mapa (1996).

Como resultado, a Estação Ferroviária deixa de funcionar como principal meio de transporte, e acaba se tornando um abrigo familiar de um dos funcionários do empreendimento, até 2004 (TGL simpsons corp, 2012).

Outro aspecto que é relevante mencionar, diz respeito a região de localização da Estação, que é situada na área urbana do município, e que apresentou a sua rica biodiversidade vegetal ao longo dessas mudanças temporais. Nesse âmbito surgem as espécies de gramíneas e campos nativos típicos do Bioma Pampa. Este bioma possui uma vasta biodiversidade, e por conta de diversos fatores é considerado uma das áreas de ecossistema de campo mais importantes do mundo (Schroeder *et al.*, 2023). De acordo com o National Geographic Society (s.d.) “Segundo bioma mais devastado, o Pampa tem menos de 50% de sua vegetação original e apenas 3,3% de sua área protegida por unidades de conservação”.

Essa devastação das características originais do Bioma Pampa ocorre pelo avanço da agricultura no estado do RS, sobretudo pelas culturas de soja e arroz, a qual foram se expandindo significativamente no decorrer dos anos (Capoane; Kuplich, 2018). Além disso, ambas culturas são submetidas ao uso excessivo de agrotóxicos que causam impactos negativos ao meio ambiente (Capoane; Kuplich, 2018). Outro fator que ameaça a

biodiversidade do Bioma Pampa é a pecuária extensiva que trouxe a introdução de espécies exóticas invasoras à região (Ferreira; Filippi, 2013).

De acordo com Overbeck et al. (2015), a falta de ênfase na conservação e monitoramento de ecossistemas não florestais é apontada como uma das principais razões para as alarmantes taxas de destruição observadas no caso do Bioma Pampa. Ademais, algumas das espécies de gramíneas dessa região podem ser notadas aos arredores da Estação Férrea, obtendo crescimento espontâneo na desativação deste empreendimento.

Com o aparecimento dessa nova flora nestes locais, as possibilidades de uma maior interação com a fauna também será perceptível. Além disso, o aparecimento de plantas também possibilitam o melhoramento da saúde mental, melhorando o humor e a autoestima, do microclima da cidade e muitas vezes servindo de barreira sonoras e sombras. Pesquisas afirmam que apenas cinco minutos de caminhada em áreas verdes, com a presença de plantas, já são suficientes para melhorar a saúde mental das pessoas (Barton; Pretty, 2010). Sendo assim, esta Estação desativada, poderá gerar possibilidades de convívio social e de lazer à população local.

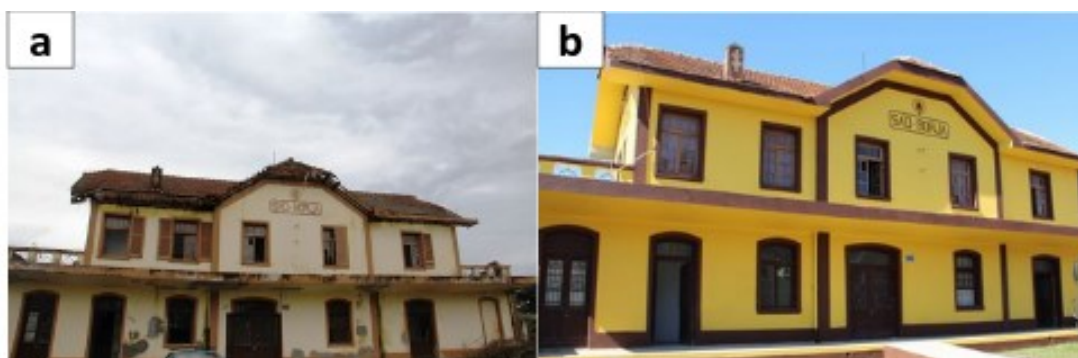
Para mais, essas plantas mantêm o equilíbrio ecológico e a harmonia do ecossistema urbano. Para Almeida et al. (2009), essas plantas são fontes de alimentação para diversos animais da fauna urbana, além de servir de habitat. Por isso, a importância da restauração da vegetação desses locais explorados.

A característica da região missioneira de ser uma grande exportadora de cultivos agrícolas ainda é predominante, só que atualmente em um formato de exportação diferente, utilizando transporte rodoviário. Em decorrência disso, somada aos avanços da agricultura, pecuária e carência de políticas públicas para preservação ambiental, áreas nativas dessa localidade estão sendo suprimidas a cada ano e sofrendo mudanças severas pelo agravamento das questões climáticas (Capoane; Kuplich, 2018; Quintana, 2022).

A Estação Férrea também foi afetada pelos eventos climáticos ao longo do tempo, e em certos momentos, caiu no esquecimento, conforme mostra a Figura 4a. No entanto, atualmente, ela faz parte do conselho cultural do município, e a partir disso, esforços estão sendo feitos por repartições públicas para revitalizar esse prédio e monumento, preservando assim a sua importância histórica do desenvolvimento inicial do município (Figura 5b).



Figura 5. Prédio da Estação Férrea de São Borja deteriorado pelo tempo e posteriormente reformado em 2015.



Fonte: Adaptado de Portal das Missões (2015).

Além das reformas no local, nos arredores do prédio aumentaram o número de residências, inclusive, nas áreas onde passavam as linhas de trem. Tornando, neste local, um importante ponto de referência da cidade e trazendo riqueza cultural à população no geral e principalmente às famílias que ali residem, podendo acessar esse espaço como modo de relembrar momentos históricos da região. A partir disso, é relevante notar as significativas mudanças que ocorreram no entorno deste empreendimento no decorrer destes mais de 80 anos, conforme é visível na Figura 6.

Figura 6. Imagem da Estação Férrea de São Borja em 2022.



Fonte: Adaptado do Google Maps (2022).

A ferrovia deixou um legado importante na história e no desenvolvimento de São Borja e de toda a região (Maciel *et al.*, 2018). Por tanto, preservar sua identidade é essencial para manter viva a memória coletiva, valorização das realizações do passado e proporcionar oportunidades de aprendizados para as futuras gerações.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Estação Ferroviária de São Borja desempenhou um papel central no desenvolvimento da cidade e região, transformando de forma significativa sua paisagem e



cultura. Junto à estação, atualmente existe uma praça que ressignifica a relevância de preservar tanto o patrimônio histórico quanto a biodiversidade local.

A revitalização desses espaços não apenas recupera a memória histórica, mas também promove um equilíbrio entre a cultura e o meio ambiente, do mesmo modo que contribui para a saúde da população. Ademais, a integração desses aspectos são essenciais para fortalecer a identidade local e impulsionar o desenvolvimento saudável e sustentável da região.

## REFERÊNCIAS

- A ERA DO TREM EM SÃO BORJA. Produção: Daniel Campos e Lucas Villiger. São Borja. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LhNzXsZKcF4>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- ALMEIDA, A.R. de; ZEM, L.M; BIONDI, D. Relação observada pelos moradores da cidade de Curitiba-PR entre a fauna e árvores frutíferas. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.4, n.1, p.3-20, 2009.
- BARTON, J; PRETTY, J. What is the Best Dose of Nature and Green Exercise for Improving Mental Health? A Multi-Study Analysis. **Environmental Science Technology**, vol. 44, p. 3947-3955, 2010.
- CAPOANE, V.; KUPLICH, T. M. Expansão da agricultura no bioma Pampa. **8 Região de Estudos Ambientais**, 2018. Disponível em: [http://plutao.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/plutao/2018/12.14.21.45/doc/capoane\\_expansao.pdf](http://plutao.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/plutao/2018/12.14.21.45/doc/capoane_expansao.pdf). Acesso em: 26 jun. 2023.
- CELLARD, A. A análise documental. In: Poupart, J. et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis: **Vozes**, 2012.
- CHOAY, F. A Alegoria do Patrimônio. São Paulo: **Estação Liberdade**, 2001.
- CUNHA, P. O. V. da. **Plano Diretor e Configuração Espacial: organização espacial e configuração da malha urbana**. 2006. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/11041/000604539.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- FERREIRA, N. R.; FILIPPI, E. E. Reflexos econômicos, sociais e ambientais da invasão biológica pelo capim-annoni (*Eragrostis plana* nees) no Bioma Pampa. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 27, n. 1/3, p. 47-70, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2010.v27.18550>. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/18550/0>. Acesso em: 26 jun. 2023.

GOOGLE MAPS. **Estação Férrea de São Borja**. 2022. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/Esta%C3%A7%C3%A3o+Ferrovi%C3%A1ria+de+S%C3%A3o+Borja/@-28.6447275,-56.012201,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x9455c63b8a23e9e3:0x394d08a5abeaeeb0!8m2!3d-28.6447275!4d-56.0100123!16s%2F11c6t8z3fg?entry=ttu>. Acesso em: 20 jun. 2023.

GIESBRECHT, R. M. **Estações Ferroviárias do Brasil**. São Borja. 2020. Disponível em: [http://www.estacoesferroviarias.com.br/rs\\_sborja/sborja.htm](http://www.estacoesferroviarias.com.br/rs_sborja/sborja.htm). Acesso em: 20 jun. 2023.

GIESBRECHT, R. M. **Estações Ferroviárias do Estado do Rio Grande do Sul**. [s.d.] Disponível em: [http://www.estacoesferroviarias.com.br/index\\_rs.htm](http://www.estacoesferroviarias.com.br/index_rs.htm). Acesso em: 20 jun. 2023.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/sao-borja.html>. Acesso em: 19 jun. 2023.

KOSSOY, B. *Fotografia & História*. 2. ed. Ed. Ver. São Paulo: **Ateliê Editorial**, 2001.

MACIEL, E. M.; RODRIGUES, F.; VARUM, H.; COSTA, A. Estação férrea de São Borja: a importância da preservação para a memória da cidade. **Cadernos NAUI**, v 7, n. 13, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/192820/ESTA%C3%87%C3%83O%20F%C3%89RREA%20DE%20S%C3%83O%20BORJA%20A%20IMPORT%C3%82NCIA%20DA%20PRESERVA%C3%87%C3%83O%20PARA%20A%20MEM%C3%93RIA%20DA%20CIDADE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 jun. 2023.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 2001.

NATIONALGEOGRAPHIC. **Nat Geo Ilustra Pampa**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/natgeo-ilustra/pampa>. Acesso em: 23 jun. 2023.

OVERBECK, G. E.; VÉLEZ-MARTIN, E.; SCARANO, F. R.; LEWINSOHN, T. M.; FONSECA, C. R.; MEYER, S. T.; MULLER, S. C; CEOTTO, P.; DADALT, L.; DURIGAN, G.; GANADE, G.; GOSSNER, M. M.; GUADAGNIN, D. L.; LORENZEN, K.; JACOBI, C. M.; WEISSER, W. W.; PILLAR, V. D. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. **Diversity and distributions**, v. 21, n. 12, p. 1455-1460, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/ddi.12380>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ddi.12380>. Acesso em: 25 jun. 2023.

PINTO, M.; NOGUEIRA, C. R. D. Contextualização do patrimônio histórico-cultural do município de São Borja/RS. **Revista de Ciências Humanas**, v. 8, n. 10, p. 143-160, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.fw.uri.br/index.php/revistadech/article/view/307>. Acesso em: 23 jun. 2023.

- II PLANO DIRETOR MAPA. **Zoneamento e Sistema Viário**. 1996. Disponível em: <https://www.saoborja.rs.gov.br/images/planejamento/PlanoDiretorMAPA.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- PORTAL DAS MISSÕES. **A Reforma na Estação Ferroviária de São Borja esta Terminando**. 2015. Disponível em: <https://portaldasmissoes.com.br/noticias/view/id/444/a-reforma-na-estacao-ferroviaria-de-sao-borja-esta.html>. Acesso em: 21 jun. 2023.
- PORTAL DAS MISSÕES. **Centro cultural de São Borja**. [s.d.]. Disponível em: <https://www.portaldasmissoes.com.br/site/view/id/710/centro-cultural-de-sao-borja.htm>. Acesso em: 22 jun. 2023.
- QUINTANA, I. V. Diversidade genética dos Campos Sulinos: como a vegetação responde às mudanças climáticas e os desafios para a conservação. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharel em Ciências Biológicas)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Porto Alegre, 2022.
- RIBEIRO, T. **A estação ferroviária rio caçador: uma análise sobre o processo de estruturação da paisagem urbana no município de Caçador/SC (1917 - 1950)**. Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Federal da Fronteira-Sul - UFFS. Chapecó, 2019.
- SCHIFFER, S. As Ferrovias no Brasil: Modernização e Mudança Social. São Paulo: **Edusp**, 1998.
- SCHROEDER, T.; LO PRETE, T.; FAVARETTO, F.; ANDRADE, B.; OVERBECK, G. **Estudo sobre a Biodiversidade do Bioma Pampa**. 2023.
- TGL SIMPSONS CORP. **Página Estação Férrea de São Borja**. 2012. Disponível em: <https://tglsimpsons.wordpress.com/2012/04/02/pagina-estacao-ferrea-de-sao-borja/>. Acesso em: 22 jun. 2023.
- VILLAÇA, F. Espaço Intra-Urbano no Brasil. São Paulo: **Studio Nobel**, 2001.
- WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. de A. Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade -Duração - Frequência (Desagregação de Precipitações Diárias): Município São Borja/RS. Porto Alegre: **CPRM**, 2020. Disponível em: [https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/21943/3/RS-S%C3%A3o%20Borja\\_Relat%C3%B3rio%20IDF-2020.pdf](https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/21943/3/RS-S%C3%A3o%20Borja_Relat%C3%B3rio%20IDF-2020.pdf) Acesso em: 4 out. 2024.

# CAPÍTULO III

## ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO E COBERTURA DO SOLO EM CONEXÃO COM FOCOS DE CALOR: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE CANAÃ (2013-2022) – SUDESTE DO PARÁ

### ANALYSIS OF LAND USE AND LAND COVER DYNAMICS IN CONNECTION WITH HEATH SOURCES: A CASE STUDY IN THE MUNICIPALITY OF CANAÃ DOS CARAJÁS (2013-2022) – SOUTHEAST PARÁ

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-3

Aquilino Otávio de Aquino Filho <sup>1</sup>  
Rodrigo Richard de Lima Rodrigues <sup>2</sup>  
Orleno Marques da Silva Júnior <sup>3</sup>  
Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro Paiva <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduando do curso de Engenharia Cartográfica e Agrimensura. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

<sup>2</sup> Mestrando em Uso Sustentável dos Recursos Naturais em Regiões Tropicais. Programa de Pós-Graduação do Instituto Tecnológico Vale

<sup>3</sup> Pesquisador. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – IEPA

<sup>4</sup> Professora Adjunto do Departamento do Instituto Ciberespacial – ICIBE. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

#### RESUMO

A prática de queimar vegetação para uso da terra é amplamente utilizada na Amazônia como técnica tradicional para expansão agropecuária. Entretanto, o uso do fogo em períodos de seca agrava a ocorrência de incêndios florestais, gerando impactos ambientais, econômicos e sociais. Este estudo analisa focos de calor e uso da terra em Canaã dos Carajás (PA) entre 2013 e 2022, com dados do INPE e do programa Mapbiomas. Em 2017, mais da metade do município apresentou focos significativos, totalizando 15.371 ocorrências no período analisado. Observou-se uma variação significativa nos focos ao longo dos anos, destacando a necessidade de intensificar a fiscalização em períodos críticos para prevenir queimadas ilegais e proteger a população. Com o crescimento das atividades agropecuárias na região, sistemas de monitoramento ambiental, como os do INPE, tornam-se indispensáveis para uma gestão sustentável dos recursos naturais. Os resultados deste estudo são fundamentais para compreender as dinâmicas do uso da terra, apoiar o desenvolvimento de políticas públicas e fortalecer o planejamento territorial voltado à conservação ambiental e ao manejo sustentável. Além disso,

destacam a importância de estratégias preventivas e de combate a incêndios florestais, contribuindo para minimizar os impactos das queimadas e promover a sustentabilidade na região de Canaã dos Carajás.

**Palavras-chave:** Desmatamento. Planejamento do Território. Monitoramento Ambiental.

#### ABSTRACT

Articles that do not follow the guidelines present in this template will not be sent for evaluation. To save time and better adapt to the rules, write your work in this document, following all the information in this template. The practice of burning vegetation for land use is widely employed in the Amazon as a traditional technique for agricultural expansion. However, using fire during dry periods exacerbates forest fires, causing environmental, economic, and social impacts. This study analyzes heat sources and land use in Canaã dos Carajás (PA) between 2013 and 2022, using data from INPE and the Mapbiomas program. In 2017, over half of the municipality recorded significant heat sources, totaling 15,371 occurrences during the analyzed period. A significant variation in heat sources was observed

over the years, highlighting the need to intensify monitoring during critical periods to prevent illegal burns and protect local communities. With the expansion of agricultural and livestock activities in the region, environmental monitoring systems, such as those provided by INPE, are essential for sustainable resource management. The results of this study are crucial for understanding land use dynamics, supporting the development of public policies, and strengthening territorial planning

focused on environmental conservation and sustainable management. Moreover, they underscore the importance of preventive strategies and effective fire control measures, contributing to minimizing the impacts of burns and promoting sustainability in the region of Canaã dos Carajás.

**Keywords:** Deforestation. Territorial Planning. Environmental Monitoring.

## 1. INTRODUÇÃO

A prática de queimar a vegetação para uso do solo ainda é adotada sobremaneira na Amazônia, sendo parte de um processo cultural implícito de expansão de novas áreas para o desenvolvimento de atividades agropecuárias ou como técnica agrícola no manejo agropastoril (Sales et al., 2019). Essa utilização do fogo nas atividades humanas está associada aos períodos de seca, causando incêndios florestais que resultam em significativos danos ambientais, econômicos e à saúde humana (Sales et al., 2019). De acordo com Motta et al. (2002), o fogo libera fumaça causando doenças respiratórias e emitindo gases estufa, colaborando com o aquecimento global.

A crescente demanda por terras para agricultura e pecuária, intensifica a pressão sobre as regiões florestais resultando em um aumento significativo na quantidade de incêndios e consequentemente na porção de áreas afetadas pelo fogo (Batista, 2004). A situação é alarmante, porque seus efeitos afetam a diversidade biológica, a paisagem, o equilíbrio dos nutrientes no solo, água, ar, propriedades agrícolas, plantações e saúde humana (Sales et al., 2019). Isso cria grandes desafios e requer abordagens com finalidades de amenizar os impactos causados.

A análise da dinâmica do uso e cobertura do solo em relação aos focos de calor é de extrema relevância em regiões de importância ambiental e econômica, como Canaã dos Carajás, situada na Amazônia brasileira. Ao longo da última década, uma série de estudos têm como foco a interconexão entre as transformações na paisagem e suas consequências para o equilíbrio ecológico, bem como para as comunidades locais. Autores renomados como Turner (1990) e Lambin et al. (1999) já haviam salientado a importância de investigar a dinâmica das mudanças no uso da terra, uma vez que essa análise proporciona uma compreensão mais profunda das interações entre atividades humanas e o meio ambiente.

Em decorrência da presença e ação humana, as atividades como a agricultura e a expansão urbana, causam um impacto significativo na camada superficial da terra, principalmente advindos na alteração dos ciclos de carbono (Lawrence et al., 2012). De acordo com as abordagens supracitadas, diversas variáveis estão precisamente conectadas a esses impactos, ocasionando em diversas consequências aos recursos naturais e afetando significativamente o meio ambiente.

Uma das principais causas desse fenômeno é a modificação na cobertura do solo, que emergiu como o fator predominante na perda de biodiversidade, nas mudanças climáticas, na invasão de espécies exóticas, nas alterações ambientais e nos impactos dos sistemas ecológicos, que podem variar em diversas magnitudes, como indicado por (Lambin et al., 2001).

Neste contexto, este estudo pretende contribuir para o entendimento da evolução do uso e cobertura do solo em Canaã dos Carajás, nos períodos de 2013 a 2022, uma vez que há relação com os focos de calor na região. Esta análise busca fornecer informações valiosas que podem orientar políticas de desenvolvimento sustentável e medidas de conservação, tendo em mente a necessidade de proteger a rica biodiversidade amazônica e minimizar os riscos associados aos incêndios florestais.

Com base nas contribuições dos autores supracitados e em uma variedade de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, este estudo oferece uma visão abrangente da dinâmica do uso do solo e seus desafios contemporâneos em Canaã dos Carajás.

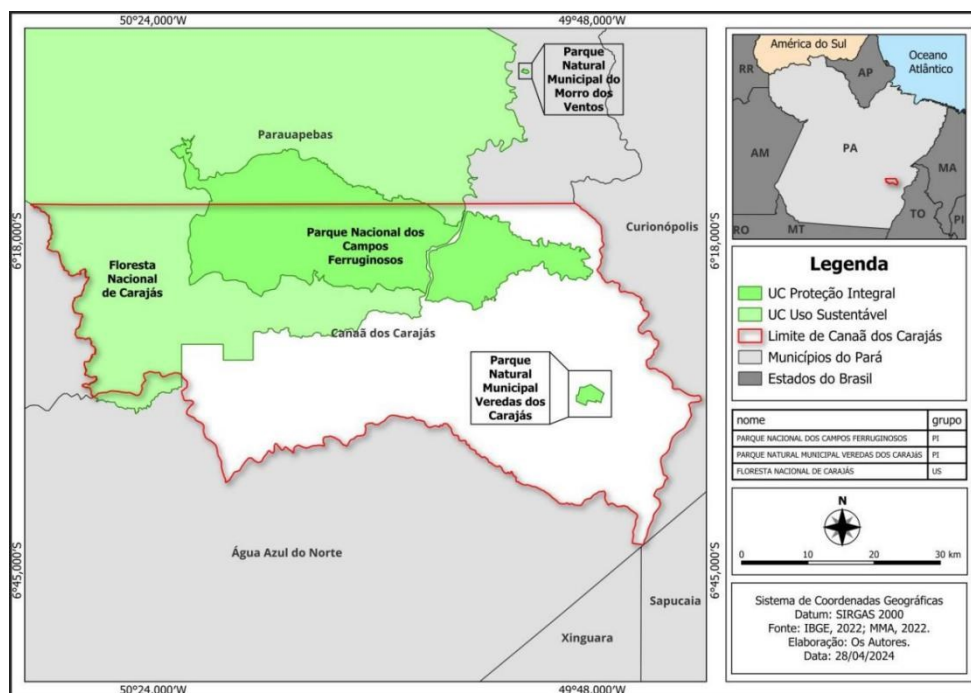
## 2. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no município de Canaã dos Carajás, localizado no estado do Pará, Brasil, na região sudeste do estado. Canaã dos Carajás é uma cidade que se encontra a aproximadamente 100 km ao sudeste da cidade de Marabá e se estende entre as coordenadas geográficas de 6º 28' 32" de latitude e 49º 51' 12" de longitude (Figura 1).

O município faz parte da Amazônia Legal, caracterizada por sua biodiversidade única e relevância ambiental. De acordo com os dados do Censo Demográfico do IBGE (Ibge, 2022), Canaã dos Carajás foi um dos municípios do estado do Pará com maior crescimento, tanto relacionado ao Produto Interno Bruto (PIB) quanto em população, possuindo atualmente 77.079,00 habitantes e área territorial de 3.146,821 km<sup>2</sup>.

A área de estudo possui uma relevância ambiental significativa devido à presença de diversas unidades de conservação. Entre essas áreas protegidas, destacam-se a Floresta Nacional de Carajás, com seus 391.263,04 hectares de extensão. Além disso, o município também abriga o Parque Nacional Dos Campos Ferruginosos, com 79.086,04 hectares, e o Parque Natural Municipal Veredas Dos Carajás, com 842 hectares. Essas unidades desempenham um papel fundamental na preservação da biodiversidade regional, proteção dos recursos hídricos e promoção do desenvolvimento sustentável, sendo elementos essenciais para a compreensão da dinâmica do uso e cobertura do solo na área de estudo.

Figura 1. Mapa de Localização do Município de Canaã dos Carajás – PA



Fonte: Autoria Própria (2024).

Os dados de uso e cobertura do solo foram obtidos a partir do projeto MapBiomas, que fornece informações detalhadas sobre as categorias de uso do solo na região de estudo. O período de análise abrangeu os anos de 2013 a 2022, com a identificação de 12 classes, sendo essas: Afloramento Rochoso, Área Urbanizada, Campo Alagado e Área Pantanosa, Floresta Alagável, Formação Campestre, Formação Florestal, Formação Savânica, Mineração, Outras Lavouras Temporárias, Pastagem, Rio, Lago e Oceano e Soja. Os dados foram disponibilizados em formato raster, sendo processados e analisados a partir do software QGIS versão 3.28.10.



Os dados de focos de calor foram adquiridos a partir do Banco de Dados de Queimadas (INPE) utilizando todos os satélites. Esses dados representam registros georreferenciados de incêndios e queimadas na região.

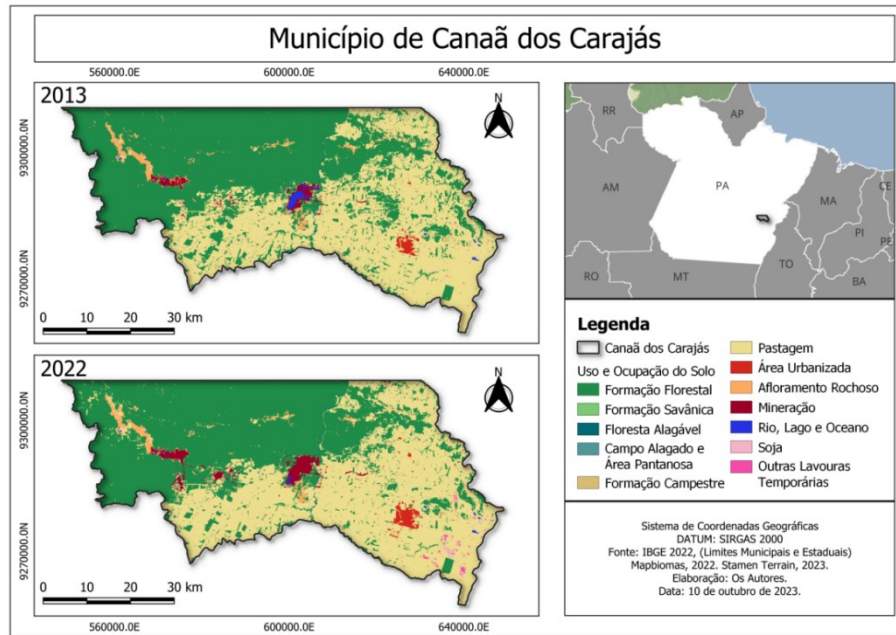
Vale ressaltar que focos de calor são pontos geográficos captados por sensores espaciais, quando há uma temperatura acima de 47°C em uma área mínima de 900 m<sup>2</sup> (Gontijo et al. 2011), no entanto a correlação entre focos de calor e fogo não são captadas de forma direta nos satélites, mas podem indicar de uma ou várias frentes de fogo, em um elemento de resolução espacial (pixel) (Inpe, 2024).

Os registros de focos de calor foram disponibilizados para os anos de 2013 a 2022, abrangendo o mesmo período da análise dos dados de uso e cobertura do solo. Os dados de focos de calor foram processados no software QGIS para posterior análise.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

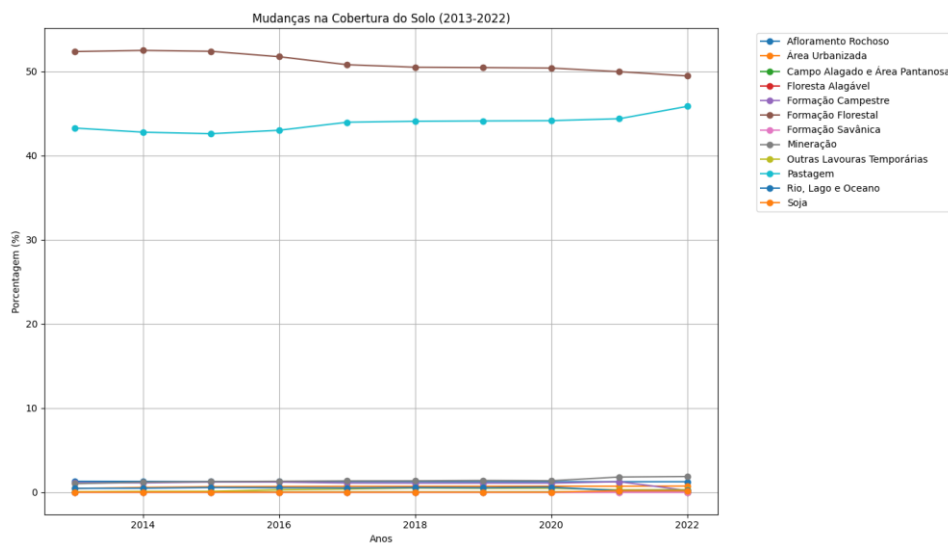
Os dados de uso e cobertura do solo revelam uma variedade de classes na região de Canaã dos Carajás em um intervalo de 10 anos (Figura 2). A área de afloramento rochoso apresentou uma variação percentual mínima ao longo dos anos, com uma média de aproximadamente 1,25% de cobertura, essa classe é importante pelo fato de serem rochas expostas que absorvem bastante calor, atingindo temperaturas consideráveis, podendo confundir o sensor. A cobertura urbana mostrou um aumento constante, atingindo cerca de 0,71% em 2022, sugerindo um crescimento significativo da urbanização na região o que corrobora com os dados do IBGE de grande crescimento populacional no município de Canaã dos Carajás. A floresta alagável manteve uma cobertura baixa e praticamente constante, permanecendo abaixo de 0,01% durante todos os períodos. (Figura 3).

Figura 2. Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Município de Canaã dos Carajás – PA



Fonte: Autoria Própria (2024).

Figura 3. Dados Anual de Uso e Cobertura do Solo de Canaã dos Carajás – PA



Fonte: Autoria Própria (2024).

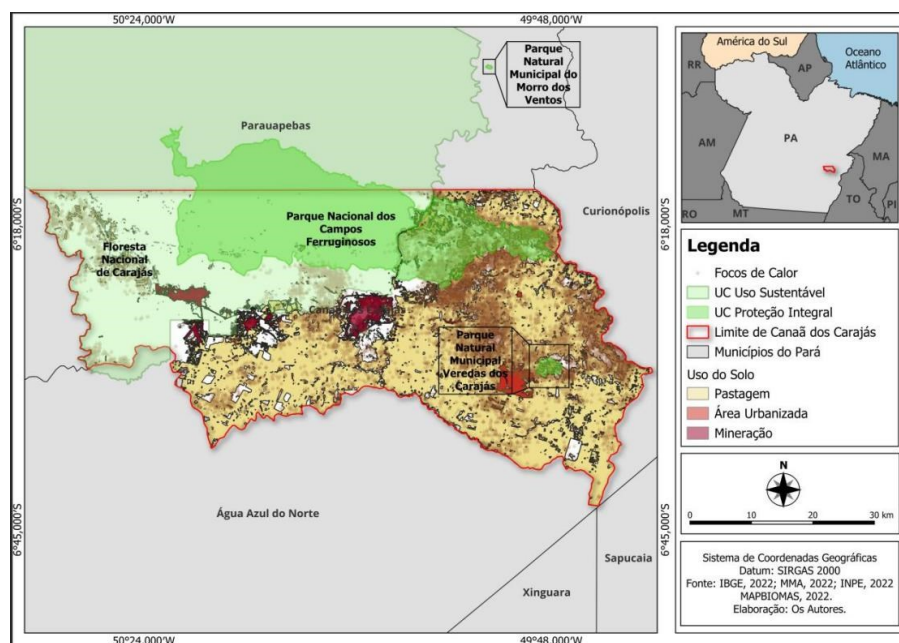
A formação campestre experimentou flutuações, mas em 2022, a cobertura diminuiu consideravelmente para 0,20%, indicando possíveis mudanças no uso do solo. A formação florestal representou a maior cobertura, mas apresentou uma ligeira diminuição ao longo dos anos, atingindo 49,46% em 2022. A cobertura de mineração aumentou de forma constante, atingindo 1,86% em 2022, refletindo atividades de mineração em expansão na região.

As categorias “Outras Lavouras Temporárias” e “Pastagem” foram responsáveis por grande parte da cobertura, mantiveram-se estáveis ao longo dos anos, indicando a

importância contínua da agricultura na área. As áreas “Rio, Lago e Oceano” mostraram variações mínimas, permanecendo em torno de 0,50% a 0,60% durante o período. Soja: A categoria de soja começou a aparecer apenas em 2020, representando 0,17% em 2022.

Quanto aos dados sobre a ocorrência de focos de calor na região de Canaã dos Carajás ao longo dos anos de 2013 a 2022, revelam algumas tendências e padrões dignos de discussão (Figura 4). É possível observar que as classes de pastagem, urbanização e mineração, apresentam a maior incidência de focos de calor. Essas áreas, são relacionadas as principais atividades humanas intensivas, tais como desmatamento, construção e operações minerais, registrando um aumento significativo nos pontos de calor, o que podem indicar uma maior vulnerabilidade à incêndios e degradação ambiental.

Figura 4. Relação principais classes de uso e focos de calor – PA



Fonte: Autoria Própria (2024).

Nesse contexto, as unidades de conservação emergem como elementos essenciais para a proteção e preservação ambiental da região. Elas desempenham um papel crucial na manutenção da biodiversidade, na proteção dos recursos hídricos e na mitigação dos impactos negativos das atividades humanas. A existência e o fortalecimento dessas áreas protegidas são fundamentais para garantir um equilíbrio ecológico e promover a sustentabilidade em Canaã dos Carajás.

O ano de 2017 se destacou com um pico significativo de 4.599 focos de calor na região, conforme apresentado na Tabela 1. Esse aumento expressivo é um indicativo de um evento

excepcional e merece uma análise mais detalhada. Fatores como condições climáticas, atividades humanas e mudanças no uso do solo podem ter contribuído para esse aumento.

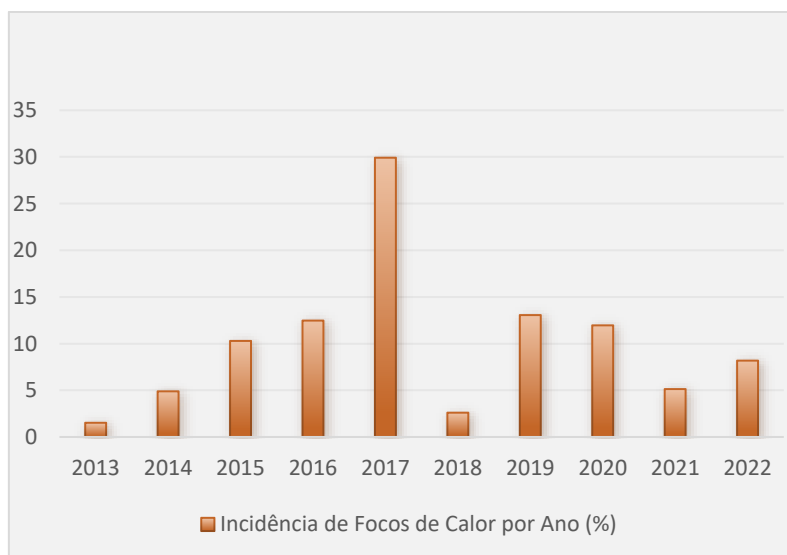
Tabela 1. Tabela de Focos de Calor Canaã dos Carajás – PA

Ano	Contagem de ano	Porcentagem (%)
2013	233	1,52
2014	751	4,89
2015	1.581	10,29
2016	1.916	12,47
2017	4.599	29,92
2018	399	2,60
2019	2.007	13,06
2020	1.839	11,96
2021	789	5,13
2022	1.257	8,18
Total	15.371	100

Fonte: Autoria Própria (2024).

Antes do pico em 2017 (Figura 5), havia um alto índice de focos na região. No entanto, as contagens permaneceram relativamente baixas em comparação com os anos que sucederam 2019. Isso pode sugerir que a região tem combatido de forma contínua casos relacionados a incêndios florestais.

Figura 5. Gráfico de Focos de Calor Canaã dos Carajás – PA



Fonte: Autoria Própria (2024).

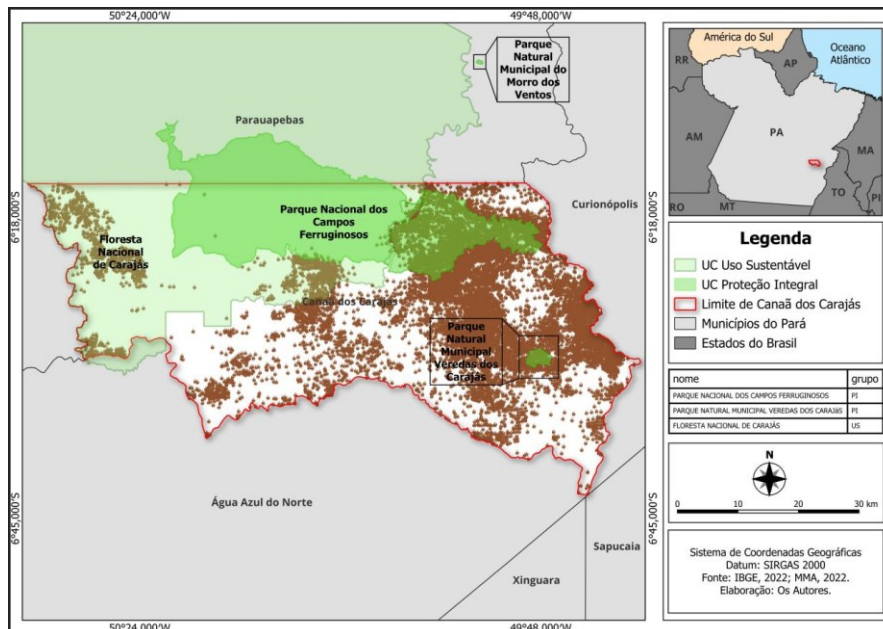
Os dados dos focos de calor ressaltam a importância de estratégias eficazes de prevenção de incêndios florestais e gestão ambiental na região de Canaã dos Carajás. Isso é

crucial para proteger ecossistemas, reduzir perdas de biodiversidade e evitar impactos negativos na qualidade do ar e nas mudanças climáticas.

De Lima Filho et al. (2024), ressalta que áreas que demonstram possuir altos taxas de humidade relativa do ar e precipitação, possuem baixos níveis de focos de calor. Justino et al. (2002), estudando a relação entre os focos de calor e as condições meteorológicas no Brasil, observou a ocorrência de maiores registros relacionados aos meses de julho a outubro, considerados meses com menores níveis pluviométricos. Da Cunha Neto et al. (2021) observa que o padrão e intensidade temporal dos focos de calor são relacionados às ações antrópicas, coincidindo com os períodos de baixa precipitação e uso do fogo por atividades agrícolas.

Da Cunha Neto et al. (2021) avaliando a dinâmica temporal dos focos de calor na microrregião de Parauapebas nos períodos de 2011 a 2016, avaliou que a maior ocorrência está associada a períodos de seca e estiagem, onde possuem baixos níveis pluviométricos na região. Cavalcante et al. (2021), avaliando os focos de calor de Canaã dos Carajás nos períodos de 2013 a 2016, evidenciou a concentração de focos nos períodos de julho a outubro em todas as classes de uso do município. No entanto, foi evidente que classes compostas por florestas, principalmente localizadas em áreas de unidades de conservação, houve baixos níveis de concentração, indicando um possível inibidor de incêndios florestais (Figura 6).

Figura 6. Relação da Dinâmica do Calor e Área protegidas em Canaã dos Carajás– PA



Fonte: Autoria Própria (2024).

É importante destacar que o processo de desenvolvimento territorial possui grande relevância nesta análise. Monteiro e Silva (2021) ressalta que o processo de desenvolvimento

na Amazônia advém dos grandes projetos de infraestrutura, proporcionadas pelos governos militares, com o intuito de integrar à economia nacional. Castriota (2021) enfatiza que estes projetos influenciaram de forma direta nas questões socioespaciais de colonização na região de Carajás, gerando a procura por terras, conflitos e aglomerações informais, com amplo desenvolvimento da pecuária e garimpo, bem como a descoberta das jazidas minerárias na região.

Michelotti (2019), ressalta que a intensa luta pela terra pelos antigos castanhais presentes, proporcionaram o processo de desmatamento já presente, criando condições favoráveis para expansão pecuária na região. A partir da década de 1980, com o lançamento do Projeto Grande Carajás, houve a instituição de uma zona de industrialização, abrangendo vários municípios (FERNANDES, 2022). Com o resultado do progresso da mineração, houve também a formação de projetos de urbanização, resultando em cidades como Parauapebas e Canaã dos Carajás, cuja suas atividades minerárias são criteriosamente estudadas (Cardoso; Cândido; Melo, 2018; Castriota, 2021).

Com ao passar do tempo, Canaã dos Carajás se destacou por obter o maior crescimento populacional nos últimos 12 anos, conforme avaliação dos dados do Censo Demográfico de 2022 realizado pelo IBGE, sendo impulsionado pelo forte crescimento da mineração na região, em especial por possui 2 unidades operacionais da empresa Vale, sendo estas os Complexo S11D e Mina do Sossego, ambas localizadas na região de Carajás (PODER 360, 2023). Conforme noticiado por G1 Pará (Carneiro, 2023), houve um aumento de 188,5% da população, sendo atribuída ao forte crescimento da exploração de ferro e cobre na região.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise detalhada dos dados de uso e cobertura do solo, juntamente com a ocorrência de focos de calor em Canaã dos Carajás, revela uma complexa interação entre os processos ambientais, a ação humana e as mudanças na paisagem. Esta pesquisa lança luz sobre importantes tendências e desafios que a região enfrenta e destaca a necessidade de uma gestão ambiental eficaz e sustentável.

O aumento constante na urbanização, refletido no crescimento da área urbana ao longo dos anos, ressalta a necessidade de planejamento territorial adequado para mitigar os impactos negativos da expansão urbana. A preservação das áreas de floresta e a estabilidade

das áreas de pastagem indicam a importância da agricultura e da conservação florestal na região.

No entanto, a análise dos focos de calor sugere desafios significativos, com um pico alarmante em 2017. Isso aponta para a importância crítica da prevenção de incêndios florestais e da gestão de áreas florestais vulneráveis. Além disso, a contagem de focos de calor permaneceu substancial nos anos subsequentes, indicando a necessidade de estratégias de gestão ambiental contínua.

A análise a longo prazo sugere que a região pode estar enfrentando uma tendência crescente na ocorrência de focos de calor, enfatizando ainda mais a urgência de medidas de conservação e prevenção. Vale ressaltar a relevância das unidades de conservação presentes no município, destacando seu papel na proteção da biodiversidade e na mitigação dos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente.

Esta pesquisa destaca a necessidade de uma análise espacial mais detalhada dos dados de uso do solo e dos focos de calor, bem como a investigação das causas subjacentes aos incêndios. Somente com uma compreensão abrangente dessas dinâmicas complexas será possível implementar estratégias eficazes de gestão ambiental. Em última análise, a conservação dos recursos naturais e a proteção dos ecossistemas locais em Canaã dos Carajás dependem de uma ação coordenada e proativa. Esta pesquisa fornece um ponto de partida importante para a tomada de decisões informadas e a gestão sustentável da região, contribuindo para um futuro mais resiliente e equilibrado.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 237-241, 2004. Disponível em: [https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/Publicacoes-Impacto/material3os/2004\\_Batista\\_Deteccao\\_Floresta\\_DE3os.pdf](https://dataserver-coids.inpe.br/queimadas/queimadas/Publicacoes-Impacto/material3os/2004_Batista_Deteccao_Floresta_DE3os.pdf). Acesso em: 01 mar. 2024.

CARDOSO, A. C. D.; CÂNDIDO, L. S.; MELO, A. C. C. Canaã dos Carajás: um laboratório sobre as circunstâncias da urbanização, na periferia global e no alvorecer do século XXI. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 20, n. 1, p. 121-140, 2018. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/5484>. Acesso em: 20 abr. 2024.

CARNEIRO, Taymã. **Mineração faz Canaã dos Carajás (PA) triplicar; cidade é a que mais cresceu no Brasil desde 2010**. G1 Pará, Belém, 28 jun. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2023/06/28/cidade-que-proporcionalmente->



mais-cresceu-no-pais-canaa-dos-carajas-e-rica-em-minerios-e-tem-grande-concentracao-de-renda.shtml. Acesso em: 15 abr. 2024.

CASTRIOTA, R. M. S. **Urbanização extensiva na Amazônia Oriental: escavando a não-cidade em Carajás**. 2021. 278 f. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/38598>. Acesso em: 10 abr. 2024.

CAVALCANTE, R. B. L. et al. Assessment of fire hazard weather indices in the eastern Amazon: a case study for different land uses. **Acta Amazonica**, v. 51, p. 352-362, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/cNvt5k4w5dJrrbX6zSGrmFb/>. Acesso em: 28 abr. 2024.

Cidade com maior aumento populacional tem duas unidades da Vale. Poder360, 28 jun. 2023. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/brasil/cidade-com-maior-aumento-populacional-tem-duas-unidades-da-vale/>. Acesso em: 24 abr. 2024.

DA CUNHA NETO, E. M.; BEZERRA, J. C. F.; MELO, M. R. da S.; SANTOS, N. de F. A.; BORGES, L. da S. Influência antrópica e da precipitação na distribuição espaço-temporal de focos de calor na microrregião de Paragominas, Pará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, p. 285-301, 2021. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14505>. Acesso em: 21 abr. 2024.

DE LIMA FILHO, A. A. et al. Análise da relação da umidade relativa do ar, focos de calor e precipitação acumulada no Amazonas. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 2, p. e3432-e3432, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/3432>. Acesso em: 24 abr. 2024.

FERNANDES, P. C. Á. Natureza, infraestrutura, mineração e urbanização: cartografando interseções históricas na região de Carajás. **Novos Cadernos NAEA**, v. 25, n. 4, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/12650>. Acesso em: 25 abr. 2024.

GONTIJO, G. A. B. et al. Detecção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento Remoto. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Curitiba, PR, v. 30, p. 7966, 2011. Disponível em: <http://mart.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.21.14.32/doc/p1587.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/canaa-dos-carajas/panorama>. Acesso em: 8 abr. 2024.

- JUSTINO, F. B.; SOUZA, S. S. de.; SETZER, A. Relação entre focos de calor e condições meteorológicas no Brasil. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2002. p. 2086-2093.
- LAMBIN, E. F.; BAULIES, X.; BOCKSTAEL, N.; FISCHER, G.; KRUG, T.; LEEMANS, R.; MORAN, E. F.; RINDFUSS, R. R.; SATO, Y.; SKOLE, D.; TURNER, B. L. II; VOGEL, C. Land-use and land-cover change (LUCC): **Implementation strategy**. IGBP Report No. 48, IHDP Report No. 10, Stockholm, Bonn, 1999.
- LAMBIN, E. F.; TURNER, B. L.; GEIST, H. J.; AGBOLA, S. B.; ANGELSEN, A. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global Environmental Change - Human and Policy Dimensions**, v. 11, p. 261-269, 2001.
- LAWRENCE, P. J. et al. Simulating the biogeochemical and biogeophysical impacts of transient land cover change and wood harvest in the Community Climate System Model (CCSM4) from 1850 to 2100. **Journal of Climate**, v. 25, n. 9, p. 3071-3095, 2012.
- MICHELOTTI, F. **Territórios de Produção Agromineral: Relações de poder e novos impasses na luta pela terra no sudeste paraense**. 2019. (Tese de doutorado) - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, UFRJ, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/42/teses/882757.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2024.
- MONTEIRO, M. A.; SILVA, R. P. Expansão geográfica, fronteira e regionalização: a região de Carajás. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie*. **Revista franco-brasileira de geografia**, n. 49, p. 1-16, 2021. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/35296>. Acesso em: 22 abr. 2024.
- MOTTA, R. S.; MENDONÇA, M. J. C.; NESPSTAD, D. C.; VERA DIAZ, M. C.; ALENCAR, A.; GOMES, J. C.; ORTIZ, R. A. **O custo econômico do fogo na Amazônia**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Texto para discussão, 912), Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2802>. Acesso em: 1 mar. 2024.
- SALES, G.; PEREIRA, J. L.; THALÊS, M.; POCCARD-CHAPUIS, R.; ALMEIDA, A. Emprego dos focos de calor na avaliação das queimadas e em incêndios florestais em Paragominas, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 14, n. 1, p. 55-77, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v14i1.140>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- TURNER, B. L. II; CLARK, W. C.; KATES, R. W.; RICHARDS, J. F.; MATHEWS, J. T.; MEYER, W. B. (Eds.). **The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere Over the Past 300 Years**. Cambridge University Press, Cambridge, 1990.

# CAPÍTULO IV

## ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS NA ZONA URBANA DE TERESINA – PI

### ANALYSIS OF THE GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF THREE TREE SPECIES IN THE URBAN AREA OF TERESINA – PI

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-4

Marcos Vinícius Carvalho de Castro <sup>1</sup>

Edson Osterne da Silva Santos <sup>2</sup>

Kauanny Allerrandra de Matos Nascimento <sup>3</sup>

Marlon Manoel Pereira Rocha <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – UFPI

<sup>2</sup> Mestrando em Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPI

<sup>3</sup> Graduada em Ciências biológicas. Universidade Estadual do Piauí - UESPI

<sup>4</sup> Graduado em Ciências biológicas. Universidade Estadual do Piauí – UESPI

#### RESUMO

Teresina, também conhecida como “cidade verde”, é a capital do estado do Piauí, contando um número de 866.300 habitantes segundo estimativa de 2024 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, compreendendo mais de 25% da população do estado do Piauí. A ocupação humana muitas vezes acontece de forma abrupta e desorganizada, a qual pode gerar impactos ambientais negativos. Desse modo, o objetivo do trabalho foi realizar um levantamento da distribuição geográfica de três espécies arbóreas na zona urbana de Teresina – PI, avaliando os traços ocorrentes e seus padrões de distribuição. A metodologia teve como: 1º Etapa: uso de pesquisa bibliográfica e documental; 2º Etapa: escolha dos bairros para a análise e desenvolvimento da pesquisa; 3º Etapa: seleção das espécies dos bairros definidos; 4º Etapa: uso do mapeamento da área por meio dos aplicativos do Google Maps e Google Earth, ocorreu a marcação da localidade da área dos espécimes pela qual estavam distribuídos e assim foi possível estabelecer os padrões de distribuição das espécies em questão; 5º Etapa: realização de trabalho de campo in loco. Já os procedimentos metodológicos tiveram como uso de pesquisa qualitativa e quantitativa envolvendo a construção de Quadros, Figuras e Gráficos para o desenvolvimento da análise dos dados.

**Palavras-chave:** Análise fitogeográfica. Atividade antrópica. Ambientes urbanos.

#### ABSTRACT

Teresina, also known as the “green city”, is the capital of the state of Piauí, with a population of 866,300 according to a 2024 estimate by the Brazilian Institute of Geography and Statistics – IBGE, comprising more than 25% of the population of the state of Piauí. Human occupation often occurs abruptly and disorganizedly, which can generate negative environmental impacts. Thus, the objective of the work was to carry out a survey of the geographic distribution of three tree species in the urban area of Teresina – PI, evaluating the occurring traits and their distribution patterns. The methodology had the following: 1st Stage: use of bibliographic and documentary research; 2nd Stage: choice of neighborhoods for analysis and development of the research; 3rd Stage: selection of species from the defined neighborhoods; 4th Stage: use of mapping of the area through the Google Maps and Google Earth applications, the location of the area of the specimens in which they were distributed was marked and thus it was possible to establish the distribution patterns of the species in question; 5th Stage: carrying out fieldwork on site. The methodological procedures used qualitative and quantitative research involving the construction of Tables, Figures and Graphs for the development of data analysis.

**Keywords:** Phytogeographic analysis. Anthropogenic activity. Urban environments.



## 1. INTRODUÇÃO

A cidade de Teresina está localizada na porção meio-norte nordestina, sendo a única capital da região que não é banhada pelo oceano, localizada nas mesorregiões do Centro Norte piauiense. A cidade é entre rios: Parnaíba e Poti, sendo o Parnaíba o maior deles, por isso a cidade também é conhecida como “Mesopotâmia” ou “Terra entre rios”, conforme visto no Plano diretor de Teresina – PI (2017).

Encontra-se em uma região de transição entre o bioma cerrado e o de caatinga, apresentando características mistas de ambos os biomas (Machado, 2010). Por se encontrar nessa posição geográfica de transição, acaba detendo um clima específico, que segundo o método de classificação climática de Koeppen (1978), possui um clima Aw, caracterizado por um clima tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (Medeiros; Cavalcanti; Duarte, 2020).

A cidade de Teresina, completou 172 anos em 2024, conta com 123 bairros oficiais, divididos administrativamente em cinco zonas: Centro, Leste, Sudeste, Norte e Sul, passando por um crescimento horizontal desordenado em suas zonas administrativas, que provoca grandes estragos à fauna e flora da região (Sousa; Assis, 2020).

Sobre a flora para Moraes et al., (2016), apresenta diversos benefícios para a sociedade, nos centros urbanos, a vegetação presente tem usos e funções bem específicas, sejam para a amenização da temperatura, manutenção da boa qualidade do ar, regulação hídrica, facilitação da mobilidade urbana e lazer. Muitas das vezes a vegetação nativa é substituída por outras, pois não realizam o papel que a sociedade deseja, gerando grandes impactos. As espécies exóticas invasoras são consideradas a segunda maior causa de extinção das espécies do planeta. A CDB (Convenção sobre diversidade biológica) em seu texto traz que se deve buscar evitar ao máximo a inserção de espécies exóticas que ameacem as espécies nativas.

O abrupto crescimento dos espaços urbanos tem grande influência na redução da vegetação, a qual o que se nota é uma redução mais acentuada nas espécies nativas. Segundo Pinheiro e Souza (2017), a justificativa para esta barbárie é o desenvolvimento urbano, uma das áreas que proporciona maiores danos para a vegetação é a construção de grandes condomínios, conseqüentemente gradativamente é retirada a cobertura vegetal e a substituição, muitas das vezes por espécies exóticas, quando acontece.

Dessa forma, é evidente a importância social que a flora urbana proporciona para a população, com uma melhor qualidade de vida, beneficiando a saúde, seja física com a prática de exercícios ao ar livre, seja social proporcionando maiores interações coletivas da comunidade (Szeremeta e Zannin, 2013).

Dentro deste tema, Romariz (2008), evidencia que a aerografia é o estudo da distribuição de um táxon em uma determinada área, por meio deste é possível inferir-se aspectos importantes da história e distribuição dos táxons em questão. Além disso, torna-se viável a partir de uma análise com foco na aerografia observar aspecto como a utilidade que a sociedade dá à vegetação, visto como ela a distribuiu em seu meio.

Segundo Morrone (2004, p.151), estabelece alguns conceitos básicos para o entendimento da Panbiogeografia no qual apresenta o conceito de traços, a qual “[...] consiste em uma linha que liga as localidades onde uma espécie ou táxon supraespecífico se distribui”. Além disso, o autor ainda traz que todo indivíduo da espécie que apresenta um porte médio é considerado traço individual, a sequência ininterrupta desse táxon forma um traço contínuo.

Diante disso, os objetivos específicos foram: Identificar as espécies arbóreas exóticas e nativas presentes nos bairros escolhidos; Comparar a distribuição geográfica das espécies escolhidas nos dois bairros; Analisar os fatores que influenciam a escolha e o plantio das espécies arbóreas na zona urbana de Teresina-PI e avaliar o impacto ambiental da predominância das espécies exóticas sobre as nativas.

## 2. METODOLOGIA

Este trabalho estudou a distribuição da flora em dois bairros de Teresina-PI, Jóquei e Tancredo Neves, com diferentes contextos e condições. Foram escolhidas três espécies de plantas, duas exóticas e uma nativa, que proporcionam sombreamento. Foram usados os aplicativos Google Maps e Google Earth para contar e marcar as plantas nas ruas e avenidas. A coleta de dados foi feita entre novembro de 2023 e janeiro de 2024.

### 2.1. SELEÇÃO DAS ÁREAS AMOSTRADAS

A execução deste trabalho buscou levar em consideração todos os bairros da capital Teresina-PI, todavia, algumas condições foram estabelecidas para a seleção de apenas dois bairros considerando os seguintes aspectos no Quadro 1.

Quadro 1. Critérios de avaliação de escolha dos Bairros.

Condições	Características
1°	Facilidade de acesso para coleta de dados.
2°	Os bairros serão de zonas diferentes da capital.
3°	Contexto de fundação e ocupação.
4°	Condições socioeconômicas distintas presentes nos dois bairros.
5°	Elementos da infraestrutura: verticalização, presença de comércios, restaurantes e entre outros elementos de infraestrutura.

Fonte: Dos Autores, 2024.

As áreas selecionadas foram: o Bairro Jóquei com grandes influências em órgãos públicos, responsáveis pelo planejamento e organização da distribuição da flora e o Bairro Tancredo Neves sendo este até o momento da pesquisa em 2023 carece de planejamento, pois em sua origem, não levou em consideração o planejamento do conjunto habitacional, em decorrência do movimento sem-terra, os teresinenses lutavam em busca de moradia, o que desencadeou o barateamento dos terrenos e a ocupação pelas pessoas.

## 2.2. SELEÇÃO DAS ESPÉCIES BOTÂNICAS

A escolha das espécies se dividiu em duas partes, na qual buscou-se escolher exóticas e nativas, dentro desses grupos buscou levar em consideração aspectos, como destacado no Quadro 2.

Quadro 2. Aspectos de escolha das espécies para análise.

Aspectos	Características
1°	Predominância das espécies.
2°	Facilidade no cultivo.
3°	Utilidades atreladas ao plantio na região.
4°	Espécies popularmente conhecidas.
5°	Velocidade de crescimento.
6°	Dimensão da copa.

Fonte: Dos Autores, 2024.

Em decorrência da constante urbanização da cidade de Teresina-PI tanto a população, assim como órgãos públicos, busca alternativas para arborização dos espaços urbanos, visando principalmente atender às suas necessidades. Entretanto, uma das principais necessidades observadas na escolha das espécies, tanto do Bairro Tancredo Neves como do Jóquei, são de sombreamento.



Levando em consideração tal informação foram escolhidas três espécies que têm sido utilizadas, em abundância, para a arborização da cidade (*Azadirachta indica*, *Terminalia catappa* Linn e *Cenostigma macrophyllum* Tul). Duas delas são espécies exóticas, a *Azadirachta indica*, também conhecida como “nim ou nem” e a *Terminalia catappa* Linn, popularmente conhecida como “Amendoeira-da-praia” ambas são originárias da Ásia. A *Terminalia catappa* Linn, contava com uma grande distribuição na capital, contudo, com as propagandas dos benefícios que o *Azadirachta indica*, como diversas propriedades medicinais, cosméticas e agrícolas, notou-se uma substituição das espécies.

Segundo Machado et al., (2006), o *Cenostigma macrophyllum* Tul, é uma árvore nativa, trazendo consigo também a função de proporcionar um bom sombreamento. No entanto, a população da Capital não preservou essas espécies, sendo ela chamada popularmente de “caneleiro”. Na Figura 1 pode-se observar as três espécies escolhidas para essa pesquisa.

Figura 1 – Mosaico com as espécies escolhidas dos bairros. A – *Cenostigma macrophyllum* Tul; B – *Terminalia catappa* Linn; C – *Azadirachta indica*.



Fonte: Dos Autores, 2024.

No entanto, mesmo como as propagandas dos benefícios que o *Azadirachta indica*, é válido destacar os prejuízos dessa espécie no ambiente, o *Azadirachta indica*, é um inseticida natural inibindo o comportamento dos insetos que terão contato com essa espécie de flora, pois dado como exemplo vemos a redução do número de “abelhas” em uma escala mais ampla em várias regiões do Brasil e do mundo dentre elas temos o estado do Piauí. As “abelhas” ou *Apis mellifera*, são uma das mais importantes polinizadores da natureza.



É de extrema importância lutar para a permanência da espécie *Cenostigma macrophyllum* Tul, no município de Teresina, pois como visto nos dados históricos essa árvore foi considerada o símbolo de Teresina em 1993, por decreto do então prefeito Raimundo Wall Ferraz. Já em relação a Biodiversidade em geral, ela é rica em néctar e pólen para o equilíbrio de diferentes espécies, inclusive as “abelhas”. Assim como a *Terminalia catappa* Linn, mesmo essa sendo estrangeira também ajuda na manutenção do meio ambiente sobre muitas espécies nativas e exóticas, além de outros polinizadores.

### **2.3. CONTAGEM DOS POVOAMENTOS**

A contagem dos povoadamentos se deu por meio da análise rua a rua utilizando os aplicativos: Google Maps e Google Earth, os quais forneceram imagens recentes dos locais, permitindo assim realizar a contagem dos espécimes. Além disso, aconteceram passeios nas localidades nas vias que não contavam com as atualizações. Em contrapartida, as espécies vegetais que se localizam em propriedades privadas não foram contabilizadas, visto que a pesquisa se limitou a regiões públicas, como as ruas e avenidas. Ademais, as árvores que estão localizadas à beira rio também não foram contabilizadas devido serem de difícil acesso.

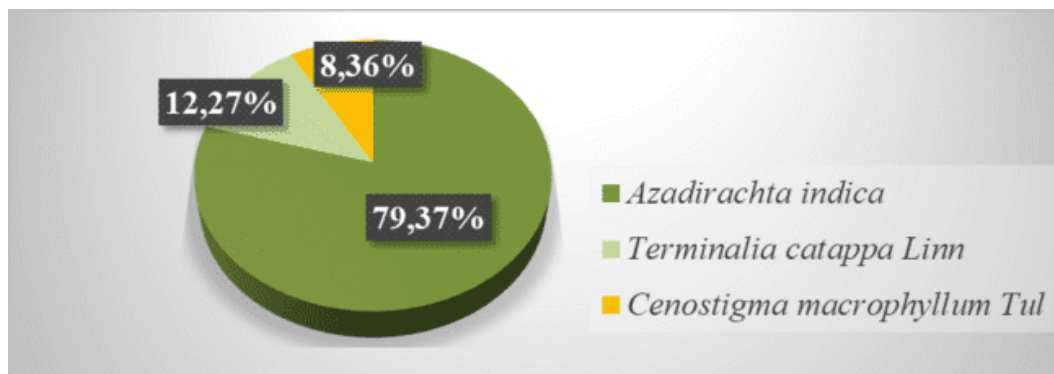
### **2.4. REGISTRO DE DADOS**

As localizações de cada espécie foram marcadas nos próprios aplicativos do Google Maps e Google Earth, o qual por meio do aplicativo de edição de imagem foi possível traçar linhas contínuas ou linhas que apresentem a descontinuidade na distribuição de um determinado espécime. Além disso, é interessante pontuar que a data da coleta de dados foi de novembro de 2023 até janeiro de 2024, tendo consigo visitas em regiões pontuais dos bairros e a verificação por meio dos aplicativos que estão com as vias analisadas com atualizações de imagem recente, dentro do período de 2018 a 2023.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com os resultados é possível visualizar certos padrões na distribuição das espécies mesmo em bairros tão diferentes, a isso se dá a atuação antrópica que modelou a distribuição da vegetação nos bairros de acordo com seu uso principal. A F (%) Frequência das espécies está alinhada a (Qt) Quantidade e a (Qt/km<sup>2</sup>) Quantidade por quilômetro quadrado da área estudada no Bairro Jóquei em Teresina no estado do Piauí. Como destacado no Gráfico 1.

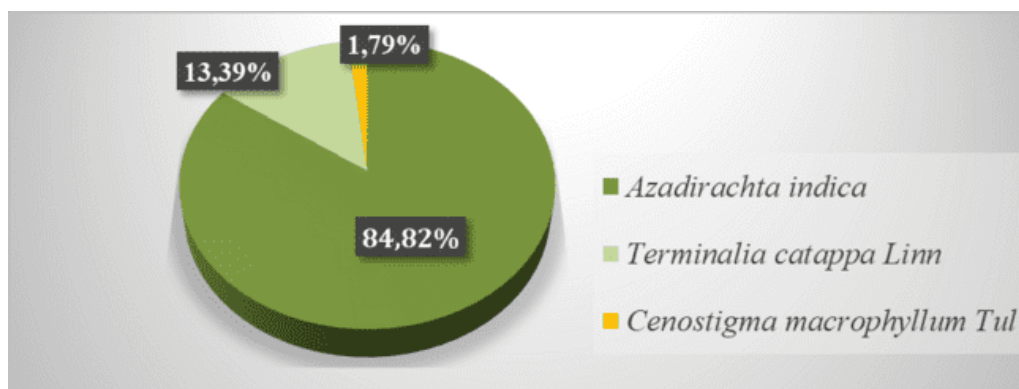
Gráfico 1. Frequência das espécies no Bairro Jóquei em Teresina – PI.



Fonte: Dos Autores, 2024.

Já a F (%) Frequência das espécies do Bairro Tancredo Neves também está alinhada a (Qt) Quantidade e a (Qt/km<sup>2</sup>) Quantidade por quilômetro quadrado da área estudada em Teresina no estado do Piauí. Como destacado no Gráfico 2.

Gráfico 2. Frequência das espécies no Bairro Tancredo Neves em Teresina – PI.



Fonte: Dos Autores, 2024.

A análise dos padrões de distribuição permite levantar hipóteses sobre como se deu a sua ocupação e o seu uso nos bairros, como será visto.

### 3.1. ÁREAS DE ESTUDO

Antes de adentrar nas áreas de estudo, é importante definir o conceito de paisagem sobre o espaço. A disputa desses espaços é definida por Sorre (1967), a qual tem a função de descrever a paisagem como ecúmeno, sendo essa dos espaços terrestres voltado aos gêneros de vida e estudos das técnicas usando como ferramenta importante a imaginação. O espaço é visto como localização e extensão, ou seja, o espaço se caracteriza segundo seus aspectos geográficos ao longo de sua extensão territorial definida segundo cada localização.

Em Pierre George (1968) prossegue com a mesma linha de raciocínio de Sorre (1967), porém em seus estudos é acrescentado que a análise da diferença dos lugares é mais

importante do que por unidade. Desta maneira depois deste posicionamento se aproxima de Hartshorne (1978), a qual o objeto de estudo da geografia é a diferenciação de áreas.

A área de estudo do Bairro Jóquei conta com uma área aproximada de 1,57 km<sup>2</sup>, divididas em 40 ruas, contando com avenidas muito conhecidas, como é o caso das Av. Nossa Senhora de Fátima; Av. Jockey, Av. Homero Castelo Branco e Av. Senador Area Leão. É possível observar que se trata de um bairro no qual há muitas residências, contudo há bastante apartamentos tendo uma cobertura vegetal reduzida e pontual. Como observado na Figura 2.

Figura 2. Imagem de satélite do Bairro Jóquei em Teresina - PI.



Fonte: Google Earth, 2024.

Já na área de estudo do Bairro Tancredo Neves conta com uma área aproximada de 711.300 m<sup>2</sup>, dividida em 11 ruas, tendo um trecho da BR-226 como parte do bairro, área com grande tráfego de veículos de carga. é notório que há uma região com ampla cobertura vegetal, todavia, a área residencial por meio da Imagem abaixo não é possível observar tanta vegetação.

Figura 3. Imagem de satélite do Bairro Tancredo Neves em Teresina - PI.



Fonte: Google Earth, 2024.



Nesse sentido, para maior compreensão desses espaços, trazemos o conceito de espaço segundo Corrêa (1982), o espaço geográfico abrange a superfície da terra, sendo esta a morada da sociedade. Os proprietários dos meios de produção e o estado seriam os atores principais por conta da visão do acúmulo de capital e de certa forma a reprodução da força de trabalho.

### 3.2. REPRESENTAÇÃO DOS TRAÇOS EM EXTENSÃO E LIMITES

O Bairro Jóquei por possuir uma área maior, quase o dobro em relação ao Tancredo Neves possui também maior número de indivíduos, contudo analisando as espécies em questão observa-se que dentro do universo das três espécies a prevalência da *Azadirachta indica*, é maior no Tancredo Neves, a qual chega a ter uma frequência de 84.82% como demonstrado anteriormente no Gráfico 2.

A espécie *Azadirachta indica*, foi encontrada em todos os pontos do bairro do Jóquei, com regiões em que a sua presença era reduzida, onde se concentrava as casas residenciais e outras em que foi encontrada de forma intensificada, regiões de bares, restaurantes e aos arredores dos apartamentos, entretanto no Bairro Tancredo Neves se concentrou somente na região residencial, como destaca a Figura 4.

Figura 4. Distribuição das espécies no Bairro Jóquei e Tancredo Neves. A – Imagem de satélite do bairro Jóquei em Teresina – PI, observando os padrões de distribuição das espécies; B – Imagem de satélite do bairro Tancredo Neves em Teresina – PI.



Fonte: Google Earth, 2024.

No Bairro Jóquei, assim como observa-se na Figura 4A é possível identificar que a *Azadirachta indica*, se concentra um crescimento vertical intenso, sendo possível a identificação de diversos traços contínuos, isso deve às funções da *Azadirachta indica*, nessas

localidades que são tanto para a sombra de veículos como para o paisagismo do local, uma vez que ganham diferentes formas devido a poda. No Bairro Tancredo Neves foi visualizado um fenômeno semelhante, no qual a *Azadirachta indica*, apresentou uma distribuição ampla com a formação de traços contínuos conforme na Figura 4B.

Entende-se como justificativa da expansão da *Azadirachta indica*, as necessidades da população, uma vez que na coleta de dados foram vistos diversos carros aproveitando a sombra dessa espécie. Além disso, como dito em Viana et al., (2006), os incentivos midiáticos evidenciaram os benefícios do *Azadirachta indica*, como a ação inseticida do *Aedes Aegypt* na época de maior registro de casos de Dengue, Chicungunha e Zika, tendo acrescido a suspeita de crianças que nasceram com microcefalia, devido as mães contraírem as infecções durante o período de gestação.

A espécie *Terminalia catappa* Linn, foi muito presente na capital, no entanto com a utilização frequente da *Azadirachta indica*, a *Terminalia catappa* Linn, foi perdendo o seu espaço, uma evidência desse fator são os dados colhidos no trabalho, como por exemplo o número reduzido, a presença de exemplares da espécie em tamanho elevado  $\cong$  8 metros e com o caule bem espesso. Como destacado na Figura 5.

Figura 5. Imagens de satélite do Bairro Jóquei. A – Imagem da localização com apartamentos e uma via de grande importância da Av Elias João Tajra, Jóquei, Teresina - PI; B – Localização mais periférica com poucos apartamentos e a via de grande importância do bairro na Av. Jóquei Clube.



Fonte: Google Earth, 2024.

A Figura 5A, evidencia uma região do Bairro Jóquei com grande concentração de edifícios e o que se observa nessa área é a prevalência da *Azadirachta indica*, além disso, é possível observar a formação de diversos traços contínuos. Vale a pena destacar na região

inferior da Figura 5A uma sequência de *Cenostigma macrophyllum* Tul, na qual se localiza em uma via importante do bairro.

Dando sequência, o que se apresenta na Figura 5B é uma região mais periférica do Bairro Jóquei e o que se nota é a redução dos indivíduos das espécies analisadas e não mais uma dominância da *Azadirachta indica*. Cabe ressaltar ainda que a Figura 5B contempla uma área mais residencial e o que capta é a quase total ausência desses indivíduos, e o que se constatou no momento da coleta de dados foi a dominância de espécies de pequeno porte de uso decorativo.

No bairro Jóquei foi perceptível a concentração de vários indivíduos de *Terminalia catappa* Linn, em regiões periféricas do bairro, já no Tancredo Neves a *Terminalia catappa* Linn, é cultivada na parte mais central do bairro, junto com a espécie *Azadirachta indica*. As espécies de *Terminalia catappa* Linn, têm sua utilização principalmente para a sombra, uma vez que da mesma forma da *Azadirachta indica*, foram encontrados veículos abaixo deles.

A espécie *Cenostigma macrophyllum* Tul, foi encontrada nos dois bairros tendo poucos espécimes. No bairro Jóquei a *Cenostigma macrophyllum* Tul, foi encontrado somente em pontos específicos, no meio fio da separação do sentido das vias de avenidas importantes e em uma praça do bairro, logo, percebe-se que é de preocupação dos órgãos públicos responsáveis pelo plantio, manter a fauna local e preservar a biodiversidade. No bairro Tancredo Neves foram encontrados somente 2 indivíduos em um ponto de ônibus, evidenciando que no local não há interesse em manter a fauna local por parte da população e nem de órgãos públicos.

Segundo Machado et al., (2006), a *Cenostigma macrophyllum* Tul, são uma planta nativa que não foi acolhida na capital sendo substituída por outras espécies, muitas vezes exóticas como é o caso do *Azadirachta indica* e *Terminalia catappa* Linn. É uma espécie vegetal que apresenta o tronco classificado como ereto, cilíndrico com várias depressões, uma copa com formato piramidal, bastante ramificada e ampla, apresentando uma floração bem chamativa.

### **3.3. PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS ESPÉCIES**

Os padrões de distribuição estabelecidos foram elaborados com base em uma média das suas presenças nos bairros, essa média é obtida a partir da frequência, valores estes possíveis de serem observados no Quadro 3. Sendo assim, quando o valor é superior a 20%

considera-se uma distribuição ampla, além disso, quando a frequência for menor que 20% serão consideradas a sua distribuição reduzida e abaixo de 10% será restrito.

Quadro 3. Coleta de dados dos bairros Jóquei e Tancredo Neves. (Qt) Quantidade. F (%) Frequência das espécies. (Qt/km<sup>2</sup>) Quantidade por quilômetro quadrado.

Jóquei	Qt	F (%)	Qt/km <sup>2</sup>	Tancredo Neves	Qt	F (%)	Qt/km <sup>2</sup>
<i>Azadirachta indica</i>	427	79.37	0,27	<i>Azadirachta indica</i>	95	84.82	0,13
<i>Terminalia catappa</i> Linn	66	12.27	0,04	<i>Terminalia catappa</i> Linn	15	13.39	0,02
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul	45	8.36	0,03	<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul	2	1.79	0,003
<b>Total</b>	538			<b>Total</b>	112		

Fonte: Dos autores, 2024.

A *Azadirachta indica*, apresenta uma distribuição ampla nos bairros analisados com diversos traços contínuos. Já a *Terminalia catappa* Linn, apresenta uma distribuição reduzida, e não possui traços contínuos em nenhum dos dois bairros. A *Cenostigma macrophyllum* Tul, apresenta uma distribuição restrita nos bairros com alguns traços de continuidade em vias públicas no bairro Jóquei e no bairro Tancredo Neves não há traços de continuidade sendo formados por este espécime.

Quando se constata o parâmetro de densidade de cada árvore é possível observar que a *Azadirachta indica*, em ambos os bairros é dominante, seguido da *Terminalia catappa* Linn, e em último a *Cenostigma macrophyllum* Tul. Além disso, tem mais que o dobro de *Azadirachta indica*, no Jóquei por km<sup>2</sup> no Tancredo Neves. Quando se observa a *Cenostigma macrophyllum* Tul, uma árvore nativa, é possível notar um aumento de 10 vezes a sua presença no Jóquei por km<sup>2</sup> em relação ao Tancredo Neves. Reforçando que a biodiversidade está se perdendo e as árvores nativas estão perdendo lugar para as exóticas.

Vale ressaltar que o padrão de distribuição das espécies estudadas não reflete seus sucessos adaptacionais ao meio, visto que, a sua inserção é devido a ação antrópica que influencia diretamente os locais onde teve uma maior ou menor predominância. Contudo, com objetivo de evitar confusões, cabe reforçar que todas as espécies estudadas têm o clima



Tropical semiúmido que é favorável para o seu desenvolvimento semelhante nas áreas estudadas.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notório uma prevalência das espécies exóticas *Azadirachta indica* e *Terminalia catappa* Linn, nos bairros analisados sendo superior em demasia comparação a espécie *Cenostigma macrophyllum* Tul, que é nativa da flora da capital do Piauí. Isso deve-se conseqüentemente à falta de conhecimento sobre a relevância da preservação da vegetação típica das áreas analisadas e a manutenção da biodiversidade.

Entretanto, identifica-se uma tentativa da prefeitura e demais órgãos públicos responsáveis de introduzir espécies nativas, como é o caso da *Cenostigma macrophyllum* Tul, em áreas recentemente revitalizadas. Portanto, é evidente o interesse da população em espécies vegetais, principalmente, *Azadirachta indica*, em decorrência da melhora estética dos ambientes, sombreamento o que conseqüente influência na diminuição da temperatura e dos ruídos visto que se trata de uma cidade urbanizada.

#### REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.; LIMA, F; SANTOS, J. **A luta por moradia em Teresina na década de 1980:** formação das vilas Tancredo e Risoleta Neves. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7, p. 47170-47177, 2020.
- CARVALHO, D.; FAÇANHA, A. **O processo de verticalização do bairro Jóquei na cidade de Teresina/PI:** formação, agentes e produção do espaço. *Geografia e Pesquisa*, v. 9, n. 1, 2015.
- CORRÊA, R. L. **O espaço geográfico:** algumas considerações. In: SANTOS, Milton (Org.). *Novos rumos da Geografia brasileira*. São Paulo: Hucitec, 1982.
- COSTA, I.; SILVEIRA, A. **Análise pós-ocupação de áreas livres do conjunto habitacional Tancredo Neves, Teresina-PI.** Encontro Nacional De Tecnologia No Ambiente Construído, p. 2065-2073, 2018.
- FAÇANHA, A. **A evolução urbana de Teresina:** passado, presente e futuro. *Carta Cepro*, v. 22, n. 1, p. 59-69, 2003.
- GEORGE, P. **A ação do homem.** São Paulo: Difel, s/d. [1968].
- HARTSHORNE, R. **Propósitos e natureza da Geografia.** 2 ed. São Paulo: Hucitec, 1978.

- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2024**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.
- LEITURA TÉCNICA. **Revisão e atualização do plano diretor do município de Teresina – PI**. 2º produto. Teresina: Prefeitura Municipal de Teresina, 2017.
- MACHADO, R; MEUNIER, I; SILVA, J; CASTRO, A. **Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí**. Revista Da Sociedade Brasileira De Arborização Urbana, Vol. 1, n. 1 , 2006.
- MACHADO, R. **Diversidade arbóreo-arbustiva da Caatinga e Cerrado piauienses: uma aplicação ao meio urbano**. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010. Acesso em: 10 jan. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6217>.
- MEDEIROS, R.; CAVALCANTI, E.; DUARTE, J. **Classificação climática de Koeppen para o estado do Piauí - Brasil**. Revista Equador. Vol. 9, Nº 3, p.82 - 99. 2020.
- MORAIS, L.; ALMEIDA, F.; ARAÚJO, M. **Arborização do canteiro central da avenida frei serafim, TERESINA-PI: Análise quali-quantitativa**. Revista Equador (UFPI), Vol. 5, Nº 3 (Edição Especial 02), p.78-98.
- PINHEIRO, C.; SOUZA, D. **A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima**. R. Gest. Sust. Ambient., Florianópolis, V. 6, N. 1, P. 67 - 82, abr./set. 2017.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- QGIS, **Sistema de Informação Geográfica**. Versão 3.10.3 [S.L]: [https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/forusers/download.html](https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html) QGIS Development Team, 2019.
- ROMARIZ, D. **Biogeografia**. Scortecci Editora. 1. ed. 2008.
- SORRE, M. **El hombre en la Tierra**. Barcelona: Labor, 1967. [1961].
- SZEREMETA, B.; ZANNIN, P. **A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades**. R. RA'E GA, Curitiba, V.29, P.177-193, dez/2013.
- SOUSA, P.; ASSIS, R. **Cruzando a cidade: o transporte urbano sobre trilhos em Teresina - PI. Geografia: Publicações Avulsas**. Universidade Federal do Piauí, Teresina, v.2, n. 1, p. 105-125, jan./jun. 2020.
- VIANA, P.; PRATES, H.; RIBEIRO, P. **Uso do Extrato Aquoso de Folhas de NIM para o Controle de Spodoptera frugiperda na Cultura do Milho**. Minas Gerais, dez. 2006.

# CAPÍTULO V

## ANÁLISE DA PEGADA HÍDRICA PARA A PRODUÇÃO DO ALGODÃO NA REGIÃO DO EXTREMO OESTE BAIANO ENTRE 2013-2023

### WATER FOOTPRINT ANALYSIS FOR COTTON PRODUCTION IN THE FAR WEST BAIANO REGION BETWEEN 2013-2023

DOI: 10.51859/amplla.mas4412-5

Edilene de Jesus Santos<sup>1</sup>  
Maíra Ferraz de Oliveira Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutora em Economia. Professora do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas (DCIS) da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

<sup>2</sup> Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professora do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas (DCSA) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

#### RESUMO

A segurança hídrica e resiliência ao clima constitui o debate mais recente em relação ao uso da água. Os eventos climáticos extremos têm causado profundas alterações no ciclo hidrológico global, trazendo incerteza significativa à disponibilidade hídrica em muitas regiões do planeta. No Brasil, a intensificação desses eventos extremos culminou em chuvas acentuadas no Sul e em seca no Norte e no Nordeste. A Bahia é uma das unidades da federação que possui as maiores demandas de retirada de água no país, particularmente para a irrigação por pivôs centrais e criação de caprinos e ovinos. Nessa perspectiva, o objetivo deste estudo é estimar as pegadas hídricas azul, verde e cinza da produção do algodão em municípios selecionados da mesorregião do Extremo Oeste Baiano com a finalidade de discutir a dinâmica regional e nacional considerando o aumento e expansão da produção do algodão no Extremo Oeste Baiano. Os resultados demonstraram que apesar da redução de 57,0%, 28,8% e 20,0% no consumo da água azul, verde e cinza, respectivamente, em relação ao ano de 2013, de modo geral, percebe-se aumento no consumo de água cinza, usada para diluir os resíduos presentes com a produção desta cultura, o que representa grande preocupação ambiental em termos de consumo e exportação da água.

**Palavras-chave:** Bahia. Agropecuária. Água. Mudanças Climáticas.

#### ABSTRACT

Water security and climate resilience constitute the most recent debate regarding water use. Extreme climate events have caused profound changes in the global hydrological cycle, bringing significant uncertainty to water availability in many regions of the planet. In Brazil, the intensification of these extreme events has resulted in heavy rainfall in the South and drought in the North and Northeast. Bahia is one of the federal units with the highest water withdrawal demands in the country, particularly for irrigation through center pivots and the raising of goats and sheep. In this perspective, the objective of this study is to estimate the blue, green, and gray water footprints of cotton production in selected municipalities of the Extreme West of Bahia, with the aim of discussing regional and national dynamics considering the increase and expansion of cotton production in this area. The results demonstrated that despite a reduction of 57.0%, 28.8%, and 20.0% in the consumption of blue, green, and gray water, respectively, compared to 2013, there is an overall increase in gray water consumption, which is used to dilute the residues associated with this crop's production. This represents a significant environmental concern in terms of water consumption and export.

**Keywords :** Bahia. Agribusiness. Water. Climate change.

## 1. INTRODUÇÃO

A segurança hídrica constitui um dos elementos centrais no contexto das mudanças climáticas, especialmente para o debate sobre o desenvolvimento resiliente ao clima. As alterações climáticas antropogênicas contribuem para a ocorrência, cada vez mais frequente, de eventos extremos, como inundações substanciais e secas prolongadas, provocados por modificações importantes no ciclo hidrológico global, e, conseqüentemente, nos padrões de precipitação em todo o mundo.

O relatório do sexto ciclo de avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), em seu quarto capítulo relativo à água, aponta que a intensificação do ciclo hidrológico, decorrente da mudança climática antropogênica, gera impactos multifacetados e severos para a qualidade ambiental, o desenvolvimento econômico e o bem-estar social, considerando que muitos aspectos da economia, meio ambiente e sociedade são dependentes de recursos hídricos (Caretta et al., 2022).

A respeito dos impactos sobre a agricultura, os autores destacam que 23% das terras agrícolas no mundo são irrigadas, sendo que, dessas, 68% sofrem escassez de água azul pelo menos um mês e 37% até cinco meses no ano. Essa escassez de água agrícola é vivenciada principalmente em áreas propensas à seca em países de baixa renda.

Caretta et al. (2022) afirmam ainda que a seca foi apontada como um dos principais impulsionadores das reduções de rendimento das culturas agrícolas globalmente. Aproximadamente três quartos das áreas colhidas globais (454 milhões de hectares) sofreram perdas de rendimento induzidas pela seca entre 1983 e 2009. O clima médio e os extremos climáticos são responsáveis por 20–49% da variação das anomalias de rendimento, com 18–45% dessa variação atribuível a secas e ondas de calor.

Quanto às inundações, os autores revelam que o evento provoca quebra de colheita e contaminação das culturas e por fungos e que a precipitação extrema pode levar ao aumento de inundações superficiais, alagamentos, erosão do solo e suscetibilidade à salinização. Sobre a produção pecuária constatam que os eventos climáticos extremos provocam a mudança de sazonalidade, aumento da frequência de secas, aumento das temperaturas e doenças e parasitas transmitidos por vetores por meio de mudanças na disponibilidade geral, bem como redução do valor nutricional de forragens e culturas de ração.

No Brasil, de acordo com o relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2023, produzido pela Agência Nacional de Águas (ANA), houve uma intensificação dos eventos climáticos extremos entre 2022 e 2023 que culminou em chuvas extremas no Sul e em seca no Norte e no Nordeste. A associação do El Niño, em 2023, com o aquecimento das águas do Oceano Atlântico Tropical Norte favoreceu chuvas abaixo da média, resultando em níveis mínimos históricos de rios do Norte no último ano.

O relatório aponta que no ano de 2022, a retirada total de água estimada no país foi de 2.035,2 m<sup>3</sup>/s ou 64,18 trilhões de litros no ano. Os principais usos de água no Brasil, que utilizaram cerca de 84% do volume de água retirada, foram a irrigação (50,5%), o abastecimento urbano (23,9%) e a indústria (9,4%). Outros usos considerados foram o uso animal (8%), as termelétricas (5%), o abastecimento rural (1,6%) e a mineração (1,6%).

Além disso, no mesmo ano, mais de 1,5 milhão de pessoas foram afetadas por cheias (alagamentos, enxurradas e inundações). Por outro lado, cerca de 7 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens (fenômenos mais passageiros), sendo que aproximadamente metade delas vivem no Nordeste, região que contabilizou 45% dos registros desse tipo de fenômeno no país (ANA, 2024).

Ainda segundo a ANA (2024), a Bahia é uma das unidades da federação que possui as maiores demandas de retirada de água no Brasil, e juntamente com o Minas Gerais, destaca-se a demanda para irrigação por pivôs centrais. Quanto à demanda para criação de caprinos e ovinos está também entre os maiores demandantes junto com Pernambuco, Piauí e Ceará, com destaque também para toda a Bacia do Rio São Francisco.

Assim, no contexto de mudanças climáticas e aumento da demanda mundial de água aumenta a importância das análises sobre o consumo desse recurso natural. Um dos fatores que contribuem para o aumento da escassez hídrica é o crescente consumo per capita de água, principalmente devido ao avanço da agricultura irrigada. Enquanto Marques Filho (2016) relacionam a utilização dos recursos hídricos à desigualdade de distribuição e do uso desse recurso, Hokestra e Chapagain (2008) a atribuem ao consumo final dos consumidores.

Nesse contexto, a Pegada Hídrica é considerada uma ferramenta importante para análise e estimativa do consumo de água (HOEKSTRA et al., 2011). A premissa metodológica da pegada hídrica é contribuir para a compreensão dos efeitos da escassez de água, com a finalidade de estimular alternativas para capazes de melhorar a gestão hídrica desse recurso (HOEKSTRA et al., 2011).

A pegada hídrica tem despertado o interesse de pesquisadores no Brasil, sobretudo, em regiões que desenvolvem atividades agropecuárias intensivas em consumo de água. O conceito de pegada hídrica é abordado como indicador do consumo de água de pessoas e produtos em diversas partes do mundo (ZHAO et al., 2009; ROMAGUERA et al., 2010; FENG et al., 2011).

O objetivo deste artigo é calcular as pegadas hídricas azul, verde e cinza da produção do algodão para os municípios de Barreiras, São Desidério, Formosa do Rio Preto e Luís Eduardo Magalhães, localizados na mesorregião do Extremo Oeste Baiano, localizada no estado da Bahia.

Os critérios de escolha para a análise nos quatro municípios, foram estabelecidos a partir do destaque na concentração de destinação de crédito rural, maior área plantada e volume de produção da soja no estado, classificação no ranking dos municípios que mais sofreram com aumento do desmatamento associado a concentração de terras e consumo elevado de agrotóxicos (SANTOS, 2022). O período analisado compreende o aumento e expansão da produção do algodão nesses municípios, destacando-os no cenário regional e nacional.

O texto do artigo está organizado em 5 seções, além da introdução. Na primeira seção busca-se apresentar os dados sobre a produção do algodão no estado da Bahia. Na segunda seção realiza-se uma discussão sobre o conceito da pegada hídrica e a importância da sua análise. A terceira seção discute-se os parâmetros para o cálculo da pegada hídrica. Na quarta seção apresenta-se os resultados. Na quinta, e última, seção apresenta-se as considerações finais.

## **2. A PRODUÇÃO DE ALGODÃO NO EXTREMO OESTE BAIANO**

A consolidação da área destinada ao cultivo de algodão pode ser analisada com base na expansão da área plantada. A região Oeste da Bahia é um dos principais polos agroexportadores do Brasil, destacando-se as lavouras de soja, milho e algodão. A mesorregião Oeste baiano é formada por 24 municípios distribuídos em três microrregiões, a saber, Barreiras, Cotegipe e Santa Maria da Vitória (Figura 1).

Figura 1. Mapas do Extremo Oeste Baiano, Mesorregiões e Microrregiões da Bahia



Fonte. FAEB (2022) e Rainer Lesniewski (direitos autorais: iStock)

Parte da mesorregião Extremo Oeste da Bahia está localizada no bioma Cerrado do estado e abrange os municípios de Formosa do Rio Preto, Riachão das Neves, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras, São Desidério, Correntina, Jaborandi, Cocos e Baianópolis. A região Oeste apresenta uma estação seca (maio a setembro) e outra chuvosa (outubro a abril), além de uma forte radiação e disponibilidade hídrica (FALEIRO, 2016).

O território do Oeste baiano, constituído em sua maior parte por planície e baixa declividade, está localizado à esquerda do Rio São Francisco e é banhado pelas bacias dos rios Grande, Preto, Corrente e Carinhanha (BRANDÃO, 2010).

Até a década de 1950, predominavam na região Oeste a agricultura de subsistência e a pecuária extensiva com a criação de gado e urbanização incipiente caracterizada por pequenos vilarejos. Esse contexto mudou para um processo de desenvolvimento econômico estimulado por programas governamentais como a construção de rodovias federais e a construção da cidade de Brasília (SANTOS; VALE; LOBÃO, 2012).

Segundo Alves *et al.* (2019), as mesorregiões do estado da Bahia possuem as principais estruturas produtivas proporcionadas por políticas regionais voltadas ao desenvolvimento da região Nordeste ao longo do tempo. Tais políticas cumpriram a sua função, que de acordo com Albuquerque (2014), são capazes de reduzir os desequilíbrios inter-regionais ou entre regiões, e a fomentar o crescimento das regiões menos desenvolvidas.

No oeste baiano, o agronegócio cresceu a partir da primeira metade da década de 1980, estimulado pela migração de agricultores dos três estados da região sul do Brasil. Estes

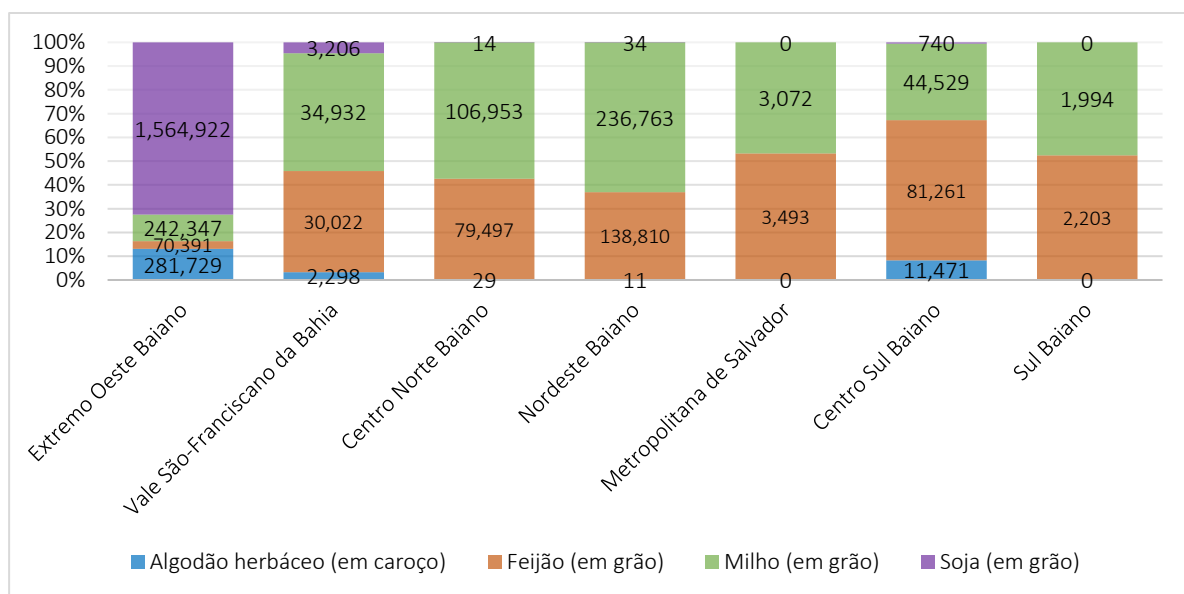


agricultores introduziram técnicas de cultivo de grãos, sobretudo a soja. O acesso a crédito agrícola e a oferta de terras subsidiadas, provimento de infraestrutura e o desenvolvimento de tecnologias tornaram possível a expansão da fronteira agrícola na região (PASSOS; ROCHA; HADLICH, 2010).

Os dados do Gráfico 1 mostram a distribuição da área em hectares referente à produção de grãos entre as mesorregiões baianas. A média da área plantada de cada cultura, considerando o período de 2013 a 2023, revela que a maior parcela da produção de algodão e soja no estado está concentrada na mesorregião do Extremo Oeste Baiano. No caso da cultura do feijão a região é a quarta maior produtora do estado da Bahia, atrás das mesorregiões do Nordeste, Centro Sul e Centro Norte Baiano. Com relação à cultura do milho, o Extremo Oeste é o segundo maior produtor atrás apenas da mesorregião do Nordeste Baiano.

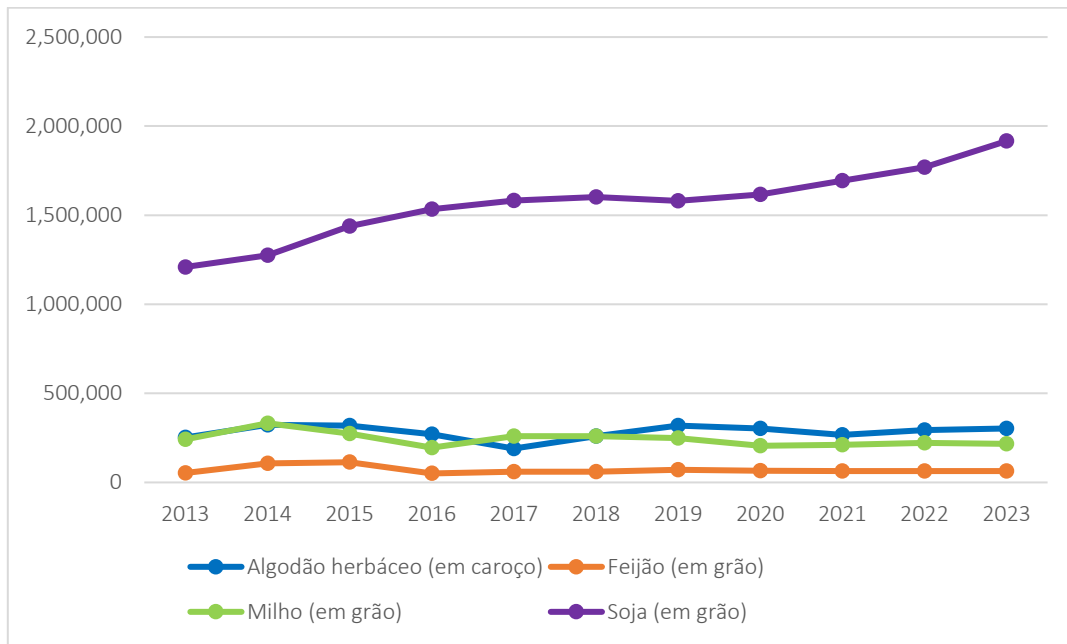
O Gráfico 2 demonstra a evolução da área plantada de grãos e algodão na mesorregião do Extremo Oeste Baiano no período de 2013 a 2023. Essa produção, especificamente do milho, soja, algodão e feijão, se desenvolveu numa área total que variou entre 1.755.460 ha (2013) e 2.498.347ha (2023). Considerando a área plantada total com lavouras temporárias no estado da Bahia (3.649.048ha) a área destinada à produção das lavouras selecionadas (milho, soja, algodão e feijão), apenas no Extremo Oeste Baiano, representou 68% do total estadual de todas as lavouras temporárias.

Gráfico 1. Distribuição da área plantada destinada produção de grãos e algodão no estado da Bahia, em hectares, por mesorregiões, média entre 2013-2023.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do PAM/IBGE (2024).

Gráfico 2. Evolução da área plantada de grãos e algodão no Extremo Oeste Baiano, em hectares, 2013 a 2023

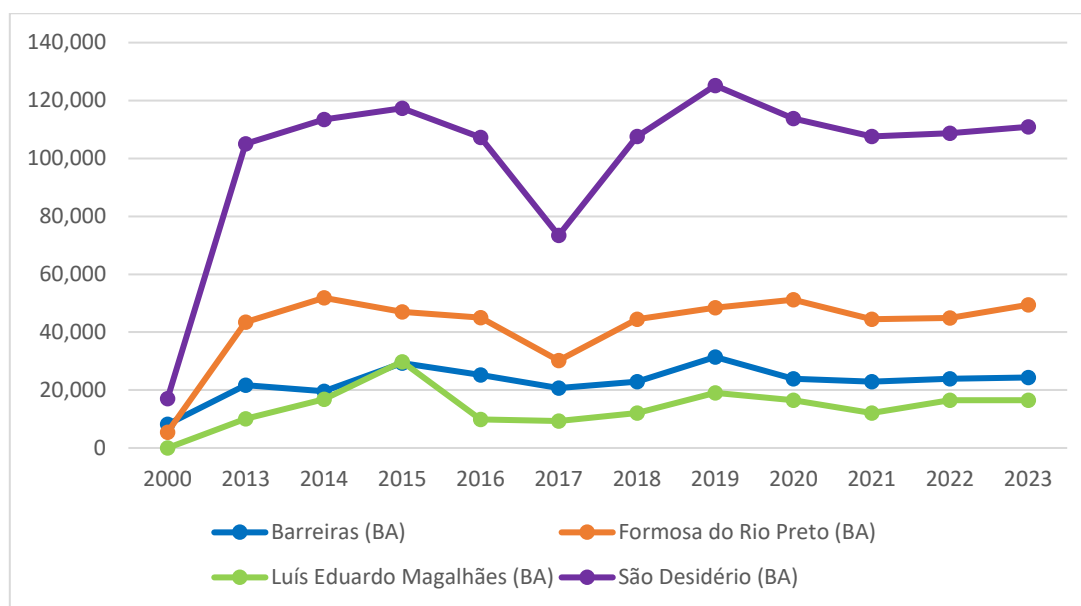


Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do PAM/IBGE (2024).

Observando o Gráfico 2, verifica-se que as culturas da soja e do algodão se expandiram no período, enquanto a cultura do milho se retraiu e a do feijão permaneceu estável na mesorregião. Em 2023 a área plantada com grãos no Extremo Oeste Baiano correspondia 76,2% do total do estado, sendo 96,7% dessa área destinada à cultura do algodão, 18,5% do feijão, 31,1% do milho e 99,6% da soja produzidos na Bahia.

O Gráfico 3 apresenta a evolução da área plantada com algodão do Extremo Oeste Baiano durante o período de 2013 a 2023. Segundo o IBGE (2023), os municípios de Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Barreiras e São Desidério possuíam juntos 64,4% da área total plantada no estado no ano de 2023. Os municípios de Formosa do Rio Preto e São Desidério totalizavam em 2023, 49.390 ha e 110.897 ha de área plantada com algodão, respectivamente, expansão de 801% e 550% em relação a 2000. Em 2000 o município de São Desidério contava com 17.061 ha, já em 2023 esta área atingiu a 110.897 ha.

Gráfico 3. Evolução da área plantada de algodão em municípios selecionados do Extremo Oeste Baiano, 2000-2023



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do PAM/IBGE (2024)

Em 2023, a área plantada de algodão no estado da Bahia teve crescimento de 458,6 % com relação a 2000, tendência também verificada na produção nacional, com registro 110,6%, o que representa uma expansão de 897.757ha no Brasil e 256.569ha na Bahia entre 2000 e 2023. Portanto, o crescimento da exploração de algodão na região no Extremo Oeste Baiano faz parte do deslocamento da fronteira para o cerrado.

No que tange a evolução da produção de algodão nos municípios selecionados do Extremo Oeste Baiano entre 2000 e 2023. Em 2023, o estado da Bahia produziu 1.452.841 toneladas de algodão, com a contribuição dos municípios em torno 967.871 toneladas, com participação de 66,6% no total estadual. Neste mesmo ano a produção de algodão no Brasil foi de 7.496.603 toneladas, aumento de 274% em relação a 2000. A produção de algodão na Bahia cresceu 995% em relação a 2000 (IBGE, 2023).

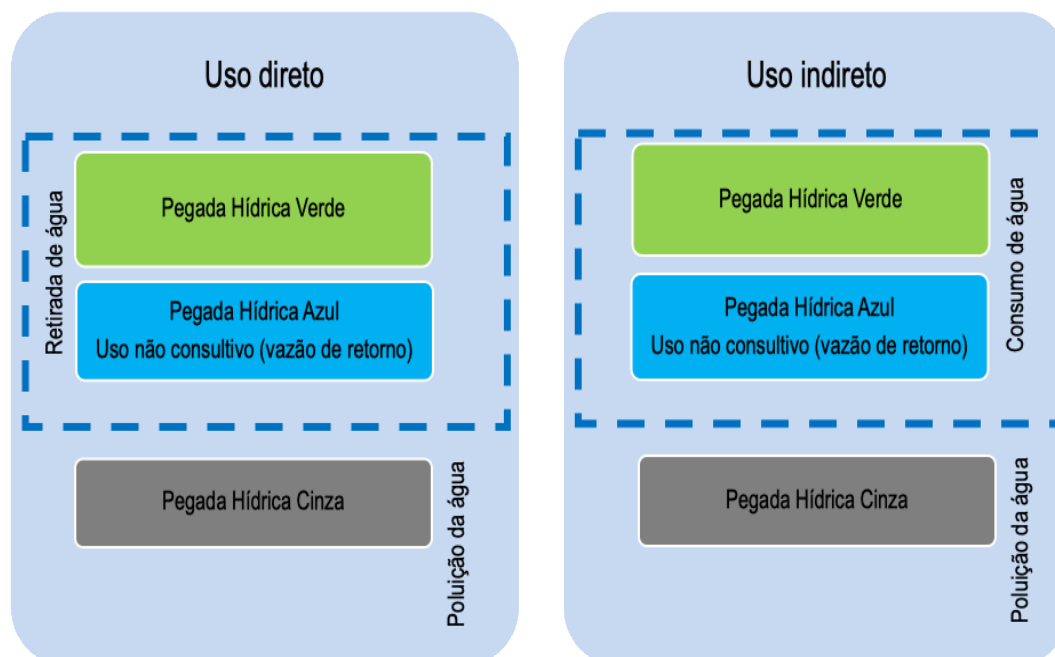
Os avanços da produção e da área plantada com algodão no estado da Bahia resultam da introdução de novas tecnologias na agricultura e atividades agrícolas sob condições climáticas e edafoclimáticas antes adversas. Isso também é reflexo do processo de “modernização conservadora” e da disponibilidade de créditos à produção no incentivo à intensificação das atividades agroindustriais (KAGEYAMA, 1990). É o resultado do esforço por parte do Estado e dos centros de pesquisa agropecuária no desenvolvimento de alternativas tecnológicas apropriadas para o cultivo no cerrado que se adaptou facilmente ao clima da região.

### 3. A EVOLUÇÃO DO CONCEITO DA PEGADA HÍDRICA

Hoekstra e Hung (2002) introduziram o conceito de pegada hídrica como o conteúdo cumulativo de água virtual de todos os bens e serviços consumidos por um ou mais indivíduos de um país (HOEKSTRA; HUNG, 2002). A partir de então, o cálculo da pegada hídrica vem se tornando uma ferramenta importante para analisar e estimar o consumo de água em diversas regiões do mundo.

Para Hoekstra *et al.* (2011) o conceito de pegada hídrica difere da abordagem usual do consumo de água em dois aspectos. Primeiro, indicador usual não contabiliza o consumo quando a água é restituída ao meio do qual foi retirada. Outro aspecto diferencial entre os indicadores de pegada hídrica e os demais, emerge do fato de que a pegada hídrica considera a água proveniente da chuva, a umidade do solo e a água que se tornou poluída durante o processo produtivo em análise (HOEKSTRA *et al.*, 2011). A Figura 1 demonstra como são contabilizados os componentes da pegada hídrica.

Figura 2. Representação esquemática dos componentes da pegada hídrica.



Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de Hoekstra *et al* (2011).

De acordo com a Figura 1, a pegada hídrica de um consumidor é calculada pela soma de suas pegadas hídricas direta e indireta. A pegada hídrica direta corresponde ao consumo e à poluição da água utilizada para consumo doméstico. A pegada hídrica indireta está associada ao consumo e à poluição da água utilizada na produção de bens e serviços utilizados pelos consumidores (HOEKSTRA *et al.*, 2011). Conforme Hoekstra e Chapagain (2007; 2008), os

fundamentos dos indicadores da pegada hídrica é a apropriação da água proveniente da produção de bens e serviços associada com o uso da água e da poluição sobre a cadeia de produção.

Segundo Hoekstra *et al.* (2011), a pegada hídrica é dividida em azul, verde e cinza. A soma das três é conhecida como água virtual de um produto. A pegada hídrica azul corresponde ao consumo de água doce superficial e/ou subterrânea no processo produtivo em análise. No contexto do processo produtivo, a água consumida equivale a quatro partes: evaporação, água incorporada ao produto, água que não retorna à área de captação e não retorno da água no mesmo período (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A pegada hídrica verde é definida como a água oriunda das chuvas que não é retirada nem armazenada pelos mananciais, e, sim, armazenada temporariamente no solo ou permanece temporariamente na superfície do solo ou da vegetação (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

A Pegada hídrica cinza indica o grau de poluição de água doce associada ao processo de produção. Representa o volume de água doce demandado durante o processo de produção de um produto para assimilar a carga de poluentes baseando-se nas concentrações naturais e nos padrões de qualidade da água existentes (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

Dentre os estudos realizados no Brasil, Bleninger e Kotsuka (2015) visaram analisar a aplicabilidade do conceito de pegada hídrica e realizaram um estudo sobre a pegada hídrica de um produto agrícola, em que a soja foi o produto objeto da análise. O estudo apresentou como resultado que a pegada hídrica da soja cultivada na região de Maringá, no estado do Paraná obteve o valor de 2.210 m<sup>3</sup>/t e a pegada hídrica do óleo de soja produzido no município de Araucária foi de 6. 201 m<sup>3</sup>/t.

Nessa mesma direção, Santos *et al.* (2019) realizaram um estudo sobre a Pegada Hídrica da soja na região do cerrado. O trabalho analisou a Pegada Hídrica da produção de soja no Cerrado dos estados das regiões Norte e Nordeste, com a análise da Pegada Hídrica proposta para dois cenários futuros. Os resultados encontrados constataram que a pegada hídrica absoluta apresentou aumentos significativos em todos os cenários propostos, devido à tendência de expansão das áreas de cultivo, o que pode colocar a região em situação de possível escassez hídrica.

## 4. METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida a partir do método proposto por Hoekstra et al. (2011): estimação da pegada hídrica para a região oeste da Bahia.

O cálculo da pegada hídrica inclui a estimação do consumo de água azul, água verde e água cinza. Para o cálculo da pegada hídrica utilizou-se as médias das Evapotranspirações de água,  $E(T_o)$  dos municípios, obtidas pelo método de Penman- Monteith ( FAO 56, 2009). O valor correspondente a Evapotranspiração de cada cultura ( $E_{Tc}$ ), no nosso caso, o algodão foi obtido a partir da equação (1):

$$ETc = \left[ ET_o \times \left( \frac{1}{365} \right) \times Tc \times Sc \times Kc \right] \quad (1)$$

em que:

ETc: evapotranspiração do município, em milímetros;

Kc: coeficiente da cultura, disponibilizado pela tabela da FAO 56 (2009);

Tc: período de plantio até a colheita, dado em dias;

Sc: número de safras da cultura

Para o cálculo da precipitação efetiva  $P_{Ef}$ , foram utilizados os dados de Pluviometria total dos municípios analisados.  $P_{Total}$ , em milímetros (mm).

Para estimar a perda de nutrientes do solo que ocorre através do escoamento superficial e percolação, aplicou-se a fórmula empírica da AGLW/FAO através das equações (2) e (3):

$$PEF = 0,6 \times P_{Total} - 10, \text{ se } P_{Total} \leq 70 \text{ mm} \quad (2)$$

$$PEF = 0,8 \times P_{Total} - 24, \text{ se } P_{Total} > 70 \text{ mm} \quad (3)$$

A partir das formulações expostas foram encontradas a Evapotranspiração da Cultura (por cultura) e Precipitação Efetiva (PEF) dos municípios. O método da AGLW/FAO foi desenvolvido em climas árido e sub-úmido estimando-se perdas por escoamento superficial e percolação. Os volumes de Evapotranspiração da Cultura e a Precipitação Efetiva foram convertidos de mililitros (mm) para metros cúbicos por hectare ( $m^3/ha$ ), através da fórmula  $mm = m \times 10^{-3} \times \frac{10^4}{10^4} \times \frac{m^2}{m^2} = 10m^3 \times ha^{-1}$ .

Para estimar o consumo de água azul foi calculado o valor correspondente à evapotranspiração azul e posteriormente foram encontrados os valores da pegada hídrica azul. O cálculo foi apresentado em termos de uma função composta pelo valor máximo, obtido pela diferença entre a Evapotranspiração da cultura ( $E_{Tc}$ ) e a Precipitação Efetiva

$(P_{Ef})$  resultante das equações (1), (2) e (3). Assumiu-se que se o resultado da diferença for negativo, o valor adotado será zero, conforme equação (4):

$$ET_{Azul} = [\max(0, ETc - P_{ef})] \quad (4)$$

A fórmula para o cálculo da Pegada Hídrica Azul ( $PH_{Azul}$ ) é dada por (5):

$$PH_{Azul} = \left[ \frac{ET_{Azul}}{RM} \right] \quad (5)$$

em que:

$ET_{Azul}$ : Evapotranspiração Azul

RM: Rendimento médio da cultura em t/há

A equação da evapotranspiração verde é expressa por:

$$ET_{Verde} = [\min(ETc, P_{Ef})] \quad (6)$$

A Pegada Hídrica Verde foi calculada com a fórmula expressa por:

$$ET_{Verde} = [\min(ETc, P_{Ef})] \quad (7)$$

em que:

$ET_{Verde}$ : Evapotranspiração Verde

RM = o Rendimento médio da cultura em t/ha.

E por fim, para o cálculo da pegada hídrica cinza utilizou-se a equação (8) a seguir :

$$PH_{Cinza} = \left[ \frac{L \times \left( \frac{CP}{CP_{max} - CNat} \right)}{RM} \right] \quad (8)$$

em que:

L: a fração da lixiviação sobre o escoamento<sup>1</sup>

CP: carga de poluentes que entra no sistema em t/ha<sup>2</sup>.

$CP_{max}$ : concentração máxima aceitável de poluentes no sistema em t/m<sup>3</sup>

$C_{nat}$ : concentração natural de poluentes em um corpo de água, dado em t/m<sup>33</sup>

<sup>1</sup> o valor adotado foi de 0,10 conforme apresentado no cenário Tier-1 proposto por Frankie *et al.* (2013). As frações máximas lixiviação/escoamento para as substâncias químicas foi de no máximo ( $\alpha_{max} = 0,1$ ), conforme Franke *et al.* (2013).

<sup>2</sup> Corresponde aos dados recolhidos mediante a soma da aplicação de agrotóxicos e do uso de fertilizantes na lavoura do algodão na região, ambos recolhidos no sítio eletrônico do IBGE (2020). De acordo com a região em estudo, o número de safras consideradas para o algodão foi o total de 2 (duas) safras. Para o plantio do algodão, são utilizados em média, 25 kg/ha de defensivos agrícolas, por safra.

<sup>3</sup> Para este estudo foi adotada a recomendação de Hoekstra *et al.* (2009) assumindo o valor da concentração natural de nitrogênio no corpo hídrico igual a zero.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 expõe os volumes de água verde, água azul, água cinza e água virtual utilizadas na produção do algodão nos municípios analisados durante 2013 e 2023. Conforme já descrito na seção 4, o cálculo da pegada hídrica inclui a estimativa do consumo de água azul, água verde e água cinza. De conformidade com a metodologia proposta por Hoekstra *et al.* (2011), a PH azul é o indicador de consumo de água doce superficial e/ou subterrânea durante o processo de produção; a PH verde corresponde ao consumo de água das precipitações, águas das chuvas e a PH cinza indica o grau de poluição associada ao processo de produção, a água utilizada para diluir os poluentes.

Tabela 1. Pegada Hídrica da produção de algodão no estado da Bahia, em m<sup>3</sup>/t (2013 - 2023).

Algodão	2013				
	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água azul	4.868,96	3.594,27	4.756,79	4.370,19	17.590,20
Água verde	3.579,91	2.561,86	2.783,75	2.108,46	11.033,98
Água cinza	54,22	251,71	25,60	100,10	431,63
Água Virtual	8.503,08	6.407,84	7.566,14	6.578,75	29.055,81
Algodão	2023				
	Barreiras	São Desidério	LEM	Formosa do Rio Preto	Total
Água azul	2.757,48	1.024,40	2.655,60	1.985,37	8.422,84
Água verde	2.045,73	2.126,26	1.075,69	2.600,44	7.848,12
Água cinza	41,83	186,15	28,39	88,44	344,82
Água Virtual	4.845,03	3.336,81	3.759,69	4.674,25	16.615,77

Fonte: Elaborado pelos autores mediante dados do IBGE (2024) e SEIA (2024).

Para os dados de 2013, os quatro municípios consumiram 29.055,81 m<sup>3</sup>/t de água virtual, mas apresentam comportamentos diferentes em relação aos três tipos de consumo (azul, verde e cinza). Quanto ao consumo total dos municípios, Barreiras utilizou o maior volume, cerca de 8.503,08 m<sup>3</sup>/t (29,0%). Deste total, o consumo de água azul foi 57,3%, o de água verde 42,1%, e de água cinza 0,6%.

O município de Formosa do Rio Preto utilizou 6.578,75 m<sup>3</sup>/t (22,6%) de água. O consumo de água azul representa 66,4%, o de água verde é 32% e o de água cinza corresponde a 1,5%. Em Luís Eduardo Magalhães, o volume total utilizado foi 7.566,14 m<sup>3</sup>/t (26,0%). O consumo de água verde chegou a 36,8%, o de água azul 62,9% e o de água cinza 0,3%.

Por último, São Desidério utilizou 6.407,84m<sup>3</sup>/t, dos quais 56,1% é água azul, 40% é água verde e 3,9% de água cinza. Os municípios de São Desidério e Formosa do Rio Preto apresentaram os maiores resultados para a água cinza com percentuais de 3,9% e 1,5%.

Os valores encontrados indicam que a produção de algodão demanda um maior volume de água para diluir os poluentes existentes derivados do processo produtivo. Os dados indicaram que em todos os municípios a água azul é mais utilizada, ou seja, percebe-se o consumo predominante de água doce superficial através da irrigação e/ou subterrânea.

A Tabela 1 também apresenta os dados para o ano de 2023. Observou-se uma redução de 57% no consumo total de água virtual pelos quatro municípios em relação ao ano de 2013. Juntos, utilizaram 16.615,77 m<sup>3</sup>/t de água no cultivo do algodão.

Barreiras e Formosa do Rio Preto, tornaram-se os maiores consumidores dada a utilização de 29% e 28%, respectivamente. O consumo do município de Barreiras correspondeu a água azul 56,9%, o de água verde 42,2%, e de água cinza 0,9%.

Formosa do Rio Preto, segundo maior consumidor de água em 2023, utilizou 4.674,25 m<sup>3</sup>/t (28%). O consumo de água azul foi 42,6%, o de água verde foi 55,6% e o de água cinza foi cerca de 1,9%. Por sua vez, Luís Eduardo Magalhães foi o terceiro maior consumidor entre os municípios, com 3.759,69 m<sup>3</sup>/t de água (22,6%). O consumo de água azul foi de 70,6 %, enquanto o de água verde foi 28,6% e o de água cinza não ultrapassou os 0,8%.

O município de São Desidério foi responsável pelo menor consumo, com a utilização de 3.336,81 m<sup>3</sup>/t (20%). O consumo de água azul foi, 63,7%, o de água verde foi acentuado cerca de 30,7% e o de água cinza foi 5,6%.

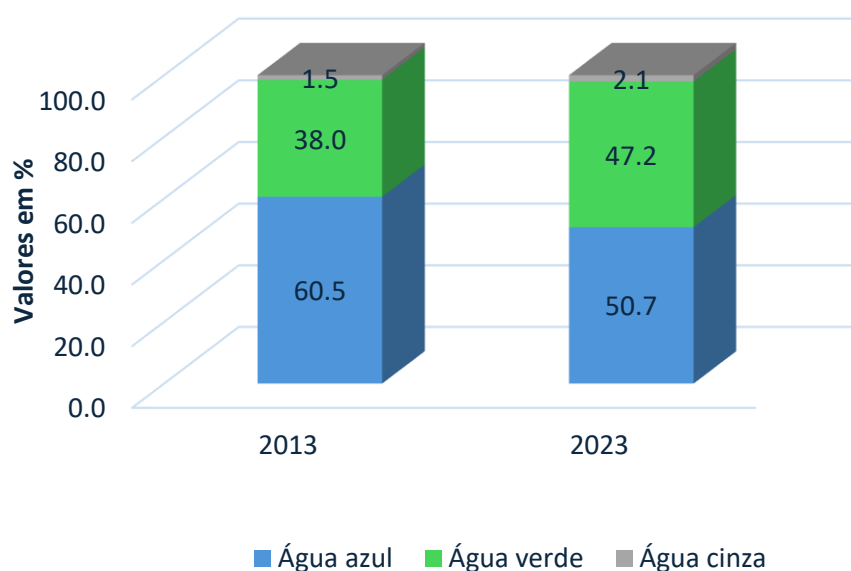
Ao longo dos 10 anos analisados percebe-se que houve variações na utilização da água no processo produtivo do algodão. O consumo da água azul apresentou redução de 57% em relação ao ano de 2013. A mesma redução aconteceu no consumo da água verde e da água cinza com 28,8% e 20%, respectivamente.

Quanto ao comportamento da composição da água consumida, o Gráfico 4 mostra a variação na utilização da água demandada com a produção de algodão. Em 2013, a cultura consumiu a água azul superficial com fonte da irrigação ou subterrânea em 60,5% e, em 2023, passou a consumir água verde captada de chuvas, em 47,2%. O consumo estimado de água cinza em 2013 ficou em torno de 1,5%, e em 2023, elevou-se para 2,1%.

Esses resultados se explicam com o aumento regional da produção de algodão resultante da expansão da fronteira e uso da terra. A variação na quantidade de produção foi

crescente em 57% nos últimos dez anos, passando de 924.981 mil toneladas para 1,4 milhão de toneladas. Os dados demonstraram que mesmo com a diminuição do consumo de água, de modo geral, percebe-se aumento no consumo de água cinza, a água usada para diluir os resíduos presentes com a produção desta cultura.

Gráfico 4. Distribuição do uso da água na produção do algodão na Bahia (2013 – 2023).



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No conjunto, esses resultados sustentam a hipótese de que esta *commodity* a expandir na fronteira e na exploração do Cerrado, representa grande preocupação ambiental em termos de consumo e exportação da água.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho foi analisar a pegada hídrica azul, verde e cinza da produção de algodão nos municípios de Barreiras, São Desidério, Formosa do Rio Preto e Luís Eduardo Magalhães. Com relação à utilização da água, os dados da pegada hídrica para os municípios produtores, pode-se observar que a cultura do algodão demonstrou utilizar quantidade significativa de água para diluir os resíduos presentes no seu processo produtivo. O consumo estimado de água cinza em 2013 ficou em torno de 1,5%, e em 2023, elevou-se para 2,1%.

Os dados trazem preocupação, pois a cultura é uma das *commodities* que mais avança em exploração no Cerrado com aumentos expressivos de área plantada e quantidade produzida, sobretudo, nos municípios estudados.

Para a utilização da água azul, o consumo apresentou redução de 52% em relação ao ano de 2013. Para o consumo de água verde e cinza as reduções foram menores, apresentando 28% e 20%, respectivamente. A variação da quantidade produzida do algodão no período representou um aumento de 57% em relação a 2013, passando de 924.981 mil toneladas para 1,4 milhão de toneladas em 2023.

Em que pese a diminuição do consumo de água no período analisado, a cultura utiliza 50,7% de água azul no seu processo produtivo. A água azul representa a água superficial, que é obtida através da irrigação ou da água subterrânea. Portanto, o algodão demonstrou ser uma cultura que demanda água tanto irrigada quanto subterrânea em volume expressivo ao longo do processo produtivo.

Desse modo, pode-se inferir que a utilização de técnicas mais eficientes com o objetivo de minimizar o consumo de água, além da redução do consumo de defensivos agrícolas seriam medidas importantes a serem adotadas para melhorar os índices da pegada hídrica. Visto que, o aumento do consumo de água leva à escassez hídrica.

Outro aspecto importante é que a água virtual é exportada através da comercialização internacional do algodão. Ao considerar que a escassez de água é iminente, políticas públicas de preservação ambiental e qualidade desse recurso natural são decisivas.

Os resultados obtidos enfatizam, além do já constatado para as análises abordadas na literatura, a necessidade do aprofundamento de discussões acerca de outras culturas que são cultivadas na região, bem como outras lavouras permanentes que também funcionam como *commodities* e apresenta área plantada expressiva. Sugere-se, para pesquisas futuras, a realização do cálculo do fluxo de exportação da água virtual com a finalidade de evidenciar o papel da região no contexto mundial.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023: informe anual. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.- Brasília : ANA, 2024.

ALBURQUERQUE, F. Política Regional y Desarrollo Territorial en América Latina y el Caribe. Informe Gepec, Toledo, v. 18, n. 2, p. 177-204, jul./dez. 2014. Doi: 10.48075/igepec.v18i2.10431. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/issue/view/704>. Acesso em: 30 dezembro 2022.

ALVES, D. F.; LIMA JÚNIOR, F. do O. de; SIQUEIRA, R. M. de; REBOUÇAS FILHO, P. J. Estrutura Produtiva nas mesorregiões do Nordeste brasileiro: uma análise fatorial. Informe

- GEPEC, Toledo, v. 22, n. 2, p. 81–98, 2019. Doi: 10.48075/igepec.v22i2.20053. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/20053>. Acesso em: 28 dezembro 2022.
- AYALA, L. M.; VAN EUPEN, M.; ZHANG, G.; PÉREZ-SOBA, M.; MARTORA-NO, L. G.; LISBOA, L. S.; BELTRAO, N. E. Impact of agricultural expansion on water footprint in the Amazon under climate change scenarios. *Science of the Total Environment*, v. 570, p. 1159–1173, 2016. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.06.191. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27443460/>.
- BRANDÃO, P. R. B. A formação territorial do oeste baiano: a constituição do “além São Francisco” (1827-1985). *Geotextos*, Salvador, v. 6, p. 35-50, 2010.
- BLENINGER, T.; KOTSUKA, L. K. Conceitos de água virtual e pegada hídrica: estudo de caso da soja e óleo de soja no Brasil. *Recursos Hídricos*. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, v. 36, n. 1, p. 15-24, 2015. Doi: 10.5894/rh36n1-2. Disponível em: [https://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36\\_n1-2.pdf](https://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36_n1-2.pdf).
- CARETTA, Aditi Mukherji Martina Angela et al. Water. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2022.
- FALEIRO, F. G. Ecosistema do cerrado na Bahia: possibilidades de desenvolvimento agrícola sustentável e sugestões de linhas de pesquisa. In: BAIARDI, A. (Org.). *Potencial de agricultura sustentável na Bahia: possibilidades e sugestões de linhas de pesquisa por ecossistemas*. Salvador, BA: UFBA, 2015, v. 1, p. 29-40.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Penman- Monteith Equation. Disponível em: <https://www.fao.org/3/x0490e/x0490e06.fao%20penman%20monteith%20equation>.
- FENG, K.; SIU, Y. L.; GUAN, D.; HUBACEK, K. Assessing regional virtual water flows and water footprints in the Yellow River Basin, China: A consumption based approach. *Applied Geography*, v.32, p. 691-701, 2011.
- GELAIN, J. G; LICKS, E. B; ALMEIDA, A. N; ISTAKE, M. Volume e valor da água virtual exportada por meio da soja na região de Matopiba. *Rev. Econ. NE*, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 93-112, jul./set., 2018.
- IBGE. Censo agropecuário 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.
- IBGE. Panorama Agrícola Municipal. Disponível em: <http://www.pam.ibge.gov.br/bda>.
- HOEKSTRA, A.Y; CHAPAGAIN, A.K. Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management*, v. 21, p.35-48, 2007.

- HOEKSTRA, A.Y.; CHAPAGAIN, A. K. Globalization of Water. Sharing the planet's freshwater resources. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2008.
- HOEKSTRA, A. Y., CHAPAGAIN, A. K., ALADAYA, M. M., MEKONNEM, M. M. The Water Footprint Assessment Manual – Setting the Global Standard. London: Earthscan, 224 p. 2011.
- HOEKSTRA, A.Y., HUNG, P. Q. Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series, 11, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.2002.
- KAGEYAMA, Ângela. Novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos industriais. In: DELGADO, G.C; GASQUES, J.G; VILLA VERDE, C. M. (Org.). Agricultura e políticas públicas. Rio de Janeiro: IPEA, 1990. p. 113-223.
- MARQUES FILHO, L. C. Capitalismo e colapso ambiental. 2. ed. Campinas, SP. Editora da Unicamp,2016.
- PASQUALETTO, A.; PASQUALETTO, A. G. N.; PASQUALETTO, T. L. L.; MENDES, T. A. WATER RESOURCES AVAILABILITY AND DEMAND IN BRAZIL/Disponibilidade e demanda de recursos hídricos no Brasil. Informe GEPEC, [S. I.], v. 26, n. 1, p. 46–61, 2022. DOI: 10.48075/igepec.v26i1.27755. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/27755>.
- PASSOS, A. L. O.; ROCHA, S. S.; HADLICH, G. M. Evolução do uso do solo e agronegócio na região oeste do estado da Bahia. Cadernos de Geociências, Salvador, n. 7, maio 2010. Disponível em: [www.cadernosdegeociencias.igeo.ufba.br](http://www.cadernosdegeociencias.igeo.ufba.br). Acesso em: 28 dezembro 2022.
- PEDRÃO, F. C. A DINÂMICA DO SUBDESENVOLVIMENTO E A TENSÃO HÍDRICA NA BAHIA. Informe GEPEC, [S. I.], v. 24, n. 1, p. 151–161, 2020. DOI: 10.48075/igepec.v24i1.23762. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/23762>.
- ROMAGUERA, M.; HOEKSTRA, A. Y.; SU, Z.; KROL, M. S.; SALAMA, M. S. Potencial of using remote sensing techniques for global assessment of water footprint of crops. Journal Remote Sensing, v.2, p.1177-1196, 2010. Doi: 10.3390/rs2041177. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/2/4/1177>.
- SANTOS, C. C. M.; VALE, R. M. C.; LOBÃO, J. S. B. Modernização da agricultura e ocupação de Cerrados no Oeste baiano. In: SANTOS, C. C. M.; VALE, R. M. C. (Org). Oeste da Bahia: Trilhando velhos e novos caminhos do Além São Francisco. Feira de Santana: Editora UEFS. 2012, 433p. p.175-226.
- SANTOS, J. F. S; NAVAL, L.P; LEITE, D. F. C; BARBACENA, D. R; SEVERO, F. A. S. Agrometeoros, Passo Fundo, v. 27, n.1 , p.143-153, set. 2019.

SANTOS, E.J. Agronegócio, Meio ambiente e Desenvolvimento Regional: perspectivas e contradições recentes da produção de grãos no Oeste Baiano. 176 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, Salvador, 2022.

Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA). Bahia. Monitoramento Ambiental. Disponível em: <http://www.seia.ba.gov.br>. Acesso em: 25 de setembro de 2024.

ZHAO, Xin.; CHEN, Bin; YANG, Jieru Zhang. National water footprint in an input–output framework-A case study of China 2002. *Ecological Modeling*, v.220, p.245-253, 2009.



# CAPÍTULO VI

## ANÁLISE DO MERCADO DE PRODUTOS FLORESTAIS NO MUNICÍPIO DE MACEIÓ, AL

### ANALYSIS OF THE FOREST PRODUCTS MARKET IN THE MUNICIPALITY OF MACEIÓ, AL

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-6

José Santiago de Carvalho<sup>1</sup>  
Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto<sup>2</sup>  
Maria José de Holanda Leite<sup>3</sup>  
Camila Alexandre de Cavalcante de Almeida<sup>4</sup>  
Edja Santos de Araújo<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Maceió, Alagoas.

<sup>2</sup> Doutora em Ciências Florestais, Professora da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus de Engenharia e Ciências Agrárias (CECA), Rio Largo, Alagoas

<sup>3</sup> Doutora em Ciências Florestais, Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Pau dos Ferros, RN.

<sup>4</sup> Doutora em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (UFAL-CECA).

<sup>5</sup> Engenheira Florestal, Maceió, Alagoas.

#### RESUMO

No Nordeste, as florestas oferecem diversas oportunidades para o desenvolvimento social e econômico da região. Contudo, o setor florestal local enfrenta desafios que dificultam seu crescimento. Em Alagoas, por exemplo, a participação na produção florestal é uma das mais baixas do país. Este trabalho teve como objetivo analisar o mercado de produtos florestais em Maceió, com foco na sua importância econômica, nos desafios enfrentados e nas oportunidades disponíveis. A coleta de dados ocorreu de 05 a 25 de novembro de 2023, utilizando revisões de literatura e registros de instituições como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o Instituto do Meio Ambiente (IMA) e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) de Alagoas. Também foram realizadas pesquisas na internet e contatos via e-mail para confirmar a operação das empresas e aplicar questionários. Os resultados indicam que o mercado florestal em Maceió está em expansão, impulsionado pela riqueza da flora e pelas condições climáticas favoráveis ao cultivo. A maioria dos produtos florestais comercializados é proveniente de Alagoas, embora algumas empresas ainda adquiram de outros estados. No setor de carvão vegetal e briquetes, a maioria dos produtos também é de

origem alagoana. Esse crescimento e a atratividade do mercado florestal em Maceió sugerem um grande potencial para novos investimentos. Espera-se que esse cenário contribua para um crescimento significativo do setor, atraindo mais investidores interessados na exploração de produtos florestais e seus derivados.

**Palavras-chave:** Investimento; setor florestal; Economia Local.

#### ABSTRACT

In the Northeast, forests offer several opportunities for the social and economic development of the region. However, the local forestry sector faces challenges that hinder its growth. In Alagoas, for example, participation in forestry production is one of the lowest in the country. This study aimed to analyze the forestry products market in Maceió, focusing on its economic importance, the challenges faced, and the opportunities available. Data collection took place from November 5 to 25, 2023, using literature reviews and records from institutions such as the Brazilian Institute of the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA), the Environmental Institute (IMA), and the State Secretariat for the Environment and Water Resources (SEMARH) of Alagoas. Internet searches

and e-mail contacts were also conducted to confirm the companies' operations and apply questionnaires. The results indicate that the forestry market in Maceió is expanding, driven by the richness of the flora and the favorable climate conditions for cultivation. Most of the forestry products sold come from Alagoas, although some companies still purchase from other states. In the charcoal and briquettes sector, most of the products also come from Alagoas. This growth and

the attractiveness of the forestry market in Maceió suggest great potential for new investments. This scenario is expected to contribute to significant growth in the sector, attracting more investors interested in the exploration of forestry products and their derivatives.

**Keywords:** Investment; forestry sector; Local Economy.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os principais produtos explorados nas concessões florestais são de origem madeireira. Assim, as receitas do manejo florestal estão diretamente relacionadas ao volume de madeira disponível para extração. As florestas desempenham um importante papel na manutenção do equilíbrio da vida, além de fornecer variados bens e serviços. No Brasil, a extensa cobertura florestal juntamente com as excelentes condições climáticas, conferem ao país benefícios consideráveis para a atividade. A cana-de-açúcar é o principal produto agrícola da região, com lavouras concentradas principalmente em Alagoas, Pernambuco e Paraíba (nessa ordem), sendo também importantes os plantios de algodão (Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte), de soja (Bahia, Maranhão), milho, tabaco (Bahia), caju, uva, manga, melão e outros (BRAINER, 2021).

A economia da região nordeste é formada pelas atividades agropecuária e industrial e pelo turismo e comércio. Com mais de 56 milhões de habitantes, a região é pioneira no cultivo de cana de açúcar e responsável pela produção de milho, algodão, arroz, soja, cacau e frutas para exportação. Alguns dos indicadores de desenvolvimento baseiam-se na formação do PIB (Produto Interno Bruto), que nada mais é do que a somatória de todos os bens e serviços produzidos referentes à determinado período (BRAINER, 2021).

No Brasil a área estimada de florestas plantadas totalizou, em 2021, 9,5 milhões de hectares, dos quais 70,1% concentrados nas regiões Sul e Sudeste. Estavam plantados, no Brasil, 7,3 milhões de hectares de eucalipto e 1,8 milhão de pinus. O setor florestal brasileiro contribui com uma significativa parcela econômica no país através da geração de impostos, por meio do fornecimento de produtos para consumo direto ou para exportação, além da geração de empregos para a população, ao mesmo tempo em que trabalha a favor da conservação e preservação de tais recursos naturais (BRAINER, 2021).

O setor florestal compreende atividades que exploram, conservam, manejam, renovam e plantam florestas ou que usam o produto madeireiro como matéria-prima na indústria (CARVALHO et al., 2019). Informações provenientes do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MIDIC) e do Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE), a indústria de base florestal representou quase 5% do PIB brasileiro, potencialmente capacitado para a abertura de mais de 10 milhões de vagas de emprego, além dos possíveis investimentos, isso até o ano de 2022. Porém, as diversas crises que já haviam se alastrado pelo mundo, enfim chegaram ao Brasil, afetando diretamente o setor florestal.

No Nordeste o cenário não é diferente, suas florestas apresentam inúmeras oportunidades para o desenvolvimento social e econômico da região. Porém, existem algumas dificuldades relacionadas ao crescimento do setor florestal local, como prevalência da desinformação e a escassez de ferramentas de apoio para que se dê início à ideia (FAGUNDES et al., 2017).

O estado de Alagoas representa uma das menores porcentagens do país em relação à produção voltadas para o setor florestal. Ultimamente, com o apoio do Governo do Estado e algumas instituições, o estado vem investindo em um projeto de usina termoelétrica com o uso de biomassa e eucalipto, o que acaba por incentivar produtores rurais locais à produzirem florestas energéticas. Com a promoção do incentivo às instalações de indústrias dos mais variados setores, através da redução de impostos, Alagoas tem atraído inúmeros investidores, principalmente os que buscam explorar a cadeia produtiva florestal (FLORIANO, 2018).

Assim, este trabalho teve como objetivo analisar o mercado de produtos florestais visando compreender sua participação relativa na economia do município de Maceió, ao se tratar de empresas com atuação no setor florestal e ressaltar os desafios que não apenas favoreçam à atividade, mas também o meio ambiente, além de destacar as oportunidades do setor.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. MERCADO DE PRODUTOS FLORESTAIS NO MUNDO**

Segundo Moureira e Oliveira (2017), dos 851 milhões de hectares do Brasil, mais de 41% são dedicados a áreas plantadas, com as plantações florestais representando uma fração menor em comparação com a agricultura. As plantações florestais comerciais são a quarta maior área plantada do país, atrás apenas da soja, milho e cana-de-açúcar.

O setor florestal brasileiro é crucial para a economia, fornecendo produtos para consumo direto, gerando impostos e promovendo o desenvolvimento local. Ele também desempenha um papel importante na inclusão da população, criando oportunidades de emprego e renda, e na conservação dos recursos naturais (CASTRO, 2011).

Nos últimos anos, o mercado florestal, especialmente em Alagoas, tem apresentado crescimento contínuo devido à rica flora e às condições climáticas favoráveis ao monocultivo. Esse crescimento e a atratividade do setor prometem uma expansão significativa no mercado de madeira, com a chegada de novos participantes atraindo cada vez mais investidores interessados em explorar produtos florestais e seus derivados (BRASIL, 2019).

## **2.2. COMPORTAMENTO DO MERCADO DE PRODUTOS MADEIREIROS NO BRASIL**

O Brasil, devido às suas dimensões continentais, destaca-se internacionalmente pelo vasto território de florestas nativas tropicais e pelo cultivo de florestas homogêneas com espécies exóticas. Segundo dados da FAO, 58,5% do território brasileiro é coberto por florestas, totalizando 497.962.509 hectares, dos quais 98% são florestas naturais e 2% são florestas plantadas. O país também é notável pelo cultivo de espécies como pinus e eucalipto, que são usadas na produção de chapas de madeira, madeira serrada e lenha (ABREU et al., 2019).

O setor florestal é vital para a economia brasileira, contribuindo com produtos renováveis e recicláveis, e tem potencial para crescer ainda mais com políticas públicas que incentivem novas florestas plantadas (ARAÚJO et al., 2017). O Índice de Atração ao Investimento Florestal (IAIF) revelou que, ao ser aplicado em Tocantins, ele pode ser útil para formular políticas públicas que tornem o setor mais competitivo e sustentável (TEIXEIRA; ZAPATA, 2018).

No contexto de planejamento financeiro, Abreu et al. (2019) destacam que o fluxo de caixa é uma ferramenta essencial para o setor florestal, ajudando empresas a gerenciar e controlar seus investimentos. No entanto, muitos empresários ainda não utilizam essa ferramenta, o que pode resultar em investimentos menos lucrativos.

Leal et al. (2017) abordaram a atratividade do mercado madeireiro para o investimento privado, constatando que municípios com uma relação risco-retorno positiva atraem mais investimentos, enquanto aqueles com valores negativos são menos atraentes. A pesquisa de Aguiar et al. (2014) revelou que os produtos florestais não-madeireiros, como pó e cera de

carnaúba, babaçu e piaçava, estão ganhando destaque por sua importância na segurança alimentar e conservação da biodiversidade. A demanda por cera e pó de carnaúba aumentou, enquanto a demanda por piaçava e a oferta de babaçu diminuíram.

### 2.2.1. Papel e celulose

O setor florestal nordestino apresenta como destaque os estados da Bahia e do Maranhão, devido a seus plantios de eucalipto, estimulados decorrente da presença de empresas de celulose e papel. O estado de Pernambuco apresenta-se bastante propício para o desenvolvimento florestal como consequência da existência dos derivados das florestas na composição de sua matriz energética e de centros de consumo como o polo gesseiro (ROCHA, 2018).

### 2.2.2. Carvão e lenha

No mercado de carvão vegetal e lenha, o Brasil se destaca como sendo o maior produtor do mundo, sendo um dos responsáveis por manter a matriz energética brasileira quase 50% renovável. Sua maior utilização concentra-se na indústria siderúrgica que utiliza como fonte de calor agente para redução do minério de ferro a ferro-gusa, principal matéria prima do aço. O carvão se destaca no setor da silvicultura brasileira, porém apresenta um valor significativamente alto na exploração de matéria prima proveniente de floresta nativa (SANTOS et al., 2018).

Em contrapartida, a produção e consumo de lenha é baixo. A madeira, na sua forma direta como lenha ou seus derivados com o carvão vegetal, é a única matriz energética utilizada no preparo de alimento para um enorme número de famílias e comunidades em diversas regiões do planeta (SIMIONI et al., 2017).

O que nos direciona à utilização dos briquete, que são considerados produtos agroenergético que entraram no mercado com a finalidade de substituir a lenha e o carvão vegetal, tanto em sua utilização nas residências, quanto em indústrias e estabelecimentos comerciais. Perante o crescimento econômico, os briquetes também podem ser uma ótima fonte de geração de renda para muitos empreendedores, entretanto, seus resíduos possuem grande capacidade de poluição ambiental, o que exige maior cuidado quando utilizado, em contrapartida é de grande vantagem econômica quando comparado aos seus concorrentes (SOUZA, et al., 2012).

### 2.2.3. Madeira Serraria

De acordo com Fefli, Luengo e Rocha (2004), a briquetagem é uma maneira eficiente de reaproveitamento dos resíduos de biomassa, apesar de ainda não ser muito explorado pelo mercado doméstico brasileiro.

De um modo geral, a produção brasileira de madeira industrial baseia-se essencialmente nas plantações florestais, porém, somente no setor de serraria existe ainda uma parcela apreciável de toras de origem de florestas nativas, desconsiderando o uso da madeira para fins energéticos (ANDRAE; SCHNEIDER; DURLO, 2018).

### 2.2.4. Mercado de painéis

O Brasil produz uma ampla gama de produtos derivados da madeira, como serrados, laminados, painéis de madeira e compensados, atendendo a alta demanda por madeira bruta (VIDAL; DA HORA, 2014). O mercado de painéis de madeira, especialmente o MDF e seus derivados HDF e SDF, está em crescimento e se consolidando tanto no Brasil quanto globalmente. O MDP também mostra perspectivas positivas devido ao crescimento econômico e ao aumento do crédito, o que sustenta uma forte demanda no mercado interno, embora a exportação de MDP seja menos rentável (FERNANDES JUNIOR, 2023).

A demanda por chapas de fibra está estagnada, com uma possível redução devido à substituição por HDF/SDF. Os fabricantes veem esse segmento como uma unidade geradora de caixa, produzindo para uma demanda pequena e estável sem novos investimentos em capacidade. O mercado de compensado enfrenta desafios, como a redução da oferta de madeira nativa devido a restrições contra desmatamento e a competição com MDF e OSB. No cenário externo, a retração é impulsionada pelo desaquecimento do setor imobiliário nos EUA, a valorização do real frente ao dólar e a concorrência crescente da China (FERNANDES JUNIOR, 2023).

O BNDES tem apoiado o setor de painéis de madeira desde seu início, contribuindo para o aumento de escala, implantação de novas unidades e plantios florestais. Esse apoio visa fortalecer a competitividade do setor e estimular o crescimento econômico, mantendo a produtividade e incentivando novos investimentos (FERNANDES JUNIOR, 2023).

## **2.3. COMPORTAMENTO DO MERCADO DE PRODUTOS NÃO-MADEIREIROS NO BRASIL**

Os produtos florestais não-madeireiros (PFNMs) incluem itens como folhas, frutos, sementes, fibras, óleos e resinas, que são fundamentais para a subsistência e cultura de muitas comunidades ao redor do mundo (MEDINA, 2020). Eles desempenham papéis econômicos, sociais e culturais importantes e, frequentemente, são a principal fonte de renda e alimento para diversas populações.

Para garantir a competitividade desses produtos em face de substitutos industriais ou de cultivos domesticados, a subvenção econômica e o pagamento por serviços ambientais podem ser cruciais. Tais medidas ajudam a proteger a produção florestal comunitária e incentivam o desenvolvimento da atividade. No Brasil, existem iniciativas como o manejo da seringueira para a produção de látex, mas as medidas ainda são limitadas e não têm protegido adequadamente os produtores comunitários (MACHADO, 2008).

Além de servirem como alimento, os PFMNs são usados em medicamentos, cosméticos, construção e outros produtos (MEDINA, 2020). A FAO destaca que cerca de 80% da população de países em desenvolvimento depende desses produtos para necessidades essenciais.

Em Alagoas, as áreas dedicadas às principais culturas agrícolas reduziram de 668 mil hectares em 2007 para 598 mil hectares em 2014, principalmente devido à diminuição das áreas de cana-de-açúcar, que foi uma importante atividade econômica no Estado (SIDRA, 2018; FLORIANO, 2018). A pecuária ocupa mais de 873 mil hectares de pastagens em Alagoas, com 63,5 mil hectares degradados, e estima-se que mais de 75 mil hectares de pastagens naturais estejam igualmente degradados (IBGE, 2022).

O FUNED, de acordo com a Lei nº 5.671/95, apoia o PRODESIN oferecendo financiamento de até 50% dos investimentos para empresas no interior de Alagoas, ou até 70% para empreendimentos agroindustriais, com um prazo de amortização de cinco anos e carência de até dois anos, a uma taxa de juros reduzida (70% da taxa de mercado).

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1. ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo abrange o município de Maceió que está situado na faixa central litorânea do Estado de Alagoas, tem como área da unidade territorial 509,55 km<sup>2</sup> de extensão





### 3.2. COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A coleta de dados ocorreu no período de 05 a 25 de novembro de 2023. Para obtenção de informações referente ao mercado do setor florestal foram realizadas revisões de literatura. O levantamento das empresas do setor florestal de Maceió, foi realizado como base os registros do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto do Meio Ambiente (IMA), Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) do estado de Alagoas e foram realizados levantamentos de pesquisa da internet, após a pesquisa foi realizado contato via e-mail para constatar se as mesmas estão em funcionamento para a realização do questionário.

O diagnóstico dos empreendimentos foi elaborado a partir de um questionário semiestruturado para a obtenção das informações: origem das indústrias, espécies florestais consumidas, produção anual, geração de empregos, mercado consumidor, desafios e oportunidades do setor florestal.

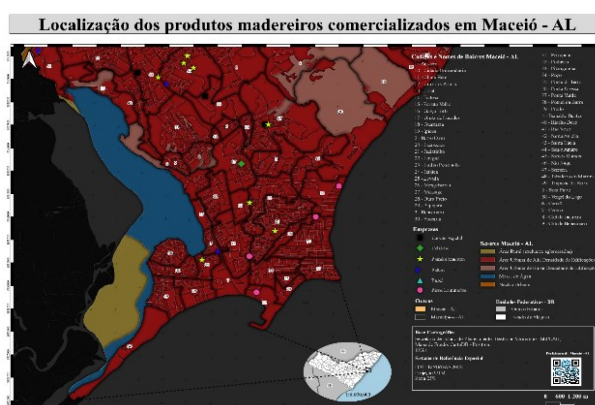
Após a coleta de dados, as informações foram analisadas por meio de estatística descritiva no Excel e representadas graficamente com o auxílio do software Excel.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram identificadas 29 empresas no setor florestal, que estão em funcionamento e que atuam no mercado de madeira, carvão vegetal, briquetes e painéis em Maceió/AL (Quadro 1). Entre as empresas contatadas e listadas sete são de pequeno porte, destas cinco modificaram-se com o passar do tempo os produtos oferecidos e não trabalham mais com madeira serrada, apenas chapas a base de madeiras e outros produtos para marcenaria e carpintaria, restando apenas duas que continuam trabalhando com madeira serrada. As espécies consumidas para a produção na indústria são *Pinus elliottii Engelm*, *Pinaceae*, *Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden*, *Myrtaceae*, *Dinizia excelsa Ducke* e *Hymenaea courbaril*.

Abaixo, será apresentado o mapa da localização dos produtos madeireiros, comercializados em Maceió, AL.

Figura 2. Mapa com a localização dos produtos madeireiros comercializados em Maceió, AL.



Segundo Crepaldi (2012), normalmente a administração das empresas de pequeno porte é feita pelos próprios sócios, os mesmos até possuem formação técnica ligada ao seu negócio, no entanto não proporcionam boa gestão administrativa. Dessa forma, o número de pequenas empresas falindo, com recuperações judiciais e que encerram suas atividades nos primeiros anos de existência é enorme.

Por apresentar presença significativa dos proprietários, geralmente as MPEs são vistas como empresas familiares, possuindo muitas vezes maridos, esposas, filhos, entre outros, como funcionários, o que acaba causando um desconforto para essas empresas no que se refere à profissionalização (AMORIM; SILVA, 2012).

Os autores ainda ressaltam que as MPEs produzem bens e serviços, empregam uma parcela considerável de mão-de-obra, além de estimularem uma competição entre as empresas e possuem grande potencial de crescimento, destacando a contribuição significativa que tais empresas possuem na economia tanto do Brasil quanto do mundo.

Quadro 1. Empresas que atuam no mercado de madeira no município de Maceió/ AL.

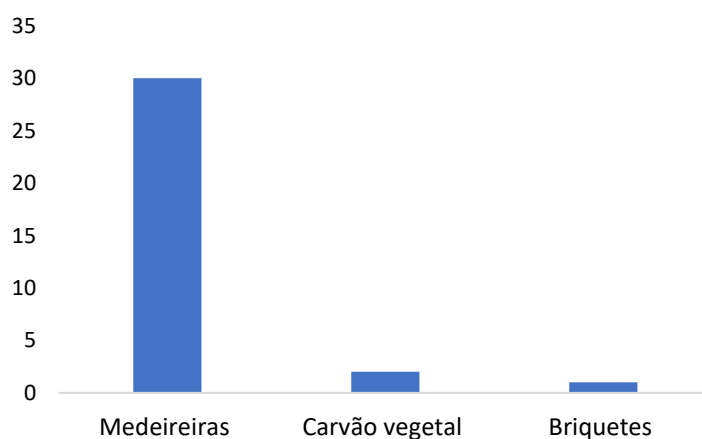
Empresa	Segmento
A G Lamenha Cia Ltda	Serraria e desdobramento de madeira
Madeirart Indústria e Comércio de Madeiras Ltda	Serraria e desdobramento de madeira
Sandro Ronaldo Ferreira de Souza ME	Serraria e desdobramento de madeira
Lojão da Madeira Eireli	Serraria e desdobramento de madeira
Madeira Bom Jesus em Santa Lúcia	Serraria e desdobramento de madeira
Madeira Serve Bem em Poço	Serraria e desdobramento de madeira
Serraria Matos Moreti Eireli	Serraria e desdobramento de madeira
Malta madeiras	Serraria e desdobramento de madeira
Atacadão das madeiras	Serraria e desdobramento de madeira
Só madeiras e construções	Serraria e desdobramento de madeira
Brasão Comércio de carvão	Carvão vegetal
Serraria Falcão	Serraria e desdobramento de madeira
Maceió madeiras	Serraria e desdobramento de madeira
Madeira do Brasil Ltda	Serraria e desdobramento de madeira
Alex madeiras	Serraria e desdobramento de madeira

Empresa	Segmento
J.F madeiras do nordeste	Serraria e desdobramento de madeira
Nordeste Madeiras	Serraria e desdobramento de madeira
Madenorte madeira	Serraria e desdobramento de madeira
M.M Madeiras	Serraria e desdobramento de madeira
Carvão na Brasa	Carvão vegetal
Madreira serve bem	Serraria e desdobramento de madeira
Casa das madeiras e esquadrias	Serraria e desdobramento de madeira
Madeira J. P Ltda	Serraria e desdobramento de madeira
H.J comercio de madeiras	Serraria e desdobramento de madeira
EPaletes	Briquetes
Conserg	Briquetes
Painel Instrumentos e Tacógrafo	Painel
Conect Automação	Painel
Lux Outmidia	Painel

Fonte: autor (2022)

A seguir é demonstrado por seguimento o quantitativo de madeira no município de Maceió, onde contatou-se que os produtos florestais comercializados a maior parte são oriundas do estado, porém ainda existe algumas que compram de outros estados. Já as empresas de carvão vegetal e briquetes a maioria comercializam uma alta porcentagem de produtos do Estado de Alagoas (Figura 1).

Figura 3. Quantitativo de empresas por segmento levantadas no município de Maceió/AL.



Fonte: autor (2022)

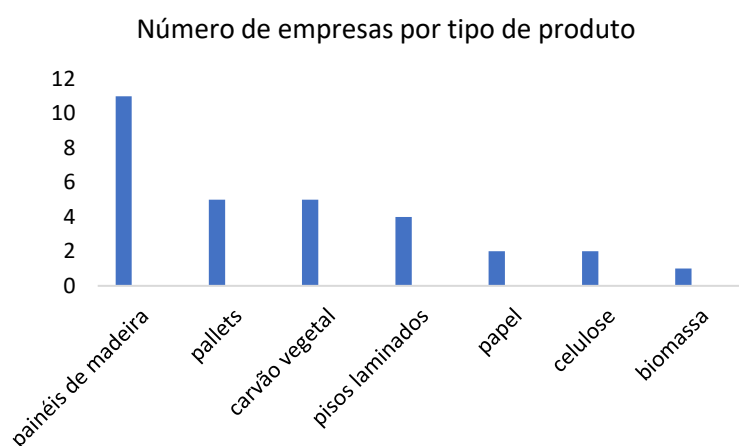
As madeireiras trabalham com vários produtos, desde a venda de madeiras, como outros produtos que envolvem o ramo. É uma empresa responsável por realizar o beneficiamento industrial de peças de madeira, mas ainda no estágio em que se encontram logo após o corte, quando ainda estão no formato de toras. É o primeiro contato industrial da matéria logo após a extração.

Essas empresas de carvão vegetal, trabalham com a venda de carvão em quilo, sacos grandes que é produzido para o uso do mercado doméstico e de restaurantes, sendo usado

principalmente para churrascaria. Esse carvão é embalado em sacos de 12 a 50 quilos e seu teor de carbono fixo atende ao padrão em vigor.

A pesquisa se tratar das empresas pesquisadas e dos produtos vendidos nessas, que são derivados da floresta, se destacou em maior proporção os painéis de madeiras, os quais tem várias utilidades e são muito bem vendidos na empresas pesquisadas, que é o produto chave de vendas, depois os pallets e carvão vegetal esses apresentam grande demanda, os pallets porque possuem várias utilizações, pode-se enfatizar o uso desses na fabricação de móveis, carvão vegetal, principalmente para o uso em churrasqueiras, os demais como piso laminado, papel, celulose e biomassa, tem suas vendas em constância em todas as temporadas.

Figura 4. Segmento das empresas por tipo de produtos, localizados no município de Maceió/ AL.



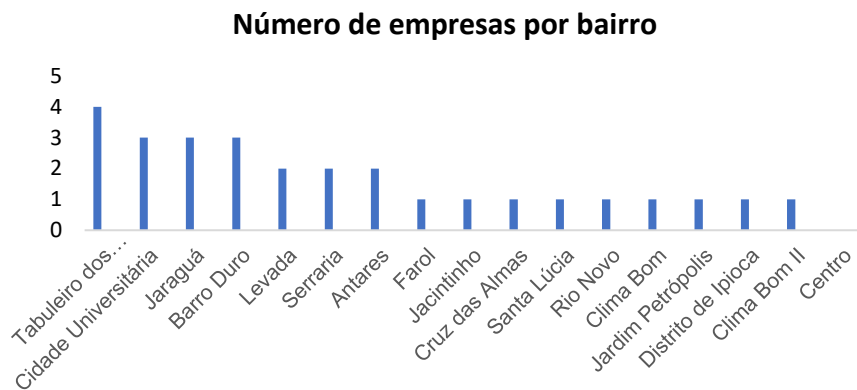
Fonte: autor (2022)

Os pallets de madeira são opções produtivas do setor florestal cada vez mais utilizado em todo o mundo, em virtude de sua qualidade e viés sustentável, já que o material é feito a partir da biomassa.

Em outras palavras, ele é produzido a partir das serragens das madeiras, que depois de processadas, se transformam no produto básico ou mesmo como fonte de energia sustentável, ao ser queimado polui consideravelmente menos que as madeiras e combustíveis fósseis. De acordo com os estudos de Reis et al. (2012) exibiram uma correlação positiva entre o rendimento em carvão vegetal e o rendimento em carbono fixo para madeira clonal de *Eucalyptus urophylla*, com aproximadamente sete anos de idade; tal resultado é semelhante ao encontrado neste trabalho para a espécie catingueira.

Outro foco da pesquisa, foram os bairros que se localiza as empresas. Ao se tratar dos bairros das empresas pesquisadas, essas se encontram nos bairros tabuleiros dos Martins, Poço, Santa Lúcia, Serraria, barro duro bebedouro entre outros (Figura 3).

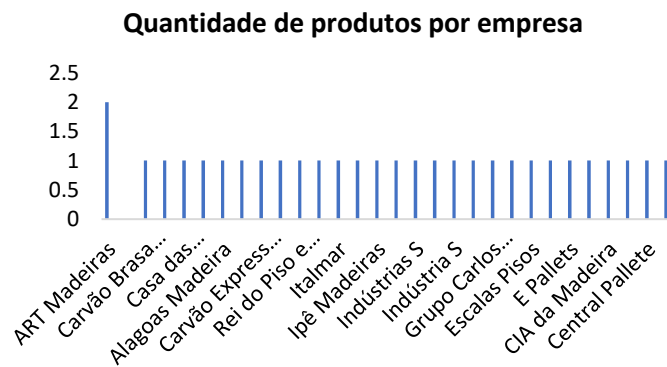
Figura 5. Número de empresas pesquisadas por bairro do município de Maceió, Alagoas.



Fonte: autor (2022)

O que se percebe na pesquisa e que todas as empresas trabalham com o mesmo tipo de madeira das demais.

Figura 6. Quantidade de produtos por empresa, Maceió, Alagoas.



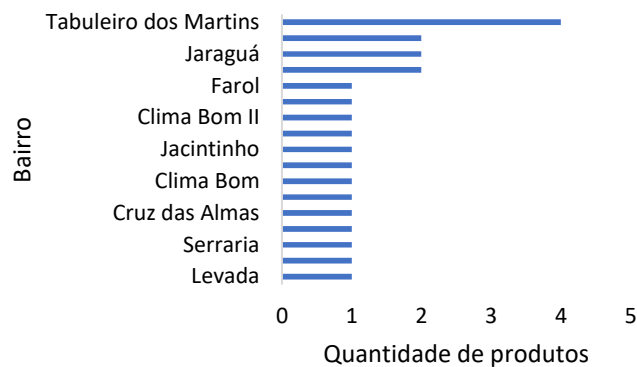
Fonte: autor (2022)

É perceptível que o tabuleiro dos Martins é um dos bairros mais populosos, por isso possui maior número de empresas, sendo também que possui mais estabelecimentos comerciais formais da cidade. São 705 estabelecimentos. Recentemente, o bairro ganhou uma loja de uma grande rede de supermercados (G Barbosa), e a Tupan e a Distac, lojas de matérias de construção e distribuidoras.

No Tabuleiro do Martins, a Petrobras descobriu grandes jazidas de petróleo. Aproveitam-se todos os recursos naturais da área. A água é mineral. A energia é farta; e o clima de planalto permite uma boa qualidade de vida a todos os seus milhares de moradores,

que formam um dos mais populosos bairros de Maceió, mostrando a riqueza existente em Maceió e sua importância para o desenvolvimento local.

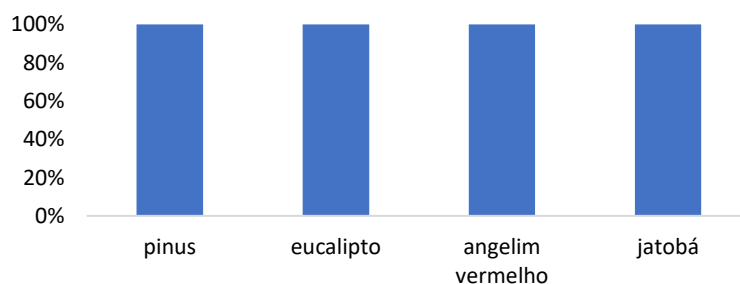
Figura 7. Quantidade de produtos por bairro do município de Maceió, Alagoas.



Fonte: autor (2022)

Ao analisar os tipos de madeiras utilizadas nas madeireiras, pode-se observar que as madeireiras localizadas no bairro Tabuleiro dos Martins são as mais diversificadas em quantidade de produtos, em sequência vem os bairros de Barro Duro, Jaraguá e Cidade Universitária, bairros esses que também encontramos diversidade de produtos nas madeireiras, os demais bairros, são madeireiras menores, micro empresas e com pouca diversidade de produtos nas lojas.

Figura 8. Tipos de madeira mais utilizadas nas madeireiras pesquisadas no município de Maceió, Alagoas.



Fonte: autor (2022)

Em relação ao uso da madeira serrada, alguns responderam que chapas a base de madeiras e outros produtos para marcenaria e carpintaria. Entende-se que a madeira serrada é aquela que resulta diretamente do desdobro de toras ou toretas, constituída de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra, independentemente de suas dimensões, de seção retangular ou quadrada (Quadro 2).



A madeira serrada é comercializada e destinada para diferentes fins, podendo ser utilizada principalmente para a construção de embarcações no caso da construção naval e estruturas de madeira no caso da construção civil.

De acordo com o estudo de Soares et al., (2019) quanto a construção naval, observou-se que 30,75% da madeira serrada possui empregabilidade na construção de cascos de embarcações, 15,40% na construção de quilhas, 23,05% na construção de pequenas embarcações, 15,40% em convés da embarcação e 15,40% em outros usos da madeira nesse setor. Já a construção civil teve 36,35% da madeira serrada destinada ao madeiramento de telhados, 27,25% na construção de portas e janelas, 18,20% para estruturas de madeira e 18,20% destinados para outros produtos.

Essa madeira em seu sentido mais amplo, refere-se às madeiras que duram mais que as outras, por sua qualidade e resistência. São aptas para emprego em construção civil em geral, naval, confecção de móveis e instrumentos musicais.

O sistema de funcionamento é basicamente semelhante ao anterior, mas, opera a uma temperatura variável entre 80°C e 90°C. O setor de madeira serrada é o que possui a maior diversidade de produtos: pranchas, pranchões, blocos, tábuas, caibros, vigas, sarrafos, pontaletes, ripas e outros.

Quadro 2. A classificação da madeira serrada de acordo com a legislação vigente.

Descrição	Espessura (cm)
Bloco, Quadrado ou Filé	> 12
Pranchões	> 7
Prancha	4,0 – 7,0
Viga	> 4,0
Vigota	4,0 – 8,0
Caibro	4,0 – 8,0
Tábua	1,0 – 4,0
Sarrafo (ou Short)	2,0 – 4,0
Ripa	< 2,0

Fonte: Res. Conama 411/2009, anexo VII.

Ao observar as partes das plantas que são utilizadas, verificou-se que, as folhas, casca, raiz, sementes e frutos são usados para venda no comércio alagoano (Figura 6).

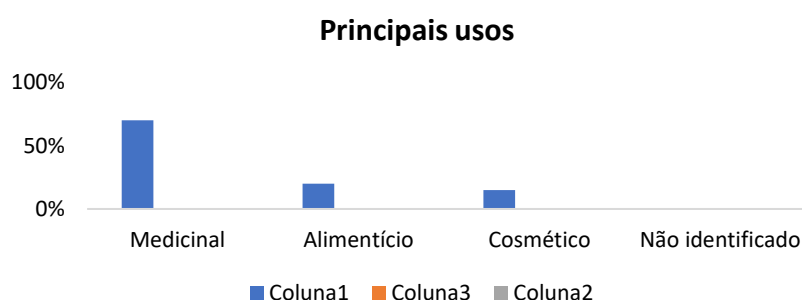
Ao se tratar de folhas, cascas, raiz, semente e frutos esses são muito vendidos em lojas de produtos naturais, se destacando o mercado da produção de Maceió no bairro Levada, onde se encontra várias lojas com venda desses produtos. Em Maceió são mais vendidos como

uso medicinal e alimentícios, mas também tem outras utilidades como uso cosmético entre outros.

O que se faz necessário destacar que segundo a Organização Mundial da Saúde, boa parte da população faz uso de plantas medicinais para fins de tratamento, cura e prevenção de doenças, contudo é importante lembrar que tais drogas vegetais não estão isentas de provocarem efeitos colaterais em seus usuários. O uso indiscriminado e sem orientação pode levar a severos danos ao organismo, sem mencionar a prática da automedicação que é igualmente nociva à saúde.

Ao realizar o levantamento percebeu-se que alguns vendedores do mercado da produção de Maceió, comercializam várias espécies para o uso medicinal e alimentício.

Figura 9. principais usos das plantas mais encontradas nas florestas brasileiras.



Fonte: autor (2022)

Ao conversar com os comerciantes dos produtos no mercado da produção, percebe-se que eles não têm conhecimento sobre as famílias das espécies, mas sabem indicações variadas de cada uma delas, seja como produto medicinal ou como tempero para os alimentos. Ao se tratar de conhecer a família das plantas, sabe-se que para algum ter esse conhecimento, seria pela vontade de buscar ler e entender que a família agrupa um conjunto de gêneros, que por sua vez agrupa um conjunto de espécies. Para a botânica é a categoria de maior importância, quando se está interessado em classificar um material botânico, mas no caso dos vendedores, ele não tem esse objetivo de aprender.

Ao se tratar de madeira em Alagoas entende-se que o cultivo do eucalipto para a produção de madeira em Alagoas é bem extenso. As condições ambientais de Alagoas favorecem a plantação e o potencial econômico que tem despertado o interesse de produtores no estado.

De acordo com a Federação das Indústrias do Estado de Alagoas (FIEA), uma pesquisa realizada sobre plantação de eucalipto até 2020, destaca que Alagoas tem mais de 18.700

hectares de eucalipto. Atualmente são usadas duas espécies: a *E. Urophylla* e *E. Erandis*, desenvolvidas após várias pesquisas de melhoramento genético. Essas mudas são clonadas e os estudos revelam que elas são mais resistentes a doenças, pragas e adversidades climáticas. E o melhor de tudo é que podem ser cortadas em quatro anos, dois a menos que as convencionais.

A madeira do eucalipto plantado em Alagoas é usada como combustível, indústria de bebidas, alimentos, madeira para as serrarias, convertida em madeira serrada para atender ao mercado de Alagoas, Pernambuco e também para estofados e paletes ou enviada à Bahia para a fabricação de celulose.

É o caso do eucalipto cultivado pela empresa Caetex, que tem 70% da área plantada em Alagoas, num total de 12.300 hectares. Dessa imensidão de árvores, 100 hectares de floresta são destinados à fábrica de celulose em Camaçari (BA), região metropolitana de Salvador.

Ao se tratar do uso do eucalipto de forma ecologicamente sustentável se pode destacar ponto de ônibus na orla de alagoas, parques infantis e deck de piscinas que foram feitos por empresas Alagoanas com o uso do eucalipto.

Maceió ganhou ponto de ônibus e parques sustentáveis na orla entre outros lugares da capital, ao todo são seis Parques Infantis Sustentáveis (Figura 8). O espaço dá continuidade ao trabalho viabilizado pela Superintendência Municipal de Desenvolvimento Sustentável (SUDES), por meio do projeto Adote uma Área Pública. O Parque foi estruturado com brinquedos esculpido em madeiras de eucalipto e pinus, tratadas e provenientes de reflorestamento. O espaço segue uma tendência nacional em relação à utilização de materiais ecologicamente corretos e sustentáveis em espaços públicos de lazer e convívio social.

Apesar de o material ser suscetível à deterioração pelo fator natural e orgânico, os eucaliptos e pinus que deram forma às gangorras, balanços, cavaletes, estação de playgrounds e outros brinquedos são tratados e oferecem condições plenas para que o Parque alcance um longo tempo de vida útil, superior a 10 anos, com segurança, beleza e sustentabilidade, tanto no contexto ambiental quanto econômico.

Figura 10. Ponto de ônibus na orla da praia de Maceió/AL.



Figura 11. Parque infantil na orla de Maceió/AL.



Figura 12. Deck de piscina feito com eucalipto de Maceió/AL.



Fonte: autor (2023)

Se percebe importância desses moveis e investimentos realizados na capital, tem sua importância, pois a estrutura é resistente à maresia, de fácil e baixa manutenção, se adequando esteticamente ao ambiente mais rústico típico da orla. Além do eucalipto e do pinus, foram utilizadas cordas náuticas, material que também é resistente ao tempo. A madeira proveniente do reflorestamento contribui com a redução da pressão sobre as matas nativas, ajuda a retirar o dióxido de carbono da atmosfera e, com grande potencial ambiental, também minimiza o efeito estufa.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o mercado de produtos florestais em Alagoas tem aumentando e ganha ênfase no mercado o que poderia melhorar com a implantação de um programa florestal. De forma geral, após a pesquisa, se entende que o aumento da capacidade de consumo e ampliação do número de negócios na região tem sido favorável, incremento da rede de estabelecimentos comerciais, de serviços e da indústria regional também, se entendendo que a geração de um grande número de empregos e maior arrecadação não é tão extensa ao se tratar de venda de madeiras até mesmo por questão de valores, mas existe a possibilidade da implantação de programas que favoreçam outros empresas o ramo.

O que se ver de positivo é o uso da madeira do eucalipto usada como combustível, indústria de bebidas, alimentos, madeira para as serrarias, convertida em madeira serrada para atender ao mercado de Alagoas, Pernambuco e também para estofados e paletes ou enviada à Bahia para a fabricação de celulose, ou seja, abre o leque para expansão.

Ao se tratar do uso do eucalipto de forma ecologicamente sustentável se pode destacar os exemplos citados no trabalho, a utilização em parques, ponto de ônibus e em arquitetura de casas residências que tem a cada dia se expandido, e o uso do rústico inserido no moderno.

Logo, de forma geral se pode destacar que os produtos florestais de Alagoas têm ganhado espaço não só no mercado do Estado, mas se expandido para outros Estados e até países.

## REFERÊNCIAS

- Abreu, J. et al. Análise do mercado florestal e a utilização do fluxo de Caixa como ferramenta de planejamento financeiro: um Estudo de caso em uma serraria no município de Paragominas-PA. Paragominas-PA **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v.2, n.9, p.22, 2019. ISSN: 1696-8352
- Aguiar, G. et al. Comportamento do mercado dos principais produtos florestais não-madeireiros da região nordeste do Brasil. **Enciclopedia biosfera**, [S. l.], v. 10, n. 18, 2014. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2721>. Acesso em: 5 set. 2023.
- Andrae, F. H. et al. Importância do manejo de florestas nativas para a renda da propriedade e abastecimento do mercado madeireiro. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 28, n. 3, p. 1293–1302, 2018. DOI: 10.5902/1980509832579. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/32579>. Acesso em: 5 set. 2023.
- De Araújo, V. A. et al. Importância da madeira de florestas plantadas para a indústria de manufaturados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 37, n. 90, p. 189–200, 2017. DOI: 10.4336/2017.pfb.37.90.824. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/824>. Acesso em: 5 set. 2023.
- Brasil. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/ Serviço Florestal Brasileiro** - MAPA/SFB. Bioeconomia da floresta: a conjuntura da produção florestal não madeireira no Brasil. Brasília: 2019.
- Brainer, M. S. C. P. **Recursos florestais naturais**: produtos da exploração. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n. 163, maio 2021.
- Carvalho, E. V. et al. Evolução do setor florestal no Tocantins. **Revista de Política Agrícola**, v.?, n. 1, p. 45 – 54, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1156/1/EVOLU%C3%87%C3%83O%20de%20agroecossistemas%20familiares%20do%20corte%20e%20queima...pdf>.
- Carvalho, R. M. M. A.; Soares, T. S.; Valverde, S. R. Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 105–118, 2005. DOI: 10.5902/198050981828. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1828>. Acesso em: 5 set. 2023.

- Castro, A. F. N. M. **Efeito da idade e de materiais genéticos de Eucalyptus sp. na madeira e carvão vegetal**. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/3082>. Acesso em: 5 set. 2023.
- De Souza, G. H. R. et al. O mercado potencial do uso de briquetes no brasil the potential market for the use of briquettes in brazil. In: **IV SIMTEC**, 2012, Taquaritinga. Anais... Fatec de Taquaritinga, 2012.
- Dossa, D. et al. Produção e Rentabilidade do Eucaliptos em Empresas Florestais. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Colombo: EMBRAPA.
- Santos, B. C. S. et al. Avaliação da conjuntura do mercado de carvão vegetal em aspectos produtivos e econômicos no estado do Pará. In: **III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS**, 2018, Paraíba. Anais... Paraíba: Espaço cultural José Lins Rego 2018.
- Crepaldi, S. A. **Contabilidade Gerencial: teoria e prática**. 6 ed. – São Paulo: Atlas, 2012.
- Fagundes, M. et al. Análise da utilização das ferramentas da gestão florestal Flornext e Flornext Pro e do seu possível impacto na gestão florestal do Nordeste Trasmontano. In: **IX CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**, 2017, Bragança. Anais... Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, 2017.
- Floriano, E. P. **Potencialidades de produção florestal em Alagoas** / Eduardo Pagel Floriano. – Rio Largo: Edição do autor, 2018.
- Flelli, F. F.; Luengo, C. A.; Rocha, J. D. Briquetes torreficados: viabilidade técnico-econômica e perspectivas no mercado brasileiro. In: **V ENCONTRO DE ENERGIA EM MEIOS RURAIS**, 2004, Anais... Campinas: UNICAMP, 2004.
- Floriano, E. P. **Potencialidade de produção florestal em Alagoas**. 1. ed. Rio Largo: Edição do autor, 2018.
- Fernandes Junior, E. dos S. **Influência da química da madeira de Tachigali vulgaris** (L.F. Gomes da Silva & H.C.Lima) na produção de energia e painéis de madeira reconstituída. Orientadora: Lina Bufalino. 2023. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2023.
- Leal, S. R. et al. Atratividade do mercado madeireiro ao investimento privado no estado do Pará. *Revista Agroecossistemas*, v. 9, n. 2, p. 299 – 307, 2017. ISSN 2318-0188.
- Machado, F. S. **Manejo de Produtos Florestais Não Madeireiros: um manual com sugestões para o manejo participativo em comunidades da Amazônia**. Frederico Soares Machado. Rio Branco, Acre: PESACRE e CIFOR, 2008.

- MOREIRA, J. M. M. A. P.; OLIVEIRA, E. B. Pesquisa bibliográfica. In:\_\_\_\_\_. Importância do setor florestal brasileiro com ênfase nas plantações florestais comerciais. Distrito Federal: Embrapa, 2017, cap. 1.
- Ribaski, N. G. Conhecendo o setor florestal e perspectivas para o futuro. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 44 – 58, 2018. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/329>. Acesso em: 5 setembro 2023.
- Rocha, K. D. Evolução da produção florestal madeireira no nordeste brasileiro frente ao setor nacional de 2006 a 2016. 2018. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.
- Soares, K. A. et al., Caracterização do uso da madeira serrada comercializada no município de Icapuí-CE. **IV Congresso internacional das ciências agrárias**, 2019. Disponível em: <<https://cointer.institutoidv.org/inscricao/pdvagro/uploads/anais2020/caracteriza%3%87%83o-do-uso-da-madeira-serrada-comercializada-no-munic%3%8dpio-de-icapu%3%8d-ce.pdf>> Acesso em: 5 setembro 2023.
- SIMIONI, F. J. et al. Evolução e concentração da produção de lenha e carvão vegetal da silvicultura no Brasil. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 731–742, 2017. DOI: 10.5902/1980509827758. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/27758>. Acesso em: 5 set. 2023.
- Teixeira, D. M. C.; Zapata, C. Clima de investimento florestal e implicações para políticas públicas: o caso do Tocantins. **Revista de Política Agrícola**, v.1, n. 4, p. 08 – 27, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.26512/2014.10.D.19929>.
- Vidal, A. C. F.; Hora, A. B. **Panorama de Mercado**: painéis de madeira. IBGE, Rio de Janeiro, n. 40, p. 323-384, 2014.



# CAPÍTULO VII

## APROXIMAÇÕES/INTERFACE ENTRE OS TERMOS QUALIDADE DA ÁGUA EM AÇUDES E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO: ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

### APPROXIMATIONS/INTERFACES BETWEEN THE TERMS WATER QUALITY IN RESERVOIRS AND LAND USE AND OCCUPATION: AN ANALYSIS OF SCIENTIFIC PRODUCTION

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-7

Maria Fernanda da Cruz Silva <sup>1</sup>

Estelita Pereira Lima <sup>2</sup>

Ana Célia Meireles Oliveira <sup>3</sup>

Maria Rosilene Candido Moreira <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestranda no Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável – UFCA

<sup>2</sup> Professora na Faculdade de Medicina. Universidade Federal do Cariri – UFCA

<sup>3</sup> Professora adjunta no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade. Universidade Federal do Cariri – UFCA

<sup>4</sup> Professora na Faculdade de Medicina. Universidade Federal do Cariri – UFCA

#### RESUMO

Este trabalho buscou conhecer/descrever as aproximações/interface entre qualidade das águas em açudes e o uso e ocupação do solo nas produções científicas brasileiras. Estudo do tipo documental, mediante análise das produções científicas disponíveis no Google Acadêmico, no período de 2023-2024, cuja busca decorreu dos termos “qualidade da água”, “uso e ocupação do solo” e “açude”. As considerações finais ou conclusões dos textos selecionados foram extraídas e compuseram o corpus textual analisado com auxílio do *software* IraMuTeQ. Os termos “água”, “bacia”, “qualidade”, “recurso”, “vazão” e “reservatório” confluem que os textos se norteiam em torno da gestão e avaliação da qualidade de água em ambientes aquáticos diferentes. Para a nuvem de palavras, observa-se que o termo com maior destaque foi “água”, sugerindo que é o mais frequente dos textos analisados, já sendo esperado que possuísse bastante recorrência por se tratar de um tema focado na qualidade de água. Para a análise de similitude, o termo “água” ocupou a posição central, indicando que ele é o mais fortemente relacionado aos outros termos. Apesar do foco em açudes, o termo “rio” apareceu com maior frequência, o que pode estar relacionado à predominância de estudos sobre rios na base de dados utilizada ou também ao uso de sinônimos como “reservatório”.

**Palavras-chave:** Qualidade da água. Uso e ocupação do solo. Açude. Sustentabilidade. IraMuTeQ.

#### ABSTRACT

This work sought to understand/describe the approximations/interfaces between water quality in reservoirs and land use and occupation in Brazilian scientific productions. This was a documentary study, analyzing scientific productions available on Google Scholar from 2023-2024, using the terms “water quality”, “land use and occupation” and “dam”. The final considerations or conclusions of the selected texts were extracted and made up the textual corpus analyzed using the *IraMuTeQ* software. The terms “water”, “basin”, “quality”, “resource”, “flow” and “reservoir” converge as the texts are oriented around the management and assessment of water quality in different aquatic environments. The word cloud showed that the most prominent term was “water”, suggesting that it was the most frequent in the texts analyzed, which was to be expected as the topic focused on water quality. For the similarity analysis, the term “water” occupied the central position, indicating that it is the most strongly related to the other terms. Despite the focus on dams, the term “river” appeared more frequently, which may be related to the predominance of studies on rivers in the database used or also to the use of synonyms such as “reservoir”.

**Keywords:** Water quality. Land use and occupation. Dam. Sustainability. IraMuTeQ.



## 1. INTRODUÇÃO

Na biosfera, a água exerce um papel preponderante como fator climático. Sua influência permeia todas as funções vitais, sendo crucial para o funcionamento adequado dos seres vivos. A água pode ser encontrada de diversas formas, como vapor, neve e líquido. Ela migra da atmosfera para a superfície terrestre através da precipitação, e retorna à atmosfera pela transpiração, garantindo a reprodução do ciclo hidrológico (Daheriya, 2022).

A unidade espacial de estudos dos recursos hídricos é a bacia hidrográfica (Brasil, 1997), as atividades desenvolvidas dentro dela influenciam em aspectos hidrológicos e geoquímicos, afetando a quantidade e qualidade da água (Araújo *et al.*, 2018). A maioria dos problemas são causados por mudanças no uso da terra à medida que a pressão populacional e a atividade econômica se expandem.

A urbanização acelerada no mundo acarreta diversas mudanças no ciclo hidrológico, eleva significativamente a demanda por grandes volumes de água, o que também provoca maiores custos para tratamento, mais necessidade de energia para a distribuição de água e pressão sobre os mananciais. Logo, com o crescimento econômico e o aumento da renda, também cresce a pressão sobre os recursos hídricos (Carneiro *et al.*, 2018).

O uso de águas de mananciais sem o tratamento adequado é comum em diversos locais que possuem escassez desse investimento. Nas regiões semiáridas é comum o uso de caminhões pipa para abastecer pequenas vilas e comunidades, a água é captada diretamente do manancial em estado bruto e sem realizar qualquer pré-tratamento (Peixoto, 2014).

Diante desse cenário torna-se essencial o monitoramento da qualidade da água. Para isso, existe uma grande variedade de parâmetros que podem ser utilizados para determinar a qualidade das águas, de modo que, a escolha dos mesmos dependerá do objetivo estudado. Diversos autores, na literatura, relatam sobre os parâmetros físicos, químicos e biológicos e explicam sua relação com a qualidade da água (Souza, 2015). Diante disso, o presente trabalho buscou conhecer/descrever as aproximações/interface entre qualidade das águas em açudes e o uso e ocupação do solo nas produções científicas brasileiras, fornecendo uma visão sobre os aspectos da qualidade da água de reservatório, e suas interações com o uso e ocupação do solo, sendo realizado também a análise textual com o uso do *Software* IramuTeQ.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. QUALIDADE DA ÁGUA

Apesar de, na América Latina desde meados do século XIX, a higiene e saúde serem motivos de preocupação por parte das políticas públicas, apenas com o início dos anos 90 o acesso a sistemas de abastecimento de água passou a ser considerado um assunto também associado ao meio ambiente, até mesmo no Brasil (Ribeiro; Rooke, 2010).

No decorrer do tempo, a água teve suas necessidades de uso alteradas, a tecnologia trouxe um padrão de qualidade mais exigente e determinou os volumes necessários para as atividades. O investimento em saneamento melhorou a qualidade de vida da população e também é uma forma de prevenção epidemiológica (Damke; Pasini, 2020).

O IBGE, juntamente com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) divulgaram o estudo “Contas Econômicas Ambientais da Água (2018-2020)”, dentre as análises apresentadas, a pesquisa estima os valores para a produção de água de distribuição e serviço de esgoto, considerando o abastecimento de água tratada para fins domésticos e empresariais, irrigação e serviço de esgotamento sanitário (IBGE, 2023).

Conforme o estudo, o valor estimado em custos de produção de água de distribuição e esgotamento foi de R\$ 74,5 bilhões para o ano de 2020. Desse total, os custos com água representam cerca de 65,7%.

Uma água de boa qualidade traz diversos benefícios, como a redução dos gastos de consultas e internações hospitalares públicas e particulares, favorece a instalação de indústrias que utilizam a água como processo produtivo ou insumo e também é um incentivo a indústrias turísticas, nos locais que possuem potencial (Ribeiro; Rooke, 2010).

Em contraste, as principais fontes de poluição das águas superficiais são o lançamento de resíduos domésticos e industriais e também os efluentes agrícolas, como os fertilizantes, resíduos de animais, resíduos de pesticidas, fugas de esgotos e fossas sépticas (Daheriya, 2022).

A eutrofização é ocasionada a partir dos processos de erosão e decomposição, que provocam o aumento de nutrientes, aumentando a produtividade biológica, o que permite a proliferação de algas, ocasionando a deficiência de oxigênio (Andrade; Felchak, 2009).

A avaliação da qualidade da água é realizada a partir da análise de parâmetros advindos do monitoramento, conhecidos como parâmetros de qualidade, eles destacam a

concentração de poluentes. Dentre eles, o Índice de Qualidade da Água (IQA), formado por nove parâmetros físico-químicos e biológicos, que envolvem OD, DBO, temperatura, pH, coliformes termotolerantes, nitrogênio, fósforo, sólidos e turbidez, cada um com pesos específicos (ANA, 2023).

## 2.2. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A expansão urbana sobre áreas naturais acarreta desequilíbrio hídrico devido ao aumento da demanda de água e a redução de sua oferta, a partir de alterações no ciclo hidrológico, modificando o uso do solo e impactando o ambiente por meio do consumo de recursos e produção de resíduos (Araújo *et al.*, 2018). Assim, as alterações no uso do solo em uma bacia hidrográfica impactam diretamente a quantidade e qualidade da água (Goonetilleke *et al.*, 2005; Von Sperling, 2014).

Entre os principais impactos causados a partir da má utilização do solo estão a impermeabilização do solo, resultante da urbanização e expansão de áreas urbanas, a erosão do solo, decorrente do manejo inadequado, o desmatamento, para a exploração dos recursos (Assis *et al.*, 2014), a compactação e o assoreamento das redes de drenagem (Cunha *et al.*, 2020).

Nesse contexto, é imprescindível o entendimento da dinâmica da cobertura da terra e uso do solo para compreender os processos que ocorrem nela. Através do mapeamento, é possível visualizar as transformações ocorridas em uma determinada área ao longo do tempo, confrontando o uso da terra com a qualidade ambiental, permitindo uma análise mais aprofundada dos impactos causados no meio natural e o entendimento da relação homem natureza (Cunha *et al.*, 2020).

## 2.3. AÇUDAGEM

O semiárido brasileiro é composto por 1477 municípios, abrangendo estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo, ocupando uma área de 1.335.298 km<sup>2</sup>, que corresponde a aproximadamente de 15% do território brasileiro (CNA, 2023; Letras Ambientais, 2024).

As regiões semiáridas, de maneira geral, possuem características de imprevisibilidade de precipitações, irregularidade climática e escassez hídrica, por longos períodos de estiagem. Existe ainda a deficiência da absorção da água no solo, que é dificultada pela deterioração do

ambiente e pela presença de solos rasos e pedregosos. Assim, a questão da seca no Nordeste está associada também às características geofísicas da região (Dantas, 2017).

A disponibilidade dos recursos naturais afeta diretamente os aspectos geoambientais da região. As atividades econômicas, por muito tempo, estiveram em torno da criação de gado, plantação de algodão e agricultura de subsistência. As limitações dessas atividades ficam por conta, justamente, da instabilidade climática (Sales, 2002). Entretanto, Para Dantas (2017) essas situações de secas dependem mais da gestão hídrica do que das condições climáticas.

Nesse sentido, surgem políticas de combate à seca, termo que era mais comumente utilizado na época, a partir de incentivos governamentais como a construção de reservatórios, que se potencializou no nordeste como um impulsionador de mitigação dos efeitos de longos períodos de estiagem e da seca (Dantas, 2017), buscando garantir a segurança hídrica, os reservatórios potencializam a disponibilidade de águas superficiais, armazenando-a nos períodos úmidos e ofertando-a nos demais períodos (ANA, 2023).

As políticas públicas para o semiárido remetem a um histórico que inicia por volta de 1723 (Aguiar *et al.*, 2019). No contexto de retenção de água, foi institucionalizada no Ceará a Resolução de 25 de agosto de 1832, quando ainda era província e governado pelo Tenente José Mariano de Albuquerque Cavalcante (Dantas, 2017). A partir da seca 1877, as estiagens começaram a se sobressair como mais importante às demais calamidades e passaram a dar a devida atenção ao problema, sendo essa seca, um marco importante na história da açudagem (Medeiros, 2023; Santos *et al.*, 2019).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa, de abordagem qualitativa, é desenvolvida a partir de uma pesquisa documental (Gil, 2019). Para a análise textual foi realizada a utilização do *software* IramuTeQ. Ele permite utilizar diferentes recursos de análise lexical e viabiliza o aprimoramento das análises em grandes volumes de texto (Camargo; Justo, 2013). Permite também identificar o contexto em que as palavras ocorrem e particionam o texto em classes hierárquicas que usam vocabulário semelhante entre si (Salviati, 2017). A metodologia foi desenvolvida em três partes principais, apresentadas a seguir:

### **1) Pesquisa e seleção dos documentos:**

A primeira parte envolveu a busca e seleção dos documentos a serem analisados. A busca foi realizada no dia 4 de agosto, no Google Acadêmico, utilizando as palavras-chave: "qualidade da água", "uso e ocupação do solo" e "açude". O período considerado para a análise foi realizado com base em trabalhos publicados a partir do ano de 2023, uma vez que esse recorte temporal já ofereceu um volume robusto de dados. Como resultado, foram encontrados 96 trabalhos, dentre eles, artigos, dissertações, trabalhos de conclusão de curso, capítulos de livros e teses de doutorado. Desses, 45 foram selecionados para análise e os demais foram descartados por não possuírem conexão direta com a proposta temática ou por problemas técnicos, como erros de servidor no site, no qual foi realizado mais de uma tentativa para acesso, porém sem sucesso. Foi realizada uma busca no Periódico CAPES; no entanto, houve uma inconsistência na quantidade de documentos encontrados. Por esse motivo, o mesmo não foi utilizado para esse trabalho.

### **2) Pré processamento e definição do Corpus textual:**

A segunda parte consistiu na preparação e definição do corpus para análise no *software* IraMuTeQ. O Corpus consiste no conjunto de textos utilizados para a análise (Camargo; Justo, 2021). Para isso, foram utilizadas as conclusões ou considerações finais dos 45 trabalhos selecionados. Inicialmente, esses textos foram inseridos em um documento do Word para melhor formatação e, posteriormente, utilizando o Bloco de Notas, convertidos para o formato TXT com codificação UTF-8.

Foi necessário também a realização de ajustes no texto, como a correção de termos compostos, por exemplo, "uso e ocupação do solo", que foi escrito como "uso\_e\_ocupação\_do\_solo" utilizando o *underline* em substituição ao espaço, para que pudesse ser reconhecido como um único termo pelo *software*.

### **3) Análise Textual com o IraMuTeQ:**

Na terceira parte, logo após o carregamento do corpus no *software*, foi realizada a análise textual utilizando o IraMuTeQ. O menu de análise textual apresenta cinco possibilidades, sendo elas: estatísticas, especificidades e Análise Fatorial de Correspondência (AFC), classificação hierárquica descendente (CHD), análise de similitude (AS) e nuvem de palavras (NP) (Camargo; Justo, 2021).

Primeiramente, foram realizadas as análises estatísticas, na qual o *software* identificou e reformatou as unidades de texto, calculou a quantidade de palavras, a frequência média e

os Hapax (termos com apenas uma ocorrência em todo o corpus). O *software* também identificou formas ativas e suplementares. Neste estudo, foram consideradas como classes gramaticais ativas: formas não reconhecidas e nomes comuns, as demais classes de palavras foram consideradas como suplementares.

Outra análise também realizada foi a nuvem de palavras. Conforme Camargo e Justo (2013), ela agrupa as palavras em função da sua frequência e apresenta graficamente o formato de nuvem. Consiste em uma análise mais simples, entretanto bastante interessante, pois possibilita a rápida identificação de palavras-chave mais frequentes do corpus.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso da análise de textos já é bastante consolidado, podendo ser utilizado como uma forma de viabilizar a avaliação de documentos de maneira global, estatística e comparativa (Tsuji *et al.*, 2023).

A nuvem de palavras (Figura 1) foi aplicada no intuito de identificar a distribuição dos termos mais frequentes dos textos sobre qualidade da água e uso e ocupação do solo, mesmo compreendendo uma análise mais simples, pode fornecer percepções sobre os temas mais recorrentes e importantes dentro do corpus analisado.

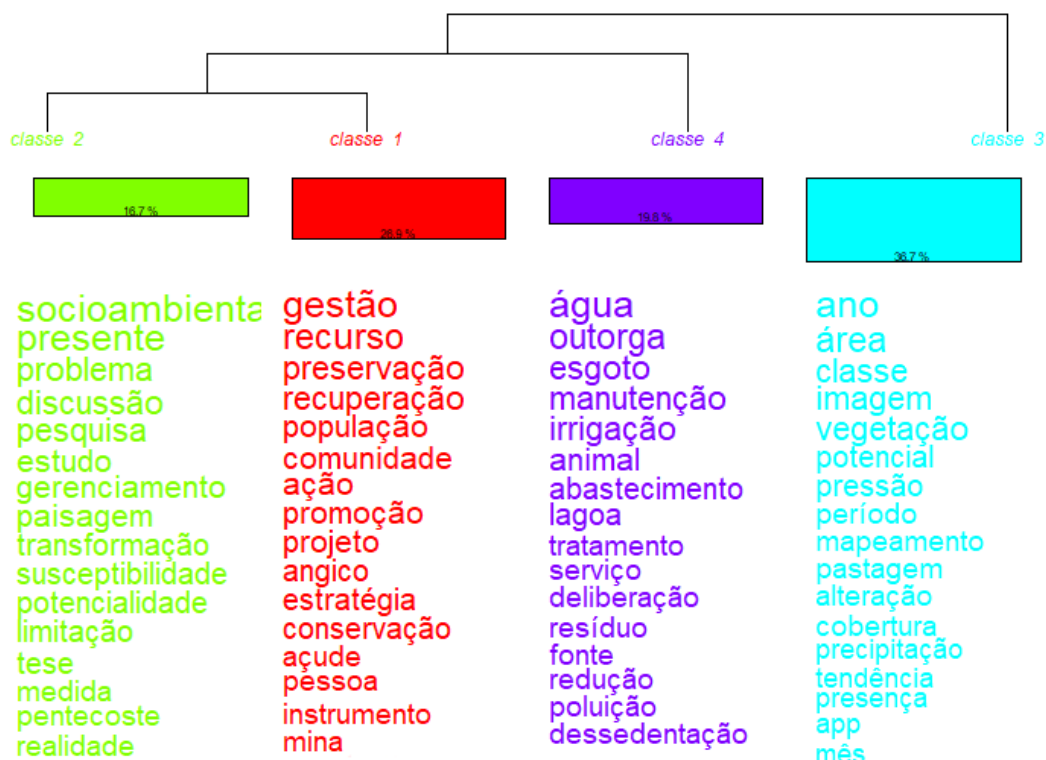
A nuvem de palavras oferece um rico panorama sobre a temática da qualidade da água, interligando diversos conceitos e áreas de conhecimento. Observa-se que o termo com maior destaque foi “água”, sugerindo que é o mais frequente dos textos analisados, já sendo esperado que possuísse bastante recorrência por se tratar de um tema focado na qualidade de água.

Os termos “água”, “bacia”, “qualidade”, “recurso”, “vazão” e “reservatório” confluem que os textos se norteiam em torno da gestão e avaliação da qualidade de água em ambientes aquáticos diferentes. Apesar de um dos termos buscadores ser “açude”, observa-se que o termo “rio” foi mais frequente do que ele. Esse fato pode estar relacionado com a base de dados buscada, podendo conter um maior número de estudos sobre rios do que sobre açudes. Outra hipótese para esse fato é de que alguns estudos podem ter utilizado sinônimos relacionados a açude, como por exemplo, o termo reservatório, que a partir da nuvem de palavras percebe-se que houve uma maior frequência do que o próprio termo açude.





Figura 2. Dendrograma da CHD gerado pelo IraMuTeQ.



Fonte: Autoria própria.

No primeiro momento, o corpus foi dividido (1ª partição) em dois, separando a classe 3 das demais. No segundo momento (2ª partição), a classe 4 é originada e separada das classes 2 e 1. Por fim, a terceira partição, dando origem às classes 1 e 2.

Cada classe representa um conjunto de termos associados. A classe 2 parece estar relacionada com aspectos socioambientais e os desafios voltados à gestão das águas. Palavras como “socioambiental”, “discussão” e “problema” indicam uma ênfase em quesitos voltados para a sociedade e o meio ambiente.

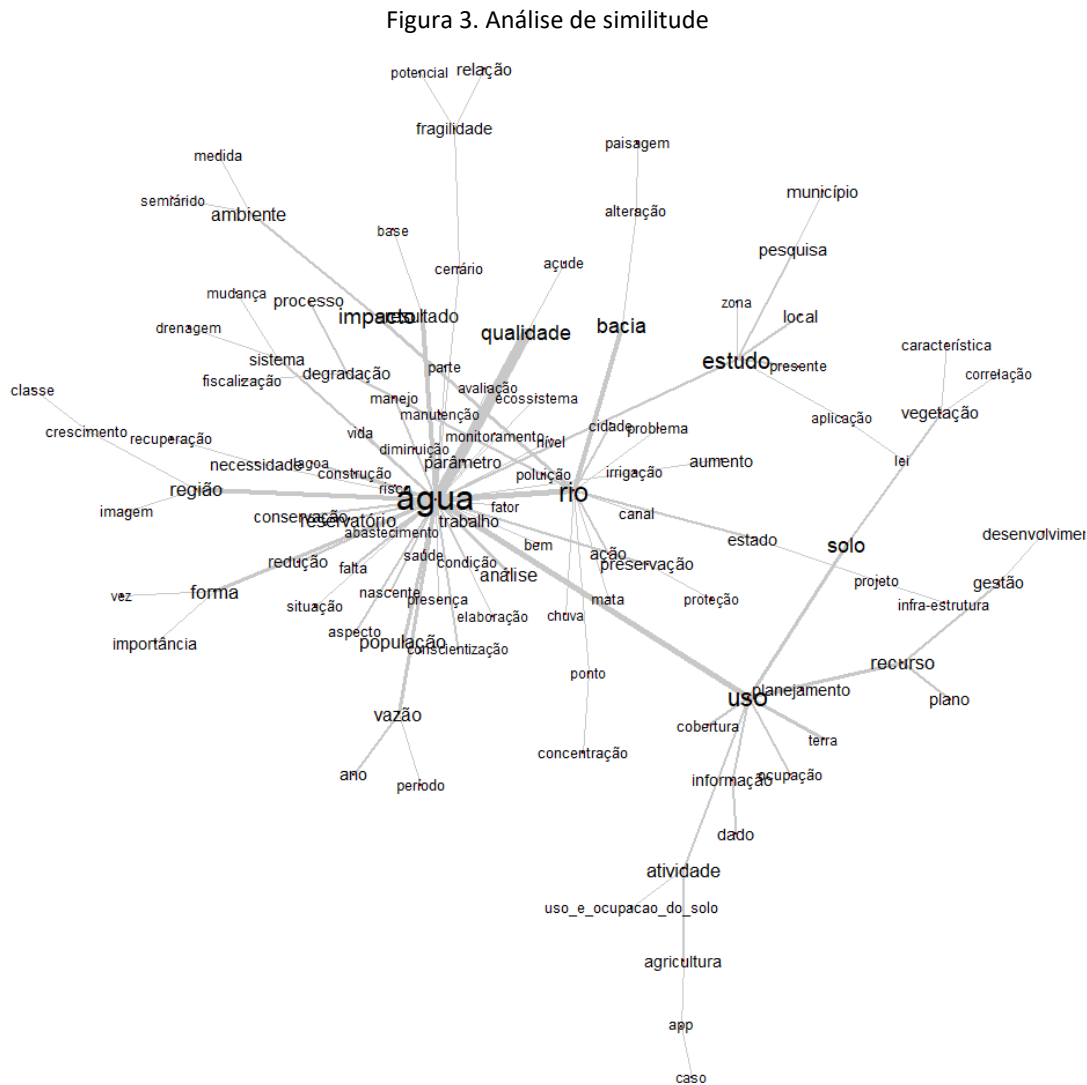
A classe 1 está fortemente focada em aspectos de gestão e preservação dos recursos hídricos. Palavras como “gestão”, “recurso”, “preservação”, “projeto” e “estratégia” indicam esses aspectos e sugerem uma preocupação para a administração dos recursos naturais.

A classe 4 está voltada para a temática da qualidade da água. Palavras como “água”, “outorga”, “esgoto”, “manutenção”, “abastecimento” e “irrigação” confluem para isso, abrangendo desde a outorga até o tratamento e abastecimento. Pode indicar também aspectos como características físicas e químicas da água.

A classe 3 está associada ao uso e ocupação do solo. Termos como “área”, “imagem”, “mapeamento”, “cobertura” e “ano” sugerem essa abordagem de análise espacial e temporal,

podendo ser com o uso de Sistemas de Informações Geográficas - SIG, para mapeamento e monitoramento.

A Figura 3 apresenta a análise de similitude dos termos mais frequentes, na qual é possível analisar a ligação entre os termos analisados. A partir disso é possível inferir os temas relevantes e a estrutura de construção do texto (Salviati, 2017).



Fonte: Autoria própria.

É possível perceber que o termo “água” ocupa a posição central, indicando que ele é o mais fortemente relacionado aos outros termos. “Qualidade” e “impacto” são palavras que estão fortemente ligadas à água, sugerindo discussões que abordam a qualidade da água e seus impactos.

As palavras “solo” e “uso” também estão fortemente ligadas à “água”, indicando essa relação a entender como o uso e manejo do solo influenciam na qualidade da água, o termo

“região” também está conectado à água, podendo estar relacionados a trabalhos de localidades diferentes. É possível observar também termos como “rio” e “bacia”, podendo estar relacionado com a importância dos rios e bacias hidrográficas na análise da qualidade dos corpos hídricos.

Assim, o gráfico de similitude apresenta as relações entre os principais conceitos discutidos nos textos analisados. As relações entre "água", "solo", "qualidade", "uso do solo", "bacia", e "rio" indicam que o corpus direciona nas interações entre a qualidade da água e o uso da terra, com destaque para aspectos regionais, populacionais, e de gestão ambiental. Essas conexões ajudam a entender como diferentes fatores estão interligados no contexto e como eles são abordados na literatura.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo buscou descrever as aproximações entre qualidade das águas em açudes e o uso e ocupação do solo nas produções científicas brasileiras, verificando-se que a qualidade da água e o uso e ocupação do solo estão interligados e, à expansão urbana acarreta desequilíbrios hídricos devido ao aumento da demanda por água e reduz a sua disponibilidade.

Com isso, as alterações no uso e manejo do solo afetam diretamente a qualidade e quantidade da água. Dentre os principais impactos ocasionados com a má utilização do solo estão a impermeabilização, a erosão do solo, o desmatamento, a compactação e o assoreamento das redes de drenagem. As águas superficiais desempenham o papel de receptoras de poluentes, que são transportados pelo escoamento superficial das bacias hidrográficas.

As palavras “água”, “uso”, “rio”, “bacia”, e “estudo” foram as mais recorrentes, permitindo observar as interações e associações entre os termos. A análise de similitude mostrou as relações entre os principais conceitos discutidos nos textos analisados, sugerindo discussões que abordam a qualidade da água e seus impactos e indicando uma relação sobre como o uso e manejo do solo influenciam na qualidade da água analisados.

Este estudo utilizando apenas trabalhos publicados a partir de 2023, embora forneça uma visão atualizada, limita a possibilidade de comparações históricas mais amplas. Estudos futuros podem ampliar a análise ao incluir trabalhos de períodos anteriores ou utilizar bases de dados adicionais, de forma a ofertando uma visão mais ampla.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio à realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ANA. Conjuntura de Recursos Hídricos 2023: Informe Anual; ANA: Brasília, Brasil, 2023.
- AGUIAR, L.C.; GROSSI, M. D.; OLIVEIRA, L.G.; ÁVILA, M. L. As políticas públicas no semiárido brasileiro: uma revisão de literatura. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v. 50, n. 2, p. 9-22, abr./jun, 2019.
- ANDRADE, A. R.; FELCHAK, I.M. A poluição urbana e o impacto na qualidade da água do Rio das Antas-Irati/PR. *Geoambiente on-line*, n. 12, p. 01-25 pág., 2009.
- ARAUJO, P.L.; HAMBURGER, D. S.; JESUS, T.A.; BENASSI, R. F; CICCIO, V. Relação entre a qualidade da água e o uso do solo em microbacias do reservatório Billings, na Região Metropolitana de São Paulo-SP. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, v. 15, n. 2018, 2018.
- ASSIS, J.M.O.; CALADO, L.O.; SOUZA, W.M.; SOBRAL, M.C. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco – PE nos anos de 1985 e 2010. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v.7, n.5, p. 859-870, 2014.
- BRASIL, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 9 de janeiro de 1999.
- CAMARGO, B.V., JUSTO, A.M. IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas em psicologia*, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013.
- CAMARGO B.V., JUSTO A.M. Tutorial para uso do software IraMuTeQ. Universidade Federal de Santa Catarina, 2021. Disponível em: [http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/Tutorial%20IraMuTeQ%20em%20portugues\\_22.11.2021.pdf](http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/Tutorial%20IraMuTeQ%20em%20portugues_22.11.2021.pdf). Acesso em: 20 ago,. 2024.
- CARNEIRO, M. C. M. O.; AMARAL, D. S.; SANTOS, L. F. M.; JUNIOR, M. A. G.; PINHEIRO, T. M. A gestão do saneamento no Brasil e sua relação com a gestão de recursos hídricos. *Revista INOVAE*, São Paulo, v. 6, p. 100-116, jan-dez, 2018.
- CNA. NOVA DELIMITAÇÃO DO SEMIÁRIDO. Comunicado Técnico. 2023.
- CUNHA, N. O.; SIMIÃO, P.M.; SILVA, G.F.L; BACANI, V.M. Análise multitemporal das mudanças do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do córrego da Porteira em Aquidauana-MS. *Revista Pantaneira*, Aquidauana (MS), v.18, 2020.

- DANTAS, S.P. Açudagem no nordeste brasileiro e no Ceará: estimativa de evaporação do açude Castanhão em um ano seco. 2017. 195f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- DAHARIYA, R. S. Water Quality Assessment of Bheemgarh dam Chhapara Seoni (MP). IJAUR Voll. IX, Issue I, January-February, p. 05-14, 2022.
- DAMKE, T; PASINI, F. A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil. Revista Teccen. 2020 Jan./Jun.; 13 (1): 08-15.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- GOONETILLEKE, A.; THOMAS, E.; GINN, S.; GILBERT, D. Understanding the role of land use in urban stormwater quality management. Journal of environmental management, v. 74, n. 1, p. 31-42, 2005.
- IBGE. Contas econômicas ambientais da água : Brasil : 2018-2020 / IBGE, Coordenação de Contas Nacionais, Agência Nacional de Águas. IBGE, Rio de Janeiro, 12, 23 p. 2023.
- LETRAS AMBIENTAIS. Semiárido brasileiro tem nova delimitação desde janeiro de 2024. ISSN 2674-760X. Acessado em: 23 ago. 2024. Disponível em: <https://www.letrasambientais.org.br/posts/semi-arido-brasileiro-tem-nova-delimitacao-desde-janeiro-de-2024>.
- MEDEIROS, F.H.S. Solução compósita e solução hidráulica: um diálogo sobre técnicas de açudagem e irrigação no combate à seca no Ceará. CENTÚRIAS-Revista Eletrônica de História, v. 1, n. 3, p. 77-92, 2023.
- PEIXOTO, M. S. Análise da relação espaço-temporal do uso e ocupação do solo com a qualidade da água na bacia do açude Acarape do Meio. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. 2014.
- RIBEIRO, J. W. ROOKE, J. M. S. Saneamento Básico e sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública. Juiz de Fora - MG: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010.
- SALES, M.C.L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. Revista GEOUSP, Espaço e Tempo, São Paulo, n. 11, p. 115-126, 2002.
- SALVIATI, M. E. Manual do aplicativo Iramuteq. Recuperado mar, v. 3, p. 2020, 2017.
- SANTOS, A. J. DE S. DOS; GOMES, F. B. M.; PAULA, D. P. DE; DINIZ, S. F. Açudagem na sub-bacia hidrográfica do rio Jaibaras. Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 21, n. 2, p. 771-783, 30 set. 2019.
- SOUZA, M. F. Qualidade da água do Canal São Gonçalo - RS/ Brasil: uma avaliação hidroquímica considerando seus usos múltiplos. 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de

Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

TSUJI, T. M., FREITAS, T. F.C., PEREIRA, A.R., UDA, P.K., FINOTTI, A.R. Panorama dos instrumentos de planejamento e gestão da drenagem urbana no Brasil. Paranoá, n. 34, p. 1-23, 2023.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos/ Macos von Sperling. 4; ed. – Belo Horizonte: Editora UFMG, 472p. 2014.



# CAPÍTULO VIII

## CONSERVAÇÃO DA FAUNA SILVESTRE NA MATA ATLÂNTICA: DESAFIOS ECOLÓGICOS, LEGAIS E CULTURAIS

### WILDLIFE CONSERVATION IN THE ATLANTIC FOREST: ECOLOGICAL, LEGAL, AND CULTURAL CHALLENGES

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-8

Hilton Paulo Pottker<sup>1</sup>

André Fontana<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bacharel em Direito, Tecnólogo em Gestão Ambiental, acadêmico de Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Única de Ipatinga. ORCID: 0009-0001-9874-7414.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria e acadêmico de Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Única de Ipatinga e Engenharia Cartográfica e Agrimensura, pela Universidade Federal do Pampa. ORCID: 0002-2494-8758.

#### RESUMO

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ameaçados e ricos em biodiversidade do planeta, abrigando inúmeras espécies endêmicas e desempenhando papel fundamental na manutenção dos serviços ecossistêmicos. No entanto, a fragmentação florestal, o desmatamento, a introdução de espécies invasoras e a falta de implementação eficaz das leis ambientais têm colocado em risco a fauna silvestre deste bioma. O presente estudo teve como objetivo analisar os principais desafios ecológicos, legais e culturais relacionados à conservação da fauna silvestre na Mata Atlântica. O método utilizado foi uma revisão bibliográfica sobre as ameaças à biodiversidade, as políticas públicas existentes, a contribuição das populações tradicionais e as soluções sustentáveis propostas para a conservação da fauna. Foram analisados estudos acadêmicos e legislações ambientais pertinentes ao tema. Os resultados indicam que a fragmentação florestal continua sendo um dos maiores obstáculos à preservação da fauna, enquanto as políticas de criação de corredores ecológicos e restauração de áreas degradadas mostraram-se eficazes para mitigar esses impactos. Além disso, destaca-se a importância das populações tradicionais e da educação ambiental na promoção da conservação. Conclui-se que a conservação da fauna na Mata Atlântica requer um esforço coordenado entre governo, sociedade e setor privado, com ênfase na restauração ecológica e na criação de políticas que incentivem práticas sustentáveis.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica. Conservação da biodiversidade. Fauna silvestre. Fragmentação florestal. Políticas ambientais.

#### ABSTRACT

The Atlantic Forest is one of the most threatened biomes and rich in biodiversity globally, hosting numerous endemic species and playing a crucial role in maintaining ecosystem services. However, forest fragmentation, deforestation, the introduction of invasive species, and ineffective enforcement of environmental laws have jeopardized the wildlife of this biome. This study aims to analyze the main ecological, legal, and cultural challenges related to wildlife conservation in the Atlantic Forest. A bibliographic review was conducted on biodiversity threats, existing public policies, the contribution of traditional populations, and proposed sustainable solutions for fauna conservation. Academic studies and relevant environmental legislation were reviewed. The results indicate that forest fragmentation remains one of the largest obstacles to wildlife preservation, while policies promoting ecological corridors, and the restoration of degraded areas have proven effective in mitigating these impacts. Moreover, the role of traditional populations and environmental education is highlighted in promoting conservation. It is concluded that wildlife conservation in the Atlantic Forest requires coordinated efforts among government, society, and the private sector, with an emphasis on ecological restoration and policies that encourage sustainable practices.

**Keywords:** Atlantic Forest; Biodiversity conservation; Wildlife; Forest fragmentation; Environmental policies.

## 1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é um dos biomas mais diversos e ameaçados do mundo, com um grande número de espécies endêmicas que dependem da preservação dos seus habitats. Originalmente, esse bioma cobria cerca de 15% do território brasileiro, mas hoje restam apenas 12,4% de sua cobertura original, distribuída de forma fragmentada em pequenos remanescentes florestais (RIBEIRO et al., 2009). A urbanização, o desmatamento e a expansão agrícola têm causado uma perda significativa de biodiversidade, colocando várias espécies em risco de extinção (BUENO et al., 2018). Nesse contexto, a conservação da fauna é essencial para alinhar desenvolvimento econômico e preservação ambiental nas políticas brasileiras.

A conservação da fauna é crucial para a manutenção dos processos ecológicos. Espécies como o mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*), criticamente ameaçado de extinção, desempenham papéis essenciais na dispersão de sementes e na regeneração florestal (JORGE; PERES, 2005). A fragmentação dos habitats devido à ocupação humana impõe desafios adicionais para a conservação da biodiversidade, especialmente para mamíferos de médio e grande porte, que são fundamentais para o equilíbrio ecológico, mas enfrentam a perda de habitat e a pressão da caça ilegal (PARDINI et al., 2005; METZGER et al., 2009).

Embora a Lei de Crimes Ambientais (Lei n.º 9.605/1998) represente um avanço significativo ao punir atividades predatórias, como o desmatamento e a caça, sua eficácia depende de fiscalização adequada e da capacidade institucional (FREITAS, 2014). Santos e Costa (2016) ressaltam que, sem a aplicação consistente da legislação, práticas predatórias continuam a ocorrer, prejudicando a conservação da Mata Atlântica.

As populações tradicionais, como os caiçaras, desempenham um papel importante na preservação. Historicamente, essas comunidades desenvolveram práticas sustentáveis de uso dos recursos naturais (BEGOSSI, 1998). No entanto, o avanço da urbanização e a modernização têm comprometido esses modos de vida, gerando conflitos entre políticas de conservação e os direitos dessas populações (CULLEN et al., 2001).

A introdução de espécies exóticas também representa uma ameaça crescente à biodiversidade. O javali (*Sus scrofa*), por exemplo, compete por recursos e predam espécies nativas, afetando a regeneração florestal e outros processos ecológicos (BENEDICT et al., 2014). Giannini et al. (2015) alertam que a presença dessas espécies pode interferir

negativamente nas interações entre plantas e polinizadores, prejudicando a reprodução das plantas nativas e a saúde do ecossistema.

A integração entre conservação da fauna e serviços ecossistêmicos é uma estratégia essencial. May e Loureiro (2011) apontam que a inclusão dos serviços ambientais nas políticas de reforma agrária incentiva práticas agrícolas sustentáveis e a recuperação de áreas degradadas. A restauração ecológica, como a recuperação de matas ciliares, é vital para conectar fragmentos florestais e permitir o fluxo gênico entre populações de espécies ameaçadas (BRANCALION et al., 2016).

Além disso, a conscientização pública é fundamental para a conservação da Mata Atlântica. A educação ambiental promove o engajamento da sociedade, mas enfrenta desafios para alcançar populações vulneráveis que dependem de atividades predatórias para sobrevivência (TABANEZ et al., 2015). A colaboração entre governo, sociedade civil e setor privado é essencial para consolidar práticas sustentáveis e garantir a proteção das áreas remanescentes (IBAMA, 2023).

A pesquisa científica é fundamental para embasar políticas de conservação. A criação de áreas protegidas, como parques e reservas, tem sido uma estratégia importante para a proteção da fauna, embora muitas espécies necessitem de territórios maiores do que os disponibilizados nessas áreas (RYLANDS; BRANDON, 2005; RODRIGUES et al., 2011). Vieira et al. (2016) reforçam que a integração entre ciência e necessidades locais é essencial para a eficácia das políticas públicas voltadas à preservação da biodiversidade. A escolha do tema sobre a conservação da fauna silvestre na Mata Atlântica se justifica pela urgente necessidade de preservação desse bioma, que abriga uma rica biodiversidade e espécies ameaçadas de extinção. A crescente degradação ambiental, aliada à falta de conscientização e à insuficiência de políticas públicas eficazes, torna a conservação da Mata Atlântica um desafio complexo e que demanda soluções inovadoras. Além disso, a conservação da fauna tem implicações diretas na manutenção dos serviços ecossistêmicos, fundamentais para a qualidade de vida das populações humanas que dependem desses recursos.

O estudo propõe contribuir para a discussão sobre os desafios ecológicos, legais e culturais que envolvem a conservação da fauna silvestre, fornecendo uma análise crítica das principais barreiras e oportunidades que existem nesse contexto. Ao identificar e discutir esses desafios, espera-se fornecer subsídios para a elaboração de estratégias mais eficazes de conservação.

O principal objetivo deste estudo é analisar os desafios ecológicos, legais e culturais envolvidos na conservação da fauna silvestre na Mata Atlântica. Especificamente, busca-se: (i) identificar as principais ameaças à biodiversidade da Mata Atlântica, com ênfase nas espécies ameaçadas de extinção; (ii) avaliar a eficácia das políticas públicas e da legislação ambiental na proteção da fauna; e (iii) discutir o papel das populações tradicionais e da educação ambiental como ferramentas para a conservação. A partir desses objetivos, o estudo pretende fornecer uma contribuição relevante para o desenvolvimento de políticas e práticas conservacionistas que promovam a sustentabilidade da Mata Atlântica.

## 2. AMEAÇAS À BIODIVERSIDADE NA MATA ATLÂNTICA

A Mata Atlântica é um dos biomas mais ameaçados do mundo, com uma biodiversidade imensa que inclui muitas espécies endêmicas. Entretanto, os desafios à conservação de sua fauna são múltiplos e interconectados, envolvendo questões como desmatamento, urbanização, poluição, mudanças climáticas e introdução de espécies exóticas invasoras. Esses fatores combinados resultam em uma perda acelerada de habitats e afetam diretamente as interações ecológicas (BEUCHLE et al., 2022).

Essas ameaças vêm impactando negativamente os processos ecológicos fundamentais, levando à extinção local de espécies e à fragmentação dos habitats (RIBEIRO et al., 2009). O desmatamento histórico, impulsionado pela expansão agrícola e a exploração madeireira, reduziu a cobertura florestal da Mata Atlântica a apenas 12,4% de sua área original, fragmentada em pequenos remanescentes (PICKENS et al., 2020). Esses remanescentes são insuficientes para sustentar populações viáveis de muitas espécies de fauna, especialmente aquelas que exigem grandes áreas de habitat contínuo.

O desmatamento contínuo não só destrói habitats, mas também altera a dinâmica ecológica da Mata Atlântica, criando condições que favorecem a disseminação de espécies invasoras. O javali (*Sus scrofa*), por exemplo, é uma espécie introduzida que tem se espalhado pela Mata Atlântica e representa uma séria ameaça à fauna nativa. Esses animais competem com espécies nativas por recursos e alteram os processos ecológicos, como a regeneração florestal e a composição da vegetação. Além disso, predam diretamente algumas espécies nativas, exacerbando o impacto sobre as populações de fauna local (BENEDICT et al., 2014).

A poluição também é uma ameaça significativa à fauna da Mata Atlântica, especialmente nas áreas mais próximas aos centros urbanos. O despejo de resíduos industriais

e domésticos nos corpos d'água tem afetado a qualidade da água e comprometido a saúde de muitas espécies aquáticas e semi-aquáticas. A poluição por resíduos plásticos, metais pesados e produtos químicos afeta diretamente a fauna, causando desde a morte por intoxicação até a interrupção de ciclos reprodutivos (GIANNINI et al., 2015).

As mudanças climáticas representam uma crescente ameaça à Mata Atlântica, modificando os padrões de temperatura e precipitação. Essas alterações impactam diretamente a disponibilidade de recursos hídricos, intensificam o aporte de sedimentos e afetam os ciclos de vida das espécies nativas, contribuindo para a perda de biodiversidade, conforme estudos que indicam um aumento de sedimentos em bacias hidrográficas e mudanças no uso da terra relacionados ao aquecimento global (SCARANO et al., 2018). As mudanças climáticas são outra preocupação crescente, uma vez que alteram os padrões de temperatura e precipitação, afetando a disponibilidade de recursos e os ciclos de vida das espécies da Mata Atlântica.

Espécies exóticas invasoras são uma ameaça crescente à biodiversidade na Mata Atlântica. Elas competem com as espécies nativas por recursos, muitas vezes superando-as em ambientes que já estão sob estresse (BENEDICT et al., 2014). A introdução de abelhas africanizadas no Brasil, por exemplo, causou uma competição direta com as espécies nativas de abelhas, essenciais para a polinização de várias plantas nativas (GIANNINI et al., 2015). A perda dessas abelhas nativas coloca em risco os processos de polinização, cruciais para a regeneração e manutenção da vegetação da Mata Atlântica. Esse processo não só afeta a flora, mas também a fauna, que depende dessas plantas para abrigo e alimentação.

O desmatamento na Mata Atlântica tem sido documentado de forma abrangente, e as taxas históricas e atuais de perda de cobertura vegetal revelam a gravidade da situação. Abaixo está a tabela 1 que resume as taxas de desmatamento ao longo das últimas décadas.

Tabela 1. Todas as tabelas devem ser editáveis

Ano	Cobertura Florestal Restante (%)
1985	16,0%
2000	14,2%
2010	13,1%
2020	12,4%

Fonte: Adaptado de Ribeiro et al. (2009) e Bueno et al. (2018).

As espécies ameaçadas de extinção são outro reflexo direto das múltiplas ameaças enfrentadas pela fauna da Mata Atlântica. O mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*),

por exemplo, é uma espécie endêmica da Mata Atlântica que está criticamente ameaçada devido à perda de habitat e à fragmentação florestal (JORGE; PERES, 2005). A caça ilegal também contribui para a redução de suas populações, apesar das leis que proíbem essa prática (FREITAS, 2014). O fato de que essa espécie depende de florestas contínuas para sobreviver torna ainda mais urgente a necessidade de políticas públicas que visem a criação de corredores ecológicos e a recuperação de áreas degradadas.

### 3. IMPACTO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA FAUNA

A fragmentação florestal é uma das principais consequências do desmatamento na Mata Atlântica, impactando a fauna silvestre. O processo cria pequenos remanescentes florestais isolados, dificultando o fluxo genético entre populações e comprometendo a viabilidade de espécies de médio e grande porte. Nessas áreas, a redução de indivíduos limita a variabilidade genética e aumenta a vulnerabilidade à extinção local (PARDINI et al., 2005). Espécies que necessitam de grandes territórios, como mamíferos predadores e aves de rapina, são especialmente afetadas pela fragmentação (RIBEIRO et al., 2009).

Um dos efeitos mais críticos da fragmentação é a "síndrome de borda", onde as áreas remanescentes ficam expostas a pressões externas, como a invasão por espécies exóticas e a degradação dos recursos naturais. Tabanez et al. (2010) destacam que essas bordas florestais são mais suscetíveis a incêndios, exploração ilegal de madeira e invasão por pastagens. Tais condições degradam a qualidade do habitat, reduzindo a disponibilidade de recursos e favorecendo a proliferação de espécies invasoras, que competem com a fauna nativa por espaço e alimento.

A fragmentação também interfere nos padrões de movimentação das espécies. Estudos indicam que primatas e outros mamíferos de grande porte enfrentam dificuldades para encontrar recursos essenciais e áreas de reprodução em ambientes fragmentados. Essas mudanças forçam alterações nos hábitos alimentares, ciclos reprodutivos e aumentam a mortalidade (PARDINI et al., 2005). Além disso, a falta de conectividade entre fragmentos impede a interação entre diferentes populações, comprometendo a manutenção da variabilidade genética, fundamental para a resiliência das espécies (METZGER et al., 2009).

Para mitigar esses efeitos, é essencial adotar estratégias que promovam a conectividade entre fragmentos remanescentes. A criação de corredores ecológicos tem se mostrado uma solução eficaz para permitir o deslocamento seguro dos animais e facilitar o

fluxo genético entre populações (ARAÚJO; BASTOS, 2019). Segundo Rodrigues et al. (2011), esses corredores não apenas aumentam a conectividade, mas também permitem a recolonização de áreas degradadas, contribuindo para a regeneração dos ecossistemas fragmentados.

Um exemplo bem-sucedido é a implantação de corredores ecológicos no sudeste do Brasil, conectando grandes reservas florestais a áreas menores de mata ciliar (RODRIGUES et al., 2011). Esse projeto possibilitou o retorno de mamíferos localmente extintos e restaurou processos ecológicos essenciais, como a dispersão de sementes e a predação, fundamentais para a regeneração da floresta (PARDINI et al., 2005). A tabela 2 resume as principais consequências da fragmentação florestal para a fauna da Mata Atlântica.

Tabela 2. Consequências da fragmentação florestal e seus impactos na fauna

Consequência	Impacto na Fauna
Perda de Habitat	Diminuição da área disponível para espécies
Isolamento Populacional	Redução do fluxo gênico e aumento da endogamia
Síndrome de Borda	Maior vulnerabilidade a espécies invasoras e incêndios
Alteração dos Ciclos Reprodutivos	Diminuição da taxa de natalidade e aumento da mortalidade
Alteração de Comportamentos	Mudanças nos padrões de alimentação e deslocamento

Fonte: Adaptado de Pardini et al. (2005) e Tabanez et al. (2010).

A fragmentação florestal na Mata Atlântica representa uma séria ameaça à viabilidade das populações de fauna. Para que a biodiversidade seja preservada, é necessário um esforço concentrado na recuperação de áreas degradadas e na criação de corredores ecológicos que permitam a movimentação segura das espécies. A restauração ecológica e a conectividade entre fragmentos são fundamentais para reverter os impactos negativos da fragmentação e garantir a sobrevivência das espécies a longo prazo, o que depende das políticas públicas.

#### 4. EFETIVIDADE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A legislação ambiental brasileira, especialmente a Lei de Crimes Ambientais (Lei n.º 9.605/1998), representa um marco importante na proteção dos recursos naturais e da fauna silvestre. Essa lei estabelece sanções penais e administrativas para atividades como caça ilegal, desmatamento e poluição (BRASIL, 1998). No entanto, sua efetividade enfrenta desafios relacionados à fiscalização insuficiente e à falta de recursos humanos e materiais (FREITAS, 2014).



Apesar de criar mecanismos importantes para punir crimes ambientais, a eficácia da Lei de Crimes Ambientais depende da capacidade institucional de fiscalizar e aplicar a legislação. A extensão territorial da Mata Atlântica e a escassez de agentes dificultam o monitoramento de áreas protegidas e o combate a atividades ilegais. Ou seja, embora seja considerada avançada, a falta de investimento compromete a sua implementação eficaz. A sobreposição de competências entre órgãos como o IBAMA e as secretarias estaduais de meio ambiente gera conflitos administrativos que enfraquecem a proteção ambiental. Essa fragmentação institucional atrasa a aplicação das leis e mantém muitas áreas da Mata Atlântica vulneráveis, apesar de estarem tecnicamente protegidas por legislação (SANTOS; COSTA, 2016).

A implementação do Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) é um dos principais instrumentos para a conservação da biodiversidade, mas enfrenta dificuldades práticas. O Código exige a manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reservas Legais (RLs), essenciais para conectar fragmentos florestais e proteger recursos hídricos (VIEIRA et al., 2016). Entretanto, a falta de fiscalização e a resistência de proprietários rurais em restaurar áreas degradadas prejudicam a eficácia dessas medidas, especialmente em regiões com forte pressão econômica por expansão agrícola.

Além das APPs e RLs, a criação de Unidades de Conservação (UCs), como parques nacionais e reservas biológicas, é essencial para proteger a fauna e manter os processos ecológicos (RYLANDS; BRANDON, 2005). Entretanto, muitas UCs são pequenas e isoladas, limitando sua capacidade de sustentar populações viáveis a longo prazo (RODRIGUES et al., 2011).

A Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), é uma ferramenta essencial para a criação e gestão de UCs. Esse sistema permite a formação de áreas de proteção integral, como parques e estações ecológicas, e áreas de uso sustentável, como reservas extrativistas. O Decreto nº 4.340/2002 regulamenta o SNUC e incentiva a participação das comunidades locais na gestão das UCs, reforçando a integração entre preservação e desenvolvimento sustentável.

A restauração de APPs e RLs prevista no Código Florestal contribui para a expansão de áreas protegidas fora das UCs formais e fortalece o combate ao desmatamento. A Lei nº 11.284/2006, que regula o uso sustentável de florestas públicas, também auxilia na conservação ao impedir a ocupação ilegal e práticas predatórias. A Política Nacional do Meio

Ambiente (PNMA), instituída pela Lei nº 6.938/1981, complementa essas iniciativas ao estabelecer os princípios e instrumentos de proteção ambiental, como o licenciamento e a fiscalização ambiental.

Apesar da base legal abrangente, a conservação efetiva da Mata Atlântica depende de fiscalização contínua e maior investimento em infraestrutura e recursos humanos. A proteção da fauna também exige estratégias integradas que envolvam o governo, o setor privado e as comunidades locais. Somente com essa articulação será possível garantir a conservação das áreas remanescentes e a sustentabilidade dos ecossistemas da Mata Atlântica.

## **5. EFETIVIDADE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL**

As populações tradicionais, como os caiçaras na Mata Atlântica e os caboclos na Amazônia, desempenham um papel essencial na conservação da biodiversidade. Essas comunidades possuem profundo conhecimento dos ecossistemas locais e praticam formas de manejo mais sustentáveis do que as abordagens convencionais de exploração dos recursos naturais (BEGOSSI, 1998). Na Mata Atlântica, os caiçaras têm desenvolvido, ao longo de gerações, técnicas de pesca artesanal, agricultura de subsistência e manejo florestal, que permitem a utilização dos recursos sem esgotá-los.

Essas práticas tradicionais contribuem diretamente para a conservação da fauna. Ao evitar a caça predatória e adotar métodos de pesca sustentável, os caiçaras ajudam a preservar tanto as populações de espécies ameaçadas quanto os habitats aquáticos e terrestres. Cullen et al. (2001) observam que a interação das comunidades com a fauna pode servir como um indicador de mudanças ambientais. A análise dos padrões de caça e coleta de frutos, por exemplo, pode revelar alterações nos ciclos de vida das espécies e nos processos ecológicos da floresta.

Contudo, essas comunidades enfrentam desafios crescentes para manter suas práticas sustentáveis. A pressão da modernização, expansão urbana e o turismo de massa têm prejudicado o modo de vida tradicional. Além disso, a criação de áreas protegidas que restringem o uso tradicional dos recursos muitas vezes gera conflitos entre as comunidades locais e as autoridades ambientais (BEGOSSI, 1998). O deslocamento de caiçaras para permitir a criação de parques e reservas interrompe não apenas suas práticas culturais, mas também elimina seu papel como guardiões da biodiversidade.

Uma abordagem promissora para resolver esses conflitos é a integração do conhecimento tradicional nas políticas de conservação. Silva et al. (2011) destacam que sistemas agroflorestais, que combinam o cultivo com a preservação florestal, exemplificam como as práticas tradicionais podem promover a conservação da fauna e flora. Esses sistemas não apenas mantêm a biodiversidade, mas também oferecem subsistência econômica para as comunidades locais, constituindo uma alternativa sustentável ao desmatamento.. A tabela 3 apresenta um resumo das principais práticas de manejo sustentável utilizadas pelas populações tradicionais na Mata Atlântica:

Tabela 3. Práticas tradicionais e seus impactos na conservação

Prática Tradicional	Impacto na Conservação
Agricultura de subsistência	Preservação de áreas florestais e manutenção da fertilidade do solo
Pesca artesanal	Sustentabilidade das populações de peixes locais
Uso de plantas medicinais	Preservação de espécies vegetais nativas e conhecimento tradicional
Manejo de fauna	Evita a extinção local de espécies ameaçadas
Alteração de Comportamentos	Mudanças nos padrões de alimentação e deslocamento

Fonte: Adaptado de Begossi (1998) e Silva et al. (2011).

As populações tradicionais desempenham um papel essencial na conservação da Mata Atlântica, e suas práticas sustentáveis podem ser um modelo para o manejo de recursos naturais em outras regiões. A inclusão dessas comunidades no processo de tomada de decisão e a valorização de seus conhecimentos são fundamentais para o sucesso das políticas de conservação.

## 6. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CONSCIENTIZAÇÃO

A educação ambiental é amplamente reconhecida como uma ferramenta essencial para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica. Desde a década de 1990, instituições como o IBAMA e o ICMBio têm desenvolvido programas voltados à conscientização sobre a importância da preservação dos recursos naturais (IBAMA, 2023). Esses programas buscam engajar a sociedade em práticas sustentáveis, promovendo respeito ao meio ambiente e incentivando comportamentos conscientes tanto nas áreas urbanas quanto rurais.

No entanto, a implementação desses programas enfrenta diversos desafios. Em áreas rurais, o acesso limitado à educação dificulta a compreensão da importância da conservação. Além disso, muitos programas são desenvolvidos de maneira centralizada, sem considerar as

particularidades culturais e socioeconômicas das comunidades locais (ICMBio, 2023). Tabanez et al. (2015) defendem que é fundamental adaptar os programas às realidades locais, incorporando o conhecimento tradicional e atendendo às necessidades específicas das comunidades para garantir maior eficácia.

A falta de conscientização nas áreas urbanas é outro obstáculo importante para a preservação da fauna silvestre. Muitos habitantes desconhecem a riqueza biológica da Mata Atlântica e seu papel na prestação de serviços ecossistêmicos, como a regulação do clima e a proteção dos mananciais hídricos (IBAMA, 2023). Para enfrentar esse problema, é necessário que as políticas de educação ambiental se expandam para além das áreas protegidas e alcancem populações urbanas por meio de campanhas que envolvam escolas, empresas e organizações da sociedade civil.

A capacitação de professores e educadores ambientais é fundamental para o sucesso dos programas. Giannini et al. (2015) destacam que a formação contínua de professores em temas relacionados à conservação da biodiversidade pode aumentar a eficácia das iniciativas, promovendo uma compreensão mais profunda dos problemas ecológicos que afetam a Mata Atlântica. A introdução da educação ambiental nas escolas pode ser uma ferramenta poderosa para formar cidadãos conscientes e engajados na defesa do meio ambiente. A tabela 4 apresenta as principais estratégias de educação ambiental utilizadas na Mata Atlântica e seus impactos na conservação.

Tabela 4. Estratégias de educação ambiental e seus impactos na conservação

<b>Estratégia de Educação Ambiental</b>	<b>Impacto na Conservação</b>
Programas escolares	Formação de cidadãos conscientes
Campanhas de conscientização	Sensibilização de populações urbanas
Capacitação de professores	Melhoria na qualidade da educação ambiental
Parcerias com ONGs e empresas	Ampliação do alcance das iniciativas
Estratégia de Educação Ambiental	Impacto na Conservação

Fonte: Adaptado de Begossi (1998) e Silva et al. (2011).

A educação ambiental é uma ferramenta fundamental para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica. Para que suas políticas sejam eficazes, é necessário que sejam desenvolvidas de maneira participativa, incorporando o conhecimento local e promovendo a conscientização em todas as camadas da sociedade.

## 7. SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA A CONSERVAÇÃO DA FAUNA

A conservação da fauna na Mata Atlântica depende de uma combinação de restauração ecológica, práticas de uso sustentável e políticas públicas que incentivem a preservação dos recursos naturais. A restauração de áreas degradadas é uma estratégia eficaz para reverter a perda de biodiversidade resultante do desmatamento. Brancalion et al. (2016) defendem que a recuperação de matas ciliares e outras Áreas de Preservação Permanente (APPs) é essencial para aumentar a conectividade entre fragmentos florestais, facilitando o deslocamento seguro das espécies.

Os sistemas agroflorestais, que integram o cultivo agrícola à preservação de áreas florestais, têm se mostrado uma alternativa viável para promover a conservação. Silva et al. (2011) destacam que esses sistemas permitem a recuperação de áreas degradadas ao mesmo tempo em que garantem a subsistência das populações locais por meio da produção de alimentos e produtos florestais. Além disso, eles favorecem a manutenção da biodiversidade, criando habitats para diversas espécies de fauna.

O pagamento por serviços ambientais (PSA) é outra estratégia sustentável proposta para a conservação da Mata Atlântica. May e Loureiro (2011) sugerem que o PSA pode incentivar proprietários rurais a manter florestas nativas em suas propriedades, por meio de compensações financeiras pela preservação dos recursos naturais. Essa política tem o potencial de promover o envolvimento do setor privado na conservação, gerando benefícios tanto econômicos quanto ambientais.

A restauração ecológica em larga escala é fundamental para aumentar a resiliência dos ecossistemas e melhorar a capacidade de adaptação das espécies às mudanças climáticas. Brancalion et al. (2016) destacam que a recuperação de áreas degradadas não apenas fortalece a biodiversidade, mas também contribui para a sustentabilidade dos ecossistemas no longo prazo. A tabela 5 resume as principais soluções sustentáveis para a conservação da fauna e seus impactos na biodiversidade.

Tabela 5. Práticas convencionais e seus impactos na conservação

Solução Sustentável	Impacto na Biodiversidade
Restauração ecológica	Aumento da conectividade entre fragmentos florestais
Sistemas agroflorestais	Recuperação de áreas degradadas e manutenção de habitats
Pagamento por serviços ambientais	Incentivo à preservação de áreas florestais
Criação de corredores ecológicos	Facilitação do fluxo gênico e redução da fragmentação

Fonte: Adaptado de Begossi (1998) e Silva et al. (2011).

As soluções sustentáveis para a conservação da fauna da Mata Atlântica devem integrar a restauração ecológica, a criação de sistemas produtivos sustentáveis e a implementação de políticas que incentivem a preservação. Somente por meio de um esforço conjunto entre governo, sociedade civil e setor privado será possível garantir a proteção da biodiversidade a longo prazo.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conservação da fauna silvestre na Mata Atlântica é um desafio complexo que demanda ações integradas e estratégicas para enfrentar as pressões ecológicas, legais e culturais que ameaçam esse bioma. Ao longo deste estudo, identificaram-se os principais fatores que contribuem para a degradação da biodiversidade, incluindo a fragmentação de habitats, desmatamento, introdução de espécies invasoras e a ineficácia na aplicação da legislação ambiental. Esses fatores comprometem não apenas a sobrevivência das espécies, mas também os processos ecológicos essenciais para o equilíbrio dos ecossistemas.

A fragmentação florestal tem impactos devastadores, pois isola populações e reduz a variabilidade genética necessária para a resiliência das espécies. Medidas como a criação de corredores ecológicos e a restauração de áreas degradadas são fundamentais para promover a conectividade entre os fragmentos florestais, garantindo a movimentação segura da fauna e a recuperação dos ecossistemas.

As populações tradicionais também desempenham um papel essencial na conservação por meio de práticas de manejo sustentável. No entanto, essas comunidades enfrentam pressões externas, como a expansão urbana e o turismo de massa, que ameaçam sua subsistência e reduzem sua capacidade de contribuir para a preservação dos recursos naturais. A inclusão dessas comunidades nas políticas de conservação é indispensável para o desenvolvimento de soluções mais eficazes e duradouras.

A educação ambiental é uma ferramenta indispensável para conscientizar a sociedade sobre a importância da biodiversidade e da proteção da Mata Atlântica. A formação de

cidadãos mais conscientes e engajados é essencial para construir um futuro sustentável, no qual a conservação da fauna silvestre seja uma prioridade. A capacitação de educadores ambientais também é fundamental para ampliar o impacto dessas iniciativas.

Foram discutidas ainda soluções sustentáveis, como sistemas agroflorestais, pagamento por serviços ambientais (PSA) e restauração ecológica, que conciliam a conservação da biodiversidade com o desenvolvimento econômico. Essas estratégias não apenas promovem a recuperação de áreas degradadas, mas também geram benefícios econômicos para as comunidades locais, oferecendo alternativas de renda e subsistência por meio de práticas sustentáveis.

Portanto, a conservação da fauna silvestre na Mata Atlântica requer uma abordagem integrada, que envolva o poder público, o setor privado, as comunidades locais e a sociedade em geral. Apenas por meio de ações coordenadas e contínuas será possível reverter os danos já causados e garantir a proteção desse bioma para as gerações futuras. É essencial fortalecer as políticas públicas e desenvolver novas estratégias, levando em consideração as necessidades ecológicas, sociais e econômicas da região.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, T. M. S.; BASTOS, F. H. Corredores ecológicos e conservação da biodiversidade: aportes teóricos e conceituais. **Revista Casa da Geografia de Sobal**, Sobal, v. 21, n. 2, p. 716-729, set. 2019.
- BEGOSSI, A. Resilience and neotraditional populations: The caiçaras (Atlantic Forest) and caboclos (Amazon, Brazil). In: BERKES, F.; FOLKE, C.; COLDING, J. (orgs.). **Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 129-157.
- BENEDICT, C. et al. Invasive species and biodiversity conservation in tropical forests. **Conservation Biology**, v. 28, n. 2, p. 499-511, 2014.
- BEUCHLE, R., ACHARD, F., BOURGOIN, C., VANCUTSEM, C., Eva, H. D., FOLLADOR, M. **Desflorestação e degradação florestal na Amazônia: Ponto da situação e tendências até 2020**. EUR 30727 PT, Serviço das Publicações da União Europeia, Luxemburgo, 2022, 83p.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Optimizing the legal compliance of riparian forest restoration with landscape planning. **Natureza & Conservação**, v. 14, n. 2, p. 72-81, 2016.
- BRASIL. **Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 13 fev. 1998.



- BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 jul. 2000.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 maio 2012.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2 set. 1981.
- BRASIL. **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002.** Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 ago. 2002.
- BRASIL. **Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006.** Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, institui o Serviço Florestal Brasileiro – SFB, cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal – FNDF, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 mar. 2006.
- BUENO, C. et al. Biodiversity conservation and ecosystem services in Brazil: Challenges and opportunities. **Environmental Science & Policy**, v. 92, p. 56-67, 2018.
- CULLEN, L. et al. Jaguars as landscape detectives for the conservation of Atlantic Forest in Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 4, n. 3, p. 132-140, 2001.
- FREITAS, T. G. Implementação da Lei de Crimes Ambientais: Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade no Brasil. **Revista de Direito Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 95-108, 2014.
- GIANNINI, T. C. et al. Pollination services at risk: Bees and other pollinators face a variety of challenges in Brazil. **Journal of Insect Conservation**, v. 19, n. 3, p. 421-432, 2015.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Educação Ambiental no Brasil: Desafios e Perspectivas**. Brasília: IBAMA, 2023.
- ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Políticas e Práticas de Educação Ambiental nas Unidades de Conservação do Brasil**. Brasília: ICMBio, 2023.
- JORGE, M. S. P.; PERES, C. A. Population density and home range of the critically endangered black lion tamarin *Leontopithecus chrysopygus* in Morro do Diabo State Park, Brazil. **Oryx**, v. 39, n. 1, p. 94-97, 2005.

- MAY, P. H.; LOUREIRO, W. Incorporating environmental services in Brazilian agrarian reform. **Land Use Policy**, v. 28, n. 4, p. 675-683, 2011.
- METZGER, J. P. et al. Time-lag in biological responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biotropica**, v. 41, n. 3, p. 312-319, 2009.
- PARDINI, R. et al. The role of mammals in the regeneration of Atlantic forests. **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 3, p. 363-373, 2005.
- PICKENS, AH, HANSEN, MC, ADUSEI, B., e POTAPOV P. Mapping and sampling to characterize global inland water dynamics from 1999 to 2018 with full Landsat time-series. **Remote Sensing of Environment**, Toronto, v. 243, p. 1-15, 2020.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.
- RODRIGUES, R. R. et al. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1605-1613, 2011.
- RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Brazilian protected areas. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 612-618, 2005.
- SANTOS, C. C. F.; COSTA, C. A. A Lei de Crimes Ambientais como instrumento para a conservação da biodiversidade no Brasil. **Revista de Direito Ambiental**, v. 21, n. 4, p. 155-170, 2016.
- SCARANO, F.R., SANTOS, A.S., RIBEIRO, S.K., NOBRE, C.A., MARENGO, J.A., OMETO, J.P., CEOTTO, P., LOYOLA, R., PIRES, A.P.F., RIBEIRO, J.B., CARNEIRO, B.L.R. Potência Ambiental da Biodiversidade: um caminho inovador para o Brasil. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas e da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, 1a ed. PBMC/COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 2018, 62p.
- SILVA, A. C. P. et al. Agroflorestas na Mata Atlântica: Uma alternativa de desenvolvimento rural para a conservação da biodiversidade. **Biodiversidade Brasileira**, v. 1, p. 55-70, 2011.
- TABANEZ, M. et al. Environmental education as a tool for conserving biodiversity in the Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology**, v. 29, n. 6, p. 1450-1460, 2015.
- VIEIRA, R. R. S. et al. Overcoming the challenges of public policies for biodiversity conservation. **Environmental Science & Policy**, v. 62, p. 71-78, 2016.

# CAPÍTULO IX

## CONTROLE ADEQUADO DOS RESÍDUOS HOSPITALARES PARA O AMBIENTE E PARA O HOMEM: UMA TENDÊNCIA SUSTENTÁVEL PARA A SAÚDE

### ADEQUATE CONTROL OF HOSPITAL WASTE FOR THE ENVIRONMENT AND FOR HUMANS: A SUSTAINABLE TREND FOR HEALTH

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-9

Luiz Henrique Rodrigues<sup>1</sup>

Maria Karollyne Dos Santos Paiva<sup>2</sup>

Eliana Cristina Barreto Monteiro<sup>3</sup>

Ângelo Just da Costa e Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Biotecnologia. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais – UNICAP, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4005-5498>

<sup>2</sup> Mestrando em Biotecnologia. Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais – UNICAP, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6258-3585>

<sup>3</sup> Professora Adjunta da Universidade Católica de Pernambuco e Universidade de Pernambuco, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0842-779X>

<sup>4</sup> Professor Assistente da Universidade Católica de Pernambuco e Universidade de Pernambuco, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0759-6439>

#### RESUMO

Os resíduos hospitalares representam um grave problema de saúde pública e ambiental. A geração inadequada e o descarte incorreto desses materiais contaminados por agentes patogênicos, substâncias químicas e radioativos podem causar sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente. Este trabalho aborda o estado da arte sobre a gestão inadequada de resíduos, como o descarte irregular de resíduos hospitalares contamina o solo e a água, além de contribuir para o surgimento de bactérias resistentes a antibióticos. A presença de medicamentos e substâncias químicas tóxicas nos resíduos pode causar diversos problemas ambientais e de saúde. A gestão eficiente dos resíduos hospitalares exige a adoção de práticas sustentáveis, como a segregação na fonte, a coleta seletiva, o tratamento adequado e a disposição final em locais licenciados. A educação ambiental e a capacitação dos profissionais da saúde são essenciais para a implementação dessas práticas. Em conclusão, a gestão adequada dos resíduos hospitalares é um desafio complexo que exige a colaboração de diversos atores sociais. A implementação de políticas públicas eficazes, aliada

ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras e à conscientização da população, são fundamentais para garantir a proteção da saúde humana e do meio ambiente.

**Palavras-chave:** gestão de resíduos. saúde pública. meio ambiente. legislação ambiental. contaminação.

#### ABSTRACT

Hospital waste is a serious public health and environmental problem. Improper generation and incorrect disposal of these materials, which are contaminated with pathogens, chemical and radioactive substances, can cause serious harm to human health and the environment. Improper disposal of hospital waste contaminates soil and water and contributes to the emergence of antibiotic-resistant bacteria. The presence of toxic drugs and chemical substances in waste can cause several environmental and health problems. Efficient management of hospital waste requires the adoption of sustainable practices, such as segregation at source, selective collection, adequate treatment and final disposal in licensed

locations. Environmental education and training of health professionals are essential for the implementation of these practices. In conclusion, adequate management of hospital waste is a complex challenge that requires the collaboration of several social actors. The implementation of effective public policies, combined with the

development of innovative technologies and raising public awareness, are essential to guarantee the protection of human health and the environment.

**Keywords:** waste management. public health. environment. environmental legislation. contamination.

## 1. INTRODUÇÃO

Provenientes dos serviços e atendimentos à saúde humana, de animais e resultantes de hospitais, laboratórios, Unidade Básicas de Saúde e farmácias, os resíduos hospitalares são uma demanda necessária de uma atenção significativa, porque são passíveis de risco à saúde ambiental e humana. Apesar dos avanços na área de gestão de resíduos hospitalares, ainda existem lacunas significativas no conhecimento sobre o tema, especialmente no que se refere à implementação das políticas públicas e a avaliação dos impactos ambientais e à saúde humana (Santos et al., 2024).

A gestão inadequada de resíduos hospitalares configura um grave problema ambiental e de saúde pública. A presença de agentes patogênicos, substâncias químicas perigosas e materiais radioativos nesses resíduos exige cuidados especiais em seu manejo, armazenamento, transporte e destinação final. Ao longo das últimas décadas, o aumento da demanda por serviços médicos e a complexidade dos procedimentos têm intensificado a produção desses resíduos, exigindo o desenvolvimento de soluções cada vez mais eficientes para o seu gerenciamento (Oliveira; Freitas; Oliveira, 2024).

O presente trabalho tem como objetivo analisar a problemática do gerenciamento de resíduos hospitalares, com ênfase nos riscos à saúde humana e ao meio ambiente, na legislação vigente e nas melhores práticas para a gestão desses resíduos, visando contribuir para a implementação de políticas públicas mais eficazes e para a promoção da sustentabilidade ambiental.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS HOSPITALARES

Os resíduos de saúde conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS), são os resíduos promovidos ou gerados por variadas atividades de saúde como, hospitalares, laboratoriais, clínicas, farmácias, centro que tratam saúde e outros que determinam a

produção de resíduos que compreendem produtos químicos, patógenos e produtos farmacêuticos como remédios, quimioterápicos e radioativos. Diante disto, os resíduos hospitalares em particular se apresentam de diferentes formas como líquidos, sólidos e gasosos, necessitando de forma aguda e correta o seu devido gerenciamento, proporcionando segurança e saúde para pessoas e para o meio ambiente em seus diversos compartimentos (De Medeiros; Fontgalland, 2022).

Faz-se necessário a enorme manifestação acerca dos resíduos de ordem hospitalares na atualidade, de forma que seu manuseio, segregação, armazenamento, transporte e destinação final seja assertivo, como é observado o esquema na Figura 1, assim reduzindo impacto ao ambiente e ao homem. Esses resíduos necessitam de um olhar diferenciado, com maior cuidado, por ser caracterizado como um potente poluidor, tendo sua destinação final precisa. Proporcionando uma diminuição de danos tanto de forma indireta, como de forma direta aos compartimentos ambientais e aos seres vivos (Rambo; Dutra; Cubas, 2020).

Figura 1. Esquema em mapa mental dos aspectos essenciais para correta gestão dos Resíduos Hospitalares.



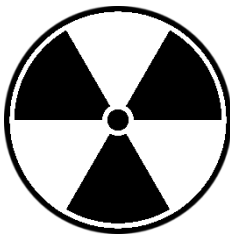




Fonte: Autoria própria

A classificação dos resíduos hospitalares é delimitada por categorias com base em suas funções e características, sendo elas físicas e químicas, e em virtude de sua especificação e do seu potencial de risco, tanto para o homem como para o ambiente por meio da contaminação. Com isso, são necessários o manuseio correto e o tratamento adequado antes e depois da sua utilização e do seu destino. Sua classificação baseia-se em cinco conjuntos principais: Tipo A:

Resíduos infectantes; Tipo B: Resíduos com substâncias química; Tipo C: Resíduos que manifestam radiação; Tipo D: Resíduos não perigosos e por fim o Tipo E: Resíduos de espécies perfurocortantes, segundo a Tabela 1, de acordo com as resoluções do CONAMA nº 358/05 e a RDC nº 306/04, possuindo como base atual a RDC nº 222/2018, que faz a diferenciação dos conjuntos dos resíduos hospitalares (Dos Reis; Lima; Vieira, 2024; Oliveira; Freitas; Oliveira, 2024).

Tabela 1. Classificação dos resíduos hospitalares por classe.

Classificação	Característica	Exemplos	Símbolos
Tipo A - Infectantes	Possui agentes infecciosos que podem promover risco à saúde.	Placas microbiológicas.	
Tipo B - Químicos	Possui substâncias químicas prejudiciais ao homem e ao ambiente.	Reagentes químicos.	
Tipo C - Radioativos	Possui emissão de radiação que leva a contaminação ambiental e ao homem.	Materiais de radioterapia.	
Tipo D - Não perigosos	Não apresenta risco à saúde humana e ambiental, porque não possui ação química, infectante e de radiação.	Provenientes de alimentação e da área administrativa.	
Tipo E - Perfurocortantes	Possui materiais perfurocortantes, com alta capacidade de perfurar ou cortar.	Agulhas e Lâminas.	

Fonte: Autoria própria

## 2.2. RISCO À SAÚDE, A BIODIVERSIDADE E CONTAMINAÇÃO DO SOLO E ÁGUA

Tendo-se como uma grave questão de saúde pública, o descarte incorreto de resíduos hospitalares promove contaminação ao meio ambiente. Atualmente diversas discussões acerca do assunto são realizadas, determinando dessa forma a importância dessa temática. Isto porque, insumos hospitalares como por exemplos os medicamentos que são tanto de acesso hospitalares como social, geralmente são insumos que podem possuir substâncias tóxicas que agredem compartimentos como o solo e água, além disso estes resíduos podem proporcionar características de risco à saúde ambiental e social por meio da corrosividade, reatividade e combustibilidade, além da sua própria toxicidade (Carvalho et al., 2021; Oliveira Filho et al., 2024).

A literatura já descreve evidências de fármacos em compartimentos como água e solo, isto determinado pelo descarte errôneo por parte desses fármacos serem achados em lixo comum e até mesmo em vasos sanitários, provocando graves consequências como impactos na qualidade da água e do solo, com isso proporções gigantescas são disseminadas pela seguida contaminação dos seres vivos de cada compartimento ambiental (Falqueto; Kligerman; Assumpção, 2010; Carvalho et al., 2021).

Assim, uma das marcantes classes de resíduos hospitalares que contaminam o solo e a água, é a classe dos antibióticos, que por sua vez podem em sua grande maioria potencializar o desenvolvimento de bactérias resistentes ao meio ambiente, tal classe que é amplamente usada pela sociedade atual e pelos hospitais (Falqueto; Kligerman; Assumpção, 2010).

A saúde pública é algo essencial para a nação, porém os lixos hospitalares de forma parcial tornam-se tratado ou descartado de forma comum, podendo ser visto em lixões de cidades, tal problemática é provocada pela falta de conhecimento de pessoas que recolhem esse tipo de lixo. Por meio dos aterros de lixos não controlados, os resíduos hospitalares produzem uma substância denominada chorume, que por sua vez pode infiltrar-se em solos e com isso contaminar os lençóis freáticos, além disso os resíduos hospitalares podem liberar gases e provocam poluição do ar (Oliveira Filho et al., 2024; Roner; Da Costa Junior, 2024).

Em vista disso, é determinante como os resíduos hospitalares são uma grande ameaça ao ambiente e ao homem de modo geral, por possuir um perfil elevado para infecções, quando utilizado e gerenciado de forma incorreta. Porque qualquer impropriedade no que se refere aos resíduos hospitalares, podem provocar acontecimento irregulares tanto para o homem



como para o ambiente, dependendo do seu destino e do seu descarte (Oliveira Filho et al., 2024).

### **2.3. GESTÃO E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS DE RESÍDUOS HOSPITALARES: RECICLAGEM, REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO, TRATAMENTO E EDUCAÇÃO.**

Quando se fala de gestão de resíduos hospitalares, denota-se a resíduos perigosos, ou seja, resíduos que por sua vez necessitam de cuidados específicos por possuírem uma elevada capacidade de poluir o ambiente e de contaminar o homem. Dessa forma, a gestão de resíduos hospitalares definitivamente deve ser realizada de forma completa, tendo base ações normativas, financeiras, de planejamento e operacionais, fundamentada em aspectos legais sanitários, ambientais, econômicos e de saúde pública para que haja um tratamento adequado deste tipo de resíduos. É determinante o estabelecimento da atribuição ao poder público, desenvolvendo condições legais para disposição correta dos resíduos, porém, mesmo diante deste aspecto é faltoso a aplicabilidade de práticas precisas e efetivas em todo o país (Machado; Vieira; Romcy, 2023).

De acordo com Machado (2023) em seu estudo descritivo de trabalhos que implementarão práticas sustentáveis de redução de resíduos, determinou diversos tipos de ações adotada que demonstraram resultados positivos, práticas como: criação de política de gestão para inclusão de formas de segregação, coleta adequada, armazenamento correto, transporte e descarte de resíduos hospitalares. Além disso, mostrou-se também desinfecção e esterilização de alto nível, como também medidas agressivas para gestão de resíduos radioativos, como também criação de modelo de previsão de produção de resíduos por departamento do hospital e do hospital de forma geral, outrossim também demonstrado foram aplicação de treinamentos e utilização de EPIs de forma adequada, além de recuperação de matérias como papeis, plásticos e perfurocortantes e auxílio visual para manuseio correto de resíduos hospitalares.

De acordo com a RDC da ANVISA nº 306/2004, o gerenciamento de resíduos hospitalares são um agrupamento de processos que envolvem planejamento, gestão e implementação por meio de bases técnicas, normativas, legais e científicas objetivando a redução da produção de resíduos e promover um direcionamento adequado para os resíduos produzidos de forma eficaz e eficiente, visando o meio ambiente e seus compartimentos e a saúde pública e dos seres vivos. Assim, o gerenciamento engloba todas as etapas essenciais

para planejamento e a capacitação de recursos físicos e humanos para o manuseio e dos resíduos. Visto que, todo tipo de estabelecimento produtor de resíduos hospitalares deve por sua vez elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde (PGRSS), fundamentado nos aspectos dos resíduos produzidos pelo estabelecimento, sendo adequado as normas locais de coleta, transporte, manejo, acondicionamento, tratamento e destinação final (Severo et al., 2014).

Deste modo, o manejo adequado dos resíduos hospitalares é fundamental na manutenção da saúde, visto que usufruir do gerenciamento de forma positiva remete benefícios à saúde humana de forma geral, como também ao meio ambiente. E o contrário, ou seja, a não utilização desse gerenciamento resulta em agravos e consequências tanto social, como de saúde pública e para o ambiente (Oliveira; Passos Farias; Figueiredo; Deus, 2024).

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em suma, o gerenciamento inadequado de resíduos de serviços de saúde representa uma grave ameaça à saúde pública e ao meio ambiente. A presença de agentes patogênicos, substâncias químicas perigosas e materiais radioativos nesses resíduos exige um cuidado especial em todas as etapas do seu ciclo de vida, desde a geração até a disposição final.

A implementação de políticas públicas robustas e a capacitação dos profissionais envolvidos são fundamentais para garantir que os resíduos hospitalares sejam tratados com a seriedade que a sua natureza exige. Além disso, a conscientização da sociedade sobre os riscos associados ao descarte incorreto é crucial para prevenir a contaminação ambiental. A adoção de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde é uma etapa essencial nesse processo, assegurando que todas as normas e diretrizes sejam seguidas rigorosamente.

Com isso, a presente pesquisa demonstrou a importância de um gerenciamento integral e eficiente dos resíduos hospitalares, que envolve desde a segregação na fonte até o tratamento e a disposição final adequada. A legislação brasileira, embora ofereça um arcabouço legal para a gestão desses resíduos, ainda enfrenta desafios na sua implementação e no seu cumprimento. Sendo assim, a responsabilidade no manejo dos resíduos hospitalares não é apenas uma questão legal ou técnica, mas uma obrigação ética que visa proteger tanto a saúde humana quanto o meio ambiente.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), Fundação de Amparo à Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, E. A. R. et al. Descarte DE resíduos DE medicamentos: Consciência ambiental Na Cidade DE catalão/go/ drug waste disposal: Environmental awareness in the city of Catalan/go. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 12704–12714, 2021.

DE MEDEIROS, F. C.; FONTGALLAND, I. L. Gerenciamento de resíduos hospitalares a partir: uma revisão da literatura: Hospital waste management from: a review of the literature. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 5, n. 4, p. 4199–4209, 2022.

DOS REIS, M. F.; LIMA, J. N.; VIEIRA, D. S. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS HOSPITALARES E SUA IMPORTÂNCIA PARA A VIDA HUMANA E O MEIO AMBIENTE. **XVII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos20/5830264.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

FALQUETO, E.; KLIGERMAN, D. C.; ASSUMPÇÃO, R. F. Como realizar o correto descarte de resíduos de medicamentos? **Ciencia & saude coletiva**, v. 15 Suppl 2, p. 3283–3293, 2010.

FARIAS, S. M. DOS S.; FIGUEIREDO, G. DA S.; DEUS, R. J. A. DE. Educação permanente na gestão de resíduos em hospitais públicos e privados no Brasil: uma revisão integrativa de literatura. **Observatório de la economía latinoamericana**, v. 22, n. 6, p. e5018, 2024.

MACHADO, L. G. DA F.; VIEIRA, L. J. E. DE S.; ROMCY, C. M. A. BOAS PRÁTICAS SOBRE O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS EM SAÚDE: UMA REVISÃO INTEGRATIVA. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 27, n. 8, p. 4798–4815, 2023.

OLIVEIRA, L. M. DE; FREITAS, L. DA S.; OLIVEIRA, T. B. DE. DESAFIOS DA SAÚDE PÚBLICA NA AMAZÔNIA: A INFLUÊNCIA DOS EFLUENTES HOSPITALARES NA DISSEMINAÇÃO DE ESCHERICHIA COLI RESISTENTE. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, v. 13, n. 2, p. e1053, 2024.

OLIVEIRA FILHO, O. B. Q. DE et al. Gerenciamento dos resíduos hospitalares e a importância para a saúde humana e ambiental. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 6, p. e4743, 2024.

OLIVEIRA, C. A.; PASSOS, M. M. Sustentabilidade Hospitalar: hospital sem papel e outras tendências: PAPERLESS HOSPITAL AND OTHER TRENDS. **Educação Sem Distância - Revista Eletrônica da Faculdade Unyleya, [S. l.]**, v. 1, n. 2, 2020. Disponível em:

<https://educacaoemdistancia.unyleya.edu.br/esd/article/view/55>. Acesso em: 25 set. 2024.

RAMBO, A. A.; DUTRA, A. R. DE A.; CUBAS, A. L. V. RESÍDUO HOSPITALAR E SEU IMPACTO: UMA REVISÃO DA LITERATURA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 01, p. 341, 2020.

RONER, M. N. B.; DA COSTA JUNIOR, H. M. DESAFIOS E SOLUÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 9, n. 3, p. 147–173, 2024.

SANTOS, M. H. DA S. DOS et al. Educação em saúde: Gerenciamento DE resíduos hospitalares e Uso DE equipamentos DE proteção individual. **Enfermagem em Foco**, v. 15, 2024.

SEVERO, E. A. et al. Gerenciamento de resíduos hospitalares: um estudo multicasos no nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 4, n. 2, p. 68, 2014.

# CAPÍTULO X

## ALELOPATIA DE LICOR PIROLENHOSO DA CASCA DE CAFÉ SOBRE A GERMINAÇÃO DE *LACTUCA SATIVA* L.

### EFFECTS OF COFFEE HUSK PYROLIGNEOUS LIQUOR ON THE GERMINATION OF LETTUCE (*LACTUCA SATIVA* L.)

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-10

Jennefer Aguiar Barbosa<sup>1</sup>

Thomas Roberto Signor<sup>2</sup>

Mariana Lira<sup>3</sup>

Aline Sara Rocha Dos Santos<sup>4</sup>

Mickelisse Ruanny Martins De Oliveira<sup>5</sup>

Lucas Dos Santos De Almeida<sup>6</sup>

Jéssica Pereira Da Silva<sup>7</sup>

Isane Vera Karsburg<sup>8</sup>

Douglas Machado Leite<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Graduanda de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>2</sup> Graduando de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>3</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>4</sup> Graduandas de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>5</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>6</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>7</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>8</sup> Doutora em Genética e Melhoramento, Professora da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, PGMP, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>9</sup> Mestre em genética e Melhoramento de Plantas, Doutorando em Engenharia Florestal pela UFLA

## RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos alelopáticos de diferentes concentrações de licor pirolenhoso da casca de café sobre as sementes de alface (*Lactuca Sativa* L.). O café é uma das bebidas mais consumidas globalmente e o Brasil desempenha um papel crucial nessa cadeia produtiva. O licor pirolenhoso é um subproduto da produção de carvão vegetal a partir da casca de café e possui compostos bioativos que podem influenciar o crescimento de plantas. O experimento foi realizado no Laboratório Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais, da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Alta Floresta – MT. Para o experimento foram utilizadas um total de 700 sementes que foram

distribuídas em 7 placas de petri, sendo uma placa para cada concentração, forradas com papel germitest e umedecidas com 20ml. O composto utilizado nas placas solução foi feito a partir de diferentes concentrações sendo essas 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 ml de licor para um 1L de água. Foram observadas a sementes germinas nos períodos de 24h, 48h e 72hs. Os resultados mostraram que concentrações muito baixas (0,5) e concentrações muito altas (3,0) podem inibir a germinação das raízes. Porém na concentração 2% as sementes tiveram reação favorável a licor pirolenhoso, tendo o maior índice de germinação entre as concentrações. Os resultados indicam que o licor pirolenhoso da casca de café possui um efeito alelopático sobre a germinação de sementes de alface, podendo tanto estimular quanto inibir o

processo, dependendo da concentração utilizada e do tempo de exposição.

**Palavras-chave:** *Lactuca sativa* L.. Licor pirolehnoso. Germinação. Café.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the allelopathic effects of different concentrations of coffee husk pyroligneous liquor on lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds. Coffee is one of the most consumed beverages globally, and Brazil plays a crucial role in this production chain. Pyroligneous liquor is a byproduct of charcoal production from coffee husks and contains bioactive compounds that can influence plant growth. The experiment was conducted at the Cytogenetics and Plant Tissue Culture Laboratory, State University of Mato Grosso, Alta Floresta campus. A total of 700 seeds

were used and distributed into 7 Petri dishes, one for each concentration, lined with germination paper and moistened with 20 ml of solution. The solution used in the plates was prepared with different concentrations: 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, and 3.0 ml of liquor per liter of water. Seed germination was observed at 24, 48, and 72 hours. The results showed that very low (0.5) and very high (3.0) concentrations could inhibit root germination. However, at a 2% concentration, the seeds had a favorable response to the pyroligneous liquor, showing the highest germination rate among the concentrations. The results indicate that coffee husk pyroligneous liquor has an allelopathic effect on lettuce seed germination, which can both stimulate and inhibit the process, depending on the concentration used and exposure time.

**Keywords:** *Lactuca sativa* L.. Pyrolehnous liquor. Germination. Coffee.

## 1. INTRODUÇÃO

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo, o que torna a sua cultura uma das mais importantes do ponto de vista econômico em 2023 o Brasil teve um crescimento de 8,2 % na produção de café, mantendo-se como o maior produtor de café do mundo, segundo o 4º Levantamento do café produzido pelo Conab (2023) o café atingiu uma colheita de 55,1 milhões de sacas beneficiadas.

Como consequência diversos subprodutos podem ser gerados do beneficiamento do café sendo os principais as cascas, o pergaminho, a mucilagem e água residuária (Meneghelli et al., 2016)., como forma de aproveitar o alto número desses resíduos a utilização da casca de café como controle de ervas daninhas tem sido empregado em algumas culturas, com resultados positivos (Santos et al., 2001). Outro exemplo disso é a moinha um conjunto residual de folhas, cascas, galhos e resto de inflorescências que secos podem representar uma boa fonte de potássio (Meneghelli et al., 2016). Segundo Malta et al. (2008) a casca de café também já foi associada a uma melhor qualidade no cultivo, quando associado a adubo verde esterço bovino apresentou melhores resultados que no cultivo convencional.

O café é uma das espécies cultivares que apresentam características aleloquímica, espécies com essas características quando manejadas de forma correta podem inibir o crescimento de ervas daninhas, reduzir indiretamente o número de doenças e aumentar a produtividade (Lisboa; Moura; Tarouco et al, 2021).



Devido a ambientes competitivos, as plantas podem afetar quimicamente seu ambiente de várias maneiras. Em alguns casos, podemos observar essas plantas desenvolverem maneiras de envenenar seus competidores, pelo processo conhecido como alelopatia (Evert; Eichhorn, 2014). Nesse comportamento definido como alelopatia, os produtos metabólicos secundários, produzidos por uma planta podem influenciar de diversas maneiras o ciclo de vida de outras plantas (Carvalho et al., 2013).

Segundo Moura; Lisboa; Tarouco (2021), entender as propriedades de uma substância aleloquímica pode facilitar a sua utilização para propósitos comerciais, uma vez que esses compostos alopáticos influenciam diretamente as atividades fisiológicas de uma planta, desde a germinação até a síntese enzimática da membrana celular. Dessa forma, alguns compostos aleloquímicos podem ser usados como substitutos de herbicidas, inseticidas e nematoides, aumentando a produção de alimentos orgânicos (Haida et al., 2010).

Algumas espécies podem apresentar uma resistência ou tolerância a esses metabólicos secundários e podem ser consideradas como um indicador de atividade alopática (Carvalho et al., 2013). A *Lactuca sativa* L. pode ser considerada uma planta indicadora de atividade alopática, pois é sensível às ações desses compostos, e indica por apresentar uma germinação rápida e uniforme (Alves et al., 2004).

O licor pirolenhoso, também conhecido como licor pirolenhoso ou vinagre de madeira, se origina da fumaça produzida durante o processo de queima da madeira em um processo conhecido como pirólise onde a ausência de oxigênio durante a queima. Esse extrato tem sido visto como muito interessante e pode ter diversas aplicações que ainda vem sendo testadas (Campos, 2018).

No entanto, é importante atenta-se para o fato que a composição química de cada licor pode ser diferente uma vez que suas características estão diretamente associadas a temperatura durante a pirólise e ao tipo de madeira que está sendo utilizada na produção (Campos, 2018). Desse modo ainda não há dados científicos disponíveis que possam apoiar a utilização deste produto em larga escala, já que é crucial entender como esse licor funciona e impactar cada organismo específico (Alves et al., 2007).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a ação de diferentes concentrações do licor pirolenhoso da casca de café (*Coffea sp.*) sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L).



## 2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no mês de novembro no Laboratório Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais, da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Alta Floresta – MT.

O extrato utilizado para fazer a solução aquosa foi feito na região rural do município Cotriguaçu utilizando a casca de café, por meio de uma técnica conhecida como pirólise onde a produção não tem contanto direto com o fogo para a formação do carvão vegetal (Andrade et al., 2004).

Para a realização dos experimentos foram utilizadas 700 sementes de alface que foram semeadas em placas de petri forradas com papel germitest, e mantidas sob as mesmas condições de luminosidade para que não ocorresse interferência nos resultados, que foram umedecidas com o licor pirolenhoso que foi diluído em água corrente.

O preparo da solução foi feito a partir de diferentes concentrações sendo essas 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 e 3,0 ml de licor para um 1L de água que foram preparadas em com auxílio de um Becker e um pipeta volumétrica.

Em cada placa foram adicionadas 100 sementes sendo uma para cada concentração resultando em 7 placas no total, as placas foram umedecidas apenas no primeiro dia com 20ml da solução feita a partir do licor pirolenhoso. Uma das placas foi umedecida apenas com água sendo assim o controle. Após a montagem do experimento as placas de petri foram acondicionadas na câmara de germinação.

Após as primeiras 24hs foi realizada a contagem das sementes germinadas nos períodos de 24h, 48h, e 78h, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) para verificar se as diferentes concentrações de licor pirolenhoso tiveram efeito significativo na germinação das sementes de alface (Montgomery et al., 2020), e para analisa os diferentes grupos foi utilizado o teste de Bartlett ao nível de significância de 5% (Snedecor; Cochran, 1989), para indicar a homogeneidade dos grupos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 podemos observar que as diferentes concentrações de licor pirolenhoso têm uma interação significativa nas germinações das sementes de *Lactuca sativa* L, o que indica que diferentes concentrações do licor podem resultar em diferentes indices de germinação.

Tabela 1. Porcentagem de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L) em diferentes concentrações de extrato pirolenhoso da casca de café (*Coffea* sp.).

Concentração	24h	48h	72h
0,0	49 bA	19 dB	21 bB
0,5	3 fC	7 eB	13 cA
1,0	41 cA	34 bB	10 dC
1,5	54 aA	26 cB	7 eC
2	17 dC	62 aB	72 aA
2,5	18 dB	19 dAB	21 bA
3,0	14 eB	37 bA	9 dC

Fonte: Autoria própria.

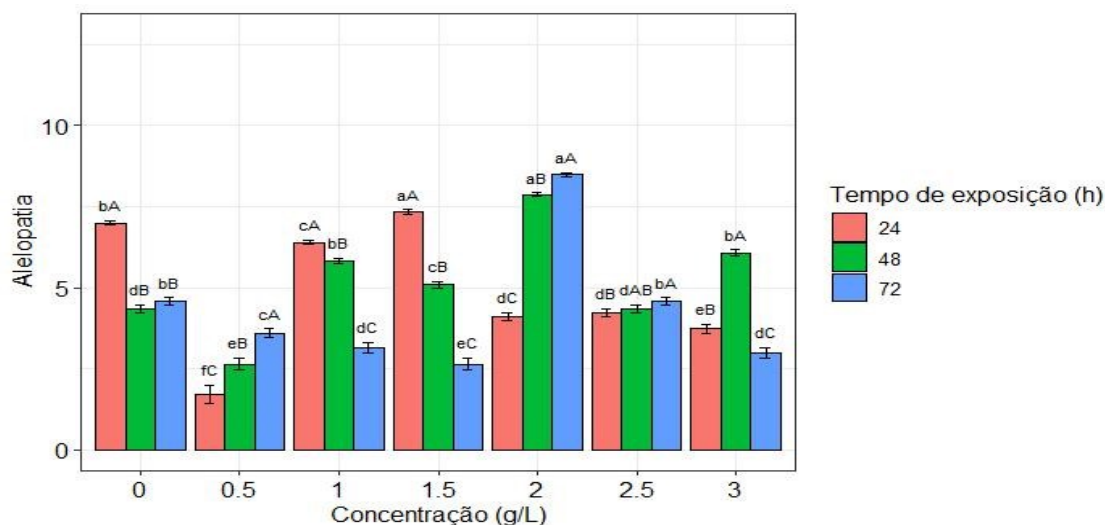
Ao final do experimento as sementes expostas a concentração de 0,5% licor pirolenhoso da casca do café foi a que teve o menor número de sementes germinadas, indicando que nessa concentração há a inibição da germinação, segundo May et al. (2010), em um estudo que utilizou o extrato bruto da casca do café, as cascas possuem agentes que estimulam tanto a inibição quanto a germinação das sementes.

Avaliando-se as concentrações em comparação ao controle (Figura 1) e possível observar o composto apresentam uns efeitos inibitórios e estimulantes ao avaliar a concentração com maior número de sementes germinadas, concentração 2%, podemos analisar que ela se destaca para períodos mais longos de exposição (48h e 72h), isso provavelmente está associado a composição da casca do que café que já é vista como um adubo orgânico de qualidade (Badocha; Costa; Chagas; 2003).

Já no caso de concentrações mais altas (2,5 e 3,0) ou mais baixas (0,5) o licor apresentar menores indices de germinação que podem demonstrar uma menor ação do licor ou até mesmo feito inibidor. O que corroborar alguns estudos desenvolvidos utilizando os resíduos de café que em algumas concentrações inibiu a germinação de alface, bem como de outras culturas como a alfafa (*Medicago sativa* L.), o trevo (*Trifolium pratense*) e o centeio (*Secale cereale* L.) (Santos et al., 2001).

Assim analisando as informações presente no gráfico (Figura 1) e Tabela 1 podemos determinar que a ação do licor pirolenhoso da casca de café não é linear e depende da interação dos dois fatores (tempo e concentração), como exemplo podemos observar que as sementes expostas a 3% por 72 duas horas tiveram menor número de sementes germinadas, em contraste na concentração 2% foram altamente eficazes no mesmo período (72h).

Figura 1. Efeito Alopático do Licor Pirolenhoso da casca de café (*Coffea sp.*) sobre a Germinação de Sementes de Alface (*Lactuca sativa L*) em Diferentes Concentrações e Tempos de Exposição.



Fonte: A autoria própria.

Dessa forma tempos de exposição muito prolongados unidos a altas concentrações podem ter feitos negativos sobre a germinação, possivelmente devido aos compostos presentes no licor, porém tempos prolongados também permitem que esses compostos bioativos tenham um melhor efeito desde que associado a uma janela de concentração adequada.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo os dados obtidos durante o experimento sugerem que licor pirolenhoso pode exercer um efeito significativo sobre a germinação de alface, onde a natureza desse efeito pode ser tanto estimulante como inibidora variando de acordo com o tempo e a concentração.

#### AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus colegas Aline Sara Rocha Dos Santos, Jéssica Pereira Da Silva, Lucas Dos Santos De Almeida, Mariana Lira, Mickelisse Ruanny Martins De Oliveira E Thomas Roberto Signor que colaboraram no desenvolvimento desse experimento e a professora Dr<sup>o</sup> Isane Vera Karsburg que orientou e disponibilizou o Laboratório Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais, da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Alta Floresta – MT onde foram realizadas todas as etapas desse experimento.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. da C. S. et al., Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. 39. ed. Brasília, Df: Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2004. 4 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/nKbJcTxpKSFygqp8SswfKTp/?lang=pt> . Acesso em: 08 nov. 2024.
- ALVES, M. Ação De Diferentes Preparações De Extrato Pirolenhoso Sobre *Brevipalpus Phoenicis* (GEIJSKES). 29. ed. Jaboticabal - Sp: Revista Brasileira de Fruticultura, 2007. 4 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/WcFRVj3KC5XsvnWQzHM5v4b/> . Acesso em: 08 nov. 2024.
- ANDRADE, Azarias Machado de. Pirólise De Resíduos Do Coco-Da-Baía (*Cocos Nucifera* Linn) E Análise Do Carvão Vegetal. Viçosa-Mg: Revista Árvore, 2004. 8 p. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/kwNsXZXbbMSwVw4DQ7dmG9t/?lang=pt> . Acesso em: 08 nov. 2024.
- BADOCHA, T. E. et al., Casca de café: um importante insumo para agricultura orgânica. 2003. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/1581> . Acesso em: 08 nov. 2024.
- CAMPOS Â. D. CIRCULAR TÉCNICA 177: Informação Técnica sobre Extrato Pirolenhoso. 1 ed. Pelotas, 2018. 1 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de café, Brasília, DF, v. 10, n. 4 quarto levantamento, dezembro 2023.
- CARVALHO, W. P. de. et al., Alelopatia De Extratos De Adubos Verdes Sobre A Germinação E Crescimento Inicial De Alface. 30. ed. Uberlândia: Bioscience. J, 2013. 11 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1008526> . Acesso em: 08 nov. 2024.
- EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. *Biologia Vegetal*. 8th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. E-book. p.741. ISBN 978-85-277-2384-8. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-85-277-2384-8/>. Acesso em: 08 nov. 2024.
- HAIDA, K. S. et al., Efeito Alelopático De *Achillea Millefolium* L. Sobre Sementes De *Lactuca Sativa* L. 3. ed. Maringá: Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, 2010. 9 p. Disponível em: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/1088> . Acesso em: 08 nov. 2024.
- LISBÔA, Heitor; MOURA, Alesandra dos S.; TAROUÇO, Camila P.; et al. *Plantas Daninhas*. Porto Alegre: SAGAH, 2021. E-book. p.63. ISBN 9786556901800. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786556901800/>. Acesso em: 08 nov. 2024.

MALTA, Marcelo Ribeiro et al. Qualidade sensorial do café de lavouras em conversão para o sistema de produção orgânico. *Bragantia*, v. 67, p. 775-783, 2008.

MAY, Dayane et al. Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arabica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 2, 2011.

MENEGHELLI, Caroline Merlo et al. Resíduo da secagem dos grãos de café como substrato alternativo em mudas de café Conilon. 2016.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C. *Applied statistics and probability for engineers*. John wiley & sons, 2020.

SANTOS, J. C. F. et al. Efeito de cascas de café e de arroz dispostas nas camadas do solo sobre a germinação e o crescimento inicial do caruru-de-mancha. **Planta Daninha**, v. 19, p. 197-207, 2001.

SNEDECOR, G. W. C.; WILLIAM, G. *Statistical methods/george w. Snedecor and william g. Cochran*, p. 84-86, 1989.

# CAPÍTULO XI

## ALELOPATIA COM LICORES PIROLENHOSOS EM SEMENTES DE *LACTUCA SATIVA*

### ALLELOPATHY WITH PYROLIGNEOUS LIQUORS IN *LACTUCA SATIVA* SEEDS

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-11

Aline Sara Rocha dos Santos<sup>1</sup>

Jennefer Aguiar Barbosa<sup>2</sup>

Mickelisse Ruanny Martins De Oliveira<sup>3</sup>

Lucas Dos Santos De Almeida<sup>4</sup>

Thomas Roberto Signor<sup>5</sup>

Jéssica Pereira Da Silva<sup>6</sup>

Mariana Lira<sup>7</sup>

Isane Vera Karsburg<sup>8</sup>

Douglas Machado Leite<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Graduanda de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>2</sup> Graduanda de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>3</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>4</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>5</sup> Graduanda de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>6</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>7</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>8</sup> Doutora em Genética e Melhoramento, Professora da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, PGMP, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>9</sup> Mestre em genética e Melhoramento de Plantas, Doutorando em Engenharia Florestal pela UFLA

## RESUMO

Este trabalho aborda o uso do licor pirolenhoso de babaçu como alternativa sustentável em diversas aplicações industriais e agrícolas. A pesquisa se concentrou na análise das propriedades e benefícios do licor pirolenhoso, subproduto da carbonização da palmeira de babaçu, que possui potencial para substituir produtos químicos sintéticos em processos agrícolas, como fertilizantes e conservantes naturais. Além disso, investigou-se o impacto ambiental positivo do uso desse licor, considerando sua origem renovável e a diminuição do uso de produtos agrícolas convencionais. A metodologia envolveu experimentos laboratoriais para caracterizar as propriedades físico-químicas do licor pirolenhoso, bem como a avaliação de sua eficácia em diversos

testes de resistência de culturas agrícolas. Os resultados mostraram que o licor pirolenhoso possui substâncias ativas que podem ser aplicadas no controle de pragas e no fortalecimento das plantas, promovendo o crescimento sustentável. Além disso, a pesquisa analisou o potencial econômico do babaçu como uma fonte de bioenergia e de melhoria da qualidade do solo. Os achados sugerem que o licor pirolenhoso de babaçu pode ser uma ferramenta eficaz para promover a agricultura ecológica e sustentável, reduzindo a dependência de produtos químicos e impulsionando o desenvolvimento de tecnologias verdes no Brasil. A pesquisa conclui com recomendações para o aumento do uso do babaçu na agricultura e o aprofundamento dos estudos sobre seus impactos socioeconômicos e ambientais,

reforçando a importância do licor pirolenhoso no cenário agrícola e industrial.

**Palavras-chave:** licor pirolenhoso, babaçu, sustentabilidade, agricultura ecológica, bioenergia, fertilizantes naturais.

## ABSTRACT

This study focuses on the use of babaçu pyroligneous liquor as a sustainable alternative in various industrial and agricultural applications. The research aimed to analyze the properties and benefits of pyroligneous liquor, a by-product of the carbonization of the babaçu palm, which has the potential to replace synthetic chemicals in agricultural processes, such as fertilizers and natural preservatives. Additionally, the positive environmental impact of using this liquor was explored, considering its renewable origin and the reduction in the use of conventional agricultural products. The methodology involved laboratory experiments to characterize the physicochemical

properties of pyroligneous liquor, as well as evaluating its effectiveness in various agricultural resistance tests. The results showed that pyroligneous liquor contains active compounds that can be used in pest control and plant strengthening, promoting sustainable growth. Furthermore, the research examined the economic potential of babaçu as a source of bioenergy and soil quality improvement. The findings suggest that babaçu pyroligneous liquor can be an effective tool for promoting ecological and sustainable agriculture, reducing dependency on chemical products, and driving the development of green technologies in Brazil. The research concludes with recommendations to increase the use of babaçu in agriculture and further studies on its socio-economic and environmental impacts, reinforcing the importance of pyroligneous liquor in both the agricultural and industrial sectors.

**Keywords:** pyroligneous liquor, babaçu, sustainability, ecological agriculture, bioenergy, natural fertilizers.

## 1. INTRODUÇÃO

A alelopatia ocorre em diversos ecossistemas e é uma estratégia usada pelas plantas para obter vantagens competitivas, especialmente em condições de recursos limitados, como água, nutrientes e luz. Esse fenômeno biológico consiste na liberação de compostos químicos por uma planta no ambiente, que podem influenciar o crescimento, o desenvolvimento ou a reprodução de outras plantas ao redor. Esses compostos, chamados de aleloquímicos, podem atuar como inibidores ou estimulantes e desempenham um papel crucial na competição entre espécies vegetais.

Com o intuito de investigar a influência alelopática da casca de babaçu, foi realizado um experimento utilizando sementes de alface. Para avaliar o efeito desses licores nas raízes de *Lactuca sativa* (alface), foram testadas concentrações que variaram de 0 a 3,5. O objetivo era identificar quais concentrações são seguras e quais podem ser potencialmente prejudiciais ao meio ambiente.

Esse estudo tem como propósito analisar o impacto dos compostos no crescimento das plantas, comparando os resultados com o controle (sem adição de licores pirolenhosos) e a concentração 2,0 do licor. Esses testes são fundamentais para garantir a segurança do uso dessas substâncias em ambientes naturais e agrícolas, sendo relevantes tanto para a



agricultura quanto para a conservação ambiental. A pesquisa permite compreender como esse composto influencia o crescimento, a reprodução e a resistência das plantas a doenças.

O Babaçu já foi usado como fonte licor anteriormente, assim como diz ARRUDA, 2014. O babaçu apresenta multifuncionalidade em sistemas agrícolas e extrativistas, com destaque para o uso de seus subprodutos, incluindo o licor pirolenhoso. Silva (2018) reforça que a cadeia produtiva do babaçu é fundamental para a subsistência de comunidades tradicionais, e o licor pirolenhoso representa uma forma de agregar valor ao aproveitamento integral do fruto.

O Babaçu também, é fundamental nas áreas alimentícias. Campos (2018) também destaca o uso do licor na indústria alimentícia como conservante natural e agente de defumação, graças às suas propriedades antimicrobianas. Assim como, Chiamenti et al. (2016) indicam que o licor pirolenhoso é um subproduto sustentável, derivado do aproveitamento de resíduos da produção de carvão vegetal, especialmente no caso do babaçu.

Schnitzer et al. (2015) destacam que o licor pirolenhoso, em concentrações adequadas, pode atuar como biofertilizante, melhorando o crescimento vegetal e o controle de pragas em culturas agrícolas. Então para testar as características alelopáticas, este estudo foi montado.

## 2. METODOLOGIA

As sementes de alface são altamente sensíveis a compostos aleloquímicos, o que permite observar rapidamente inibições ou estímulos em processos como a germinação e o crescimento das plântulas. Além disso, a germinação de alface ocorre em períodos curtos e em condições relativamente simples, proporcionando uma resposta rápida às substâncias liberadas pelas plantas em estudo. O uso de sementes de alface (*Lactuca sativa*) em estudos de alelopátia é amplamente difundido devido a algumas características específicas que facilitam a análise e interpretação dos efeitos alelopáticos de outras plantas.

Estudos também indicam que a alface apresenta alta uniformidade de germinação e baixa tolerância a substâncias tóxicas, características ideais para testes padronizados de toxicidade e para quantificar o efeito alelopático dos extratos vegetais de outras espécies (Ferreira & Aquila, 2000; Souza Filho, 2006).

Segundo Ferreira e Aquila (2000), a sensibilidade das sementes de alface a substâncias químicas facilita sua utilização como bioindicador em estudos laboratoriais de alelopátia. Esses autores apontam que as respostas de germinação e crescimento inicial da alface servem como parâmetros para quantificar a intensidade do efeito alelopático de uma planta sobre

outra. Estudos realizados por Souza Filho (2006) complementam essa ideia ao afirmar que a alface é uma planta modelo importante devido à sua rápida resposta e à sua facilidade de manuseio em condições controladas.

O próximo passo era a preparação das concentrações. Para isso, foram separados três tipos de licores, e cada concentração foi finalizada de forma proporcional, sendo 2ml de licor, para 1L de água corrente.

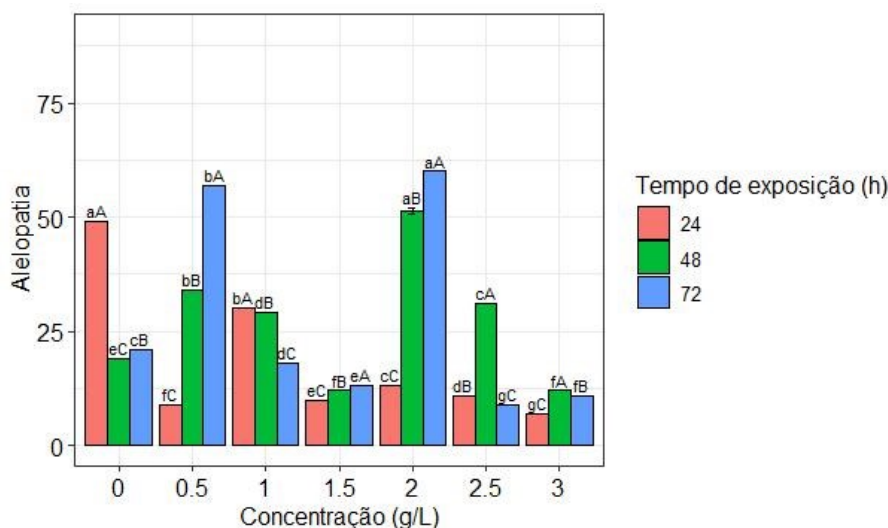
O experimento foi montado em placas de petri, com papel germitest com 20ml para umedecer o papel, com cem sementes de alface em cada placa. O estudo avaliou a quantidade de horas que cada concentração demorou para germinar. Durante três dias de observação, com o intervalo de 24 horas cada um.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em alguns estudos, observa-se que a concentração e o tipo de compostos liberados influenciam diretamente a intensidade dos efeitos inibitórios. Por exemplo, fenóis e terpenoides são tipos de aleloquímicos frequentemente associados à redução do crescimento de plântulas, pois atuam bloqueando ou dificultando a absorção de água e nutrientes (Rice, 1984; Inderjit & Dakshini, 1994). Esses efeitos de inibição de crescimento são especialmente evidentes em plantas bioindicadoras sensíveis, como a alface, que apresentam respostas rápidas e visíveis, permitindo que os pesquisadores quantifiquem o grau de toxicidade dos aleloquímicos (Ferreira & Aquila, 2000).

Então, dependendo da quantidade de germinações, é possível identificar se a concentração influencia ou não o desenvolvimento das plântulas (imagem 1).

Figura 1. Efeito alelopático do Babaçu



Testou-se se então os erros (diferenças entre os valores observados e ajustados pelo modelo) seguem uma distribuição normal, usando o teste Shapiro-Wilk. O valor-p ( $9,668 \times 10^{-10}$ ) foi muito menor que 0,05 (nível de significância). Isso significa que a hipótese nula ( $H_0$ , de que os erros têm distribuição normal) foi rejeitada.

Logo, os erros não seguem uma distribuição normal, e isso pode comprometer métodos que dependem dessa suposição, como ANOVA.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho analisou os efeitos de diferentes concentrações (g/L) e tempos de exposição (h) em uma variável de interesse, avaliando também a interação entre esses fatores. Os resultados indicaram que tanto os fatores isolados quanto sua interação possuem influência significativa na variável resposta, com  $p < 0,05$  em todos os casos testados na análise de variância (ANOVA). Esses achados destacam a importância de considerar a combinação dos fatores ao planejar e interpretar experimentos similares.

Entretanto, a análise estatística revelou alguns desafios importantes que podem comprometer a validade das conclusões. Em particular o teste de Shapiro-Wilk indicou que os erros não seguem uma distribuição normal. Homogeneidade das variâncias, o teste de Bartlett revelou que as variâncias não são homogêneas. Identificação de outliers, a presença de valores discrepantes nos dados pode influenciar os resultados.

Essas violações dos pressupostos indicam que os resultados da ANOVA devem ser interpretados com cautela. Métodos alternativos, como testes não paramétricos ou transformações nos dados, podem ser necessários para confirmar a robustez dos resultados.

Além disso, a análise sugere que a interação entre os fatores é um aspecto chave no experimento, evidenciando que a resposta à concentração depende do tempo de exposição e vice-versa. Essa informação é valiosa para o controle e otimização de processos envolvendo esses parâmetros.

Por fim, recomenda-se a realização de análises complementares para garantir a validade estatística das conclusões e aprofundar a compreensão dos fenômenos observados. Investigações futuras também podem explorar o impacto de possíveis outliers e buscar modelos alternativos que se ajustem melhor às características dos dados.

## 5. AGRADECIMENTOS

Expressamos um agradecimento especial à Professora Dra. Isane Karsburg e à Universidade do Estado de Mato Grosso, cuja colaboração e apoio têm sido essenciais para a realização desta pesquisa. O suporte contínuo fornecido pela professora e pela instituição tem sido fundamental para o sucesso deste trabalho, permitindo o avanço da pesquisa e o aprofundamento dos estudos relacionados a este projeto.

## REFERÊNCIAS

- ARRUDA, R. S.; et al. Uso do babaçu como fertilizante natural: uma alternativa ecológica. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 12, n. 2, p. 85-96, 2014.
- CAMPOS, M. B. Aplicações industriais do licor pirolenhoso: aroma e conservantes. *Revista de Tecnologias Agroindustriais*, v. 17, n. 3, p. 200-215, 2018.
- CARRAZZA, L. R.; MOURA, M. L.; CASTRO, A. A. J. F. Estudo da multifuncionalidade do babaçu no Brasil. *Revista Brasileira de Estudos Ambientais*, v. 22, n. 1, p. 45-60, 2012.
- CHIAMENTI, H. L.; et al. Caracterização do licor pirolenhoso livre de alcatrão. *Boletim de Ciências Químicas*, v. 25, n. 1, p. 12-20, 2016.
- INFLOR. Produção e consumo de carvão vegetal no Brasil. *Relatório Anual de Produção*, 2023. Disponível em: <https://www.inflor.com.br/relatorio-producao-2023>. Acesso em: 24 nov. 2024.
- MACEDO, C. L.; et al. Potencial do babaçu para o cultivo de mudas em sistemas agroflorestais. *Revista de Ciências Agrícolas e Ambientais*, v. 10, n. 1, p. 45-56, 2011.
- OLIVEIRA, C. L.; et al. O uso de folhas e húmus de babaçu para a produção de mudas de plantas. *Boletim de Agricultura e Recursos Naturais*, v. 15, n. 4, p. 120-130, 2011.
- RABELO, F. M.; et al. Análise de impactos socioeconômicos da cadeia produtiva do babaçu. *Revista de Economia Brasileira*, v. 28, n. 3, p. 98-110, 2024.
- SCHNITZER, S. A.; et al. Uso de licor pirolenhoso de babaçu na agricultura: uma alternativa ecológica. *Revista Brasileira de Ciências Agrícolas*, v. 22, n. 5, p. 101-110, 2015.
- SILVA, C. G.; BRITO, J. O. Caracterização do carvão vegetal de babaçu: qualidade e rendimento. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 9, n. 2, p. 32-40, 1986.
- SILVA, J. F. *O babaçu e suas aplicações na agricultura sustentável*. 1. ed. Brasília: Editora Universitária, 2018.

# CAPÍTULO XII

## CORANTES ALTERNATIVOS PARA COLORAÇÃO DE GRÃOS DE PÓLEN

### ALTERNATIVE DYES FOR COLORING POLLEN GRAINS

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-12

Tânieli de Souza Corbulin<sup>1</sup>  
Thomas Roberto Signor<sup>1</sup>  
Larissa Menequeli Ferraretto<sup>1</sup>  
Mariéllen Schmith Wolf<sup>1</sup>  
Reicielly Kátia Dos Santos<sup>1</sup>  
Henrique Araújo De Macedo<sup>1</sup>  
Gessica De Lima Vilela<sup>1</sup>  
Alice De Souza Lima<sup>1</sup>  
Jennifer Rodrigues Gollo<sup>1</sup>  
Isane Vera Karsburg<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduandos em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Alta Floresta-MT, Brasil.

<sup>2</sup> Professora Doutora da Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Alta Floresta-MT, Brasil.

#### RESUMO

O uso de corantes alternativos tem se tornado uma prática comum em laboratórios com a finalidade de substituir corantes artificiais, que apresentam diversos pontos negativos em seu uso. Nesta linha, este trabalho empenha-se em experimentar a viabilidade do uso de corantes caseiros alternativos feitos com base em espécies vegetais de fácil acesso utilizando a técnica de coloração e teste de variabilidade polínica em indivíduos das espécies *Fortunella margarita*, *Theobroma cacao*, *Solanum esculentum*, *Hibiscus sabdariffa* e pólen apícola. Os corantes caseiros foram eficazes na coloração dos grãos de pólen mostrando que há possibilidade da substituição de corantes sintéticos em determinados casos e estudos.

**Palavras-chave:** Amostras vegetais. Coloração. Experimento. Viabilidade polínica.

#### ABSTRACT

The use of alternative dyes has become a common practice in laboratories with the aim of replacing artificial dyes, which present various disadvantages in their use. In this context, this work is dedicated to experimenting with the viability of using homemade alternative dyes made from easily accessible plant species, employing the technique of staining and testing pollen variability in individuals of the species *Fortunella margarita*, *Theobroma cacao*, *Solanum esculentum*, *Hibiscus sabdariffa*, and bee pollen. The homemade dyes were effective in staining pollen grains, indicating that there is potential for replacing synthetic dyes in certain cases and studies.

**Keywords:** Plant sample. Staining. Experiment. Pollen viability.

## 1. INTRODUÇÃO

As flores apresentam muitos grãos de pólen disponíveis para polinização e fecundação da espécie (Miranda, 2019). O grão de pólen é o gameta masculino das plantas, tendo como principal função fecundar os óvulos, para produzir novos indivíduos a partir das sementes geradas (Braga *et al.*, 2019). Uma das maneiras para se conhecer a capacidade germinativa da planta é através da viabilidade polínica (Dafni, 1992).

O estudo da viabilidade polínica é fundamental para o melhoramento genético de espécies vegetais, pois mostra dados referente a fertilidade das espécies (Furini *et al.*, 2020). Estes estudos são realizados por meio de testes colorimétricos com corantes químicos que permitem estimar sua viabilidade e citoquímica de forma rápida, pois não envolve germinação (Peñaloza, 2005). De acordo com Martins *et al.* (2012), quanto mais alta for a viabilidade polínica, maior será o sucesso da fecundação.

Há diferentes metodologias que podem ser aplicadas na verificação da viabilidade polínica, como, por exemplo, os métodos colorimétricos que fazem uso de corantes, substâncias químicas específicas que interagem com elementos celulares nos grãos de pólen maduro e permitem estimar a viabilidade de uma espécie de maneira eficiente e rápida (Techio *et al.*, 2006; Buta *et al.*, 2015), mas para cada espécie podem ocorrer diferentes reações de coloração entre a planta e os corantes químicos (Lauton *et al.*, 2016).

O uso da técnica de tingir é milenar, sendo empregado, originalmente, corantes obtidos da própria natureza para tal fim. Com o crescimento da população e, conseqüentemente, do consumo, e mais tarde, com os avanços tecnológicos, foi necessário sintetizar os corantes a partir de matérias-primas sintéticas, possibilitando assim aumentar em grande escala sua produção. Isto ocasionou a substituição dos corantes naturais pelos sintéticos (Rainert *et al.*, 2017; Trindade *et al.*, 2014).

Os corantes artificiais são constantemente alvos de investigações quanto a suas reações adversas para os consumidores. A carcinogenicidade e a toxicidade dos corantes artificiais fazem com que seu uso seja restrito e isso tem contribuído para pesquisas com pigmentos naturais para substituir os corantes sintéticos (Boo *et al.*, 2012).

Visto isso, os corantes naturais vêm sendo testados e utilizados para substituir corantes artificiais. Em muitos casos, estes corantes apresentam resultados semelhantes aos obtidos por meio de corantes artificiais. Um exemplo é o estudo conduzido por Furini *et al.*

(2020), que constataram que um corante alternativo de *Hibisco sp.* apresentou resultados semelhantes ao de corantes artificiais, quando estes foram comparados.

Os corantes sintéticos representam uma classe significativa de compostos orgânicos e são comumente presentes no ambiente devido à sua extensa aplicação industrial. Embora o número preciso (e a quantidade) dos corantes fabricados globalmente não seja conhecido, estima-se que existam mais de 100.000 corantes disponíveis comercialmente. Muitos destes são reconhecidos por seu potencial tóxico ou carcinogênico (Mahmoodi, Salehi e Arami, 2011).

Durante o último milênio, todos os tipos de materiais vegetais têm sido utilizados como fontes de corantes naturais e estas incluem folhas, frutos, flores, raízes e casca de plantas cultivadas em muitas partes do mundo, além também, da ampla utilização de líquens (Nassau, 1998). Assim, estudos que visem testar novos corantes alternativos são necessários, buscando encontrar alternativas sustentáveis, de baixo custo e que contribuam para o conhecimento científico. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a potencialidade de coloração de dez corantes naturais para testes colorimétricos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório Didático na Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado (UNEMAT), *campus* Universitário de Alta Floresta - MT. Para a avaliação dos corantes foram utilizados botões florais em pré-anteses de diferentes espécies vegetais, sendo a laranja kinkan (*Fortunella margarita*), cacau (*Theobroma cacao*), tomate (*Solanum esculentum*) hibiscus (*Hibiscus sabdariffa*) além do pólen apícola.

Para a análise da viabilidade dos grãos de pólen, foram utilizados 10 corantes naturais confeccionados por meio da imersão no vinagre de álcool. Os corantes foram produzidos utilizando diferentes estruturas de espécies vegetais, que os acadêmicos da disciplina de Recursos Genéticos tinham em sua residência, como a casca da Cebola amarela, os frutos da Amoreira, o rizoma do açafraão da terra, as flores da Trapoeraba roxa, brácteas da Primavera, flor Alamanda-amarela, folhas do Mastruz, flor da Clitória, sementes de Colorau e folhas da Terramicina.

Além disso, para confecção das lâminas de observação, foram necessários o auxílio dos materiais de laboratório como bisturi, placa de petri, pipeta, bastão de vidro e outros. As lâminas foram confeccionadas de diferentes corantes e concentrações, a diversidade de

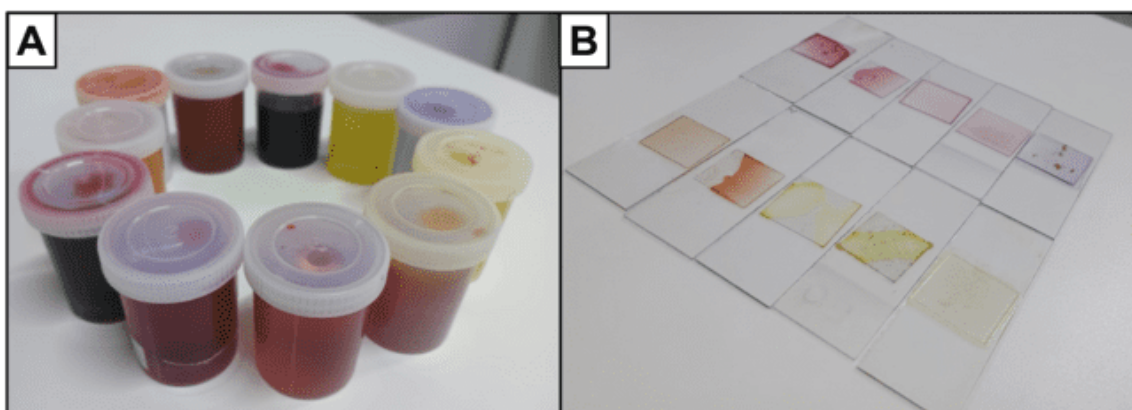


corantes busca mostrar a variabilidade de coloração de pólen, frente aos resultados esperados.

Foram confeccionadas lâminas com os botões florais para cada corante, utilizando a técnica de esmagamento das anteras, conforme descrito por Guerra e Souza (2002), onde as anteras foram colocadas sobre lâminas e os grãos de pólen foram liberados, sendo observadas e analisadas pelo método de varredura, utilizando o microscópio óptico binocular (Primo Star Carl Zeiss) com a magnitude de 400x (Ferreira *et al.*, 2022). Os grãos de pólen que apresentavam um núcleo intacto e corado foram considerados como viáveis e os grãos não corados e com aparência menor e/ou deformada foram considerados como inviáveis.

Os corantes foram categorizados como indicado e não indicado, a partir das análises das lâminas contendo os grãos de polens. Os corantes na categoria indicado foram aqueles que coraram os grãos de pólen, o que permitiu uma fácil distinção entre os pólenes viáveis e inviáveis. Já os corantes considerados como não indicados, foram aqueles que não apresentaram uma boa coloração.

Figura 1. Corantes utilizados para a viabilidade polínica.



Legenda: (A) Corantes de diferentes amostras; (B) Lâminas prontas para a amostragem e observação em microscópio. Fontes: autores, 2024.

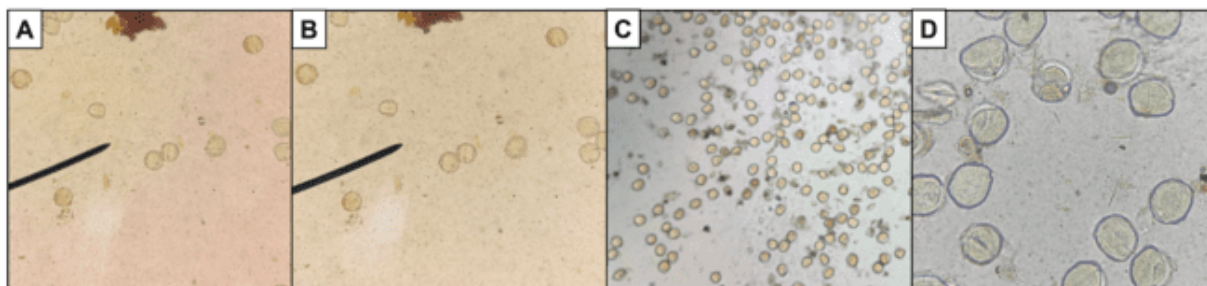
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verifica-se uma tendência de crescimento do mercado de corantes naturais, sendo o urucum o principal, tanto no mercado interno como externo devido a vários fatores, sendo os principais: a tendência mundial para uso de produtos ecologicamente corretos, as restrições que a FAO e a Organização Mundial da Saúde fazem ao uso de corantes artificiais no consumo humano e a nova maneira de conceber os produtos industrializados, isentos de aditivos (Prodetec, 2011).

A pigmentação vermelha das sementes de urucum é resultado da presença de substâncias ricas em carotenoides, como a bixina e norbixina, sendo a bixina o principal produto natural extraído do urucum (Mantovani et al., 2013). Esses pigmentos são utilizados na culinária e na indústria alimentícia como corante natural, representando um percentual de 90% dos corantes mais utilizados no Brasil, e 70% mundialmente (Mercadante e Pfander, 2001).

Para o desenvolvimento do corante natural de colorau, foram utilizados 100ml de vinagre e menos da metade de grãos de colorau, que foram deixados em infusão por três dias antes de serem utilizados. Com objetivo de testar a eficácia do corante, realizamos dois experimentos. No primeiro, extraímos os grãos de pólen de flores de laranjeira, aplicamos uma gota do corante e analisamos no microscópio. No segundo experimento, utilizamos grãos de pólen apícola, deixando-os submersos no corante por alguns minutos antes de visualizá-los no microscópio. Observou-se que o corante produziu um resultado positivo em ambos os testes.

Figura 2. Grãos de pólen após coloração com colorau.



Legenda: (A e B) Primeiro teste com pólen de laranja kinkan (*Fortunella margarita*); (C e D) Segundo teste com pólen apícola. Fonte: autores, 2024.

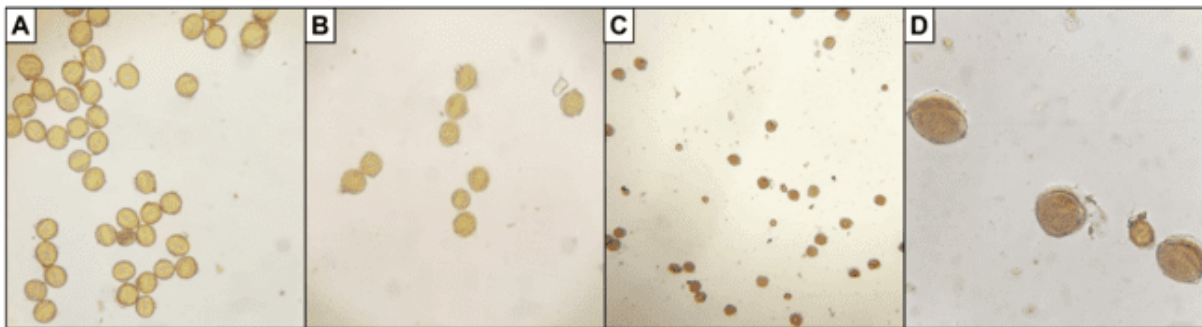
Uma das fontes primárias para corantes naturais são as cascas de cebola, que são subprodutos principalmente da indústria alimentícia, caracterizando-se pela sua natureza agro renovável e ecológica.

As cebolas são membros da família *Allium*, que foram cultivados no Oriente Médio e Extremo Oriente há pelo menos cinco mil anos. É um gênero de cerca de 500 espécies pertencentes à família Liliaceae. No entanto, apenas alguns são importantes para fins culinários, tais como, cebola, alho, cebolinha e alho-poró. Tais plantas têm sido usadas por muitos séculos por serem comestíveis, de sabor forte e odor pungente. Também são conhecidas pelas suas propriedades medicinais e, em algumas partes do mundo, a sua utilização também tem conotações religiosas (Fenwick e Hanley, 1985).

Mais de 450.000 toneladas de resíduos sólidos de cebola são produzidas a cada ano na Europa (Kiassos *et al.*, 2008). As camadas exteriores e as partes secas apicais dos bulbos de cebola, as quais não são comestíveis e removidas antes do processamento, têm sido utilizadas para tingimentos têxteis, já que a quercetina, comumente presente na casca de cebola, é um corante natural que oferece diferentes tons de marrom (Vankar, Shanker e Wijayapala, 2009).

Para o desenvolvimento do corante natural através das cascas de cebola, foram utilizados 100 ml de vinagre e as cascas de três cebolas, que foram deixados em infusão por três dias antes de serem utilizados. Nos dois testes feitos durante o experimento, o corante natural de cebola teve um resultado indicado, pois corou os grãos de pólen de laranjeira e apícola com eficácia.

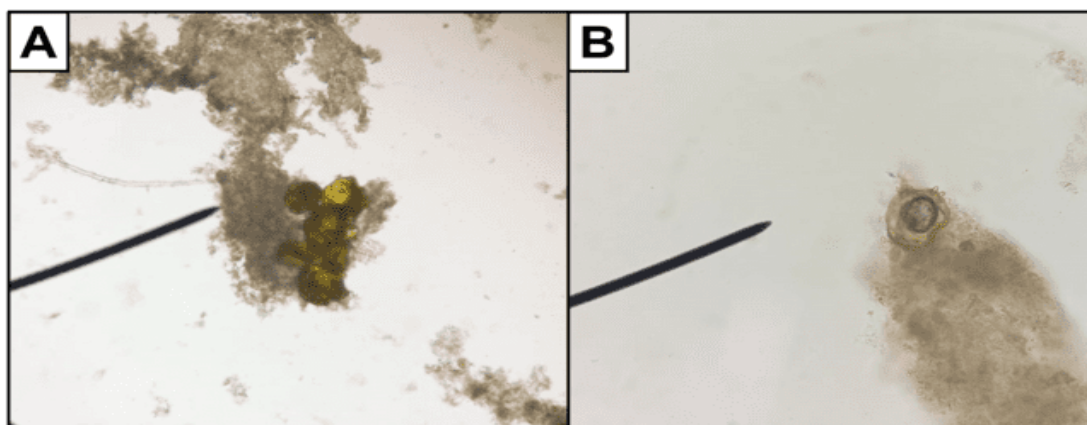
Figura 3. Grãos de pólen após a coloração com a casca da cebola amarela.



Legenda: (A e B) Visualização dos grãos de pólen de laranja kinkan (*Fortunella margarita*); (C e D) Visualização dos grãos de pólen apícola. Fonte: autores, 2024.

Ademais, para a coloração do grão de pólen da Laranjeira, utilizou-se o corante da flor *Allamanda-amarela* (*Allamanda cathartica* L.). Após preparo da lâmina, verificou-se no microscópio a estrutura morfológica do material, o qual o resultado foi viável, ou seja, com a adição do corante natural predominantemente de cor amarela, o pólen corou significativamente.

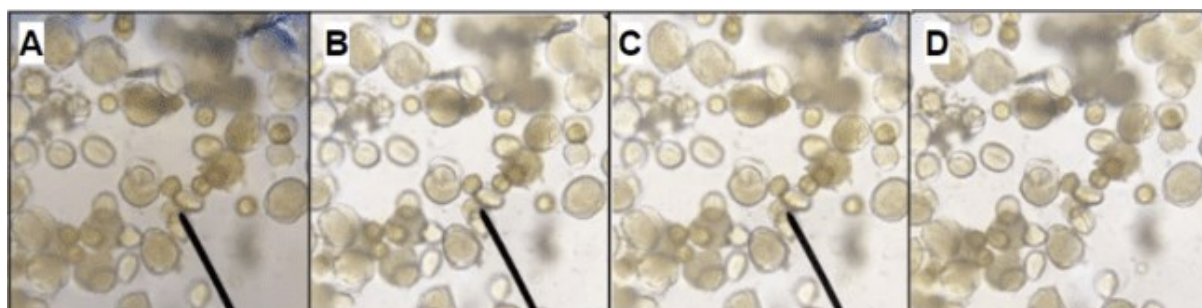
Figura 4. Grãos de pólen após coloração com *Allamanda cathartica* L.



Legenda: (A e B) Grãos de pólen de laranja kinkan (*Fortunella margarita*) corados com corante de *Allamanda cathartica* L. Fonte: autores, 2024.

Para o desenvolvimento do corante natural com terramicina, foram utilizados 100 ml de vinagre e 30 folhas da terramicina (*Alternanthera brasiliana*), que foram deixados em infusão por três dias antes de serem utilizados. Com o objetivo de testar a eficácia do corante, realizamos dois experimentos. No primeiro, extraímos os grãos de pólen de flores de laranjeira (*Citrus sinensis*), aplicamos uma gota do corante e analisamos no microscópio. Observou-se que este teste não produziu o resultado esperado. No segundo experimento, utilizamos grãos de pólen apícola (*Apis mellifera*), deixando-os submersos no corante por alguns minutos antes de visualizá-los no microscópio. Neste caso, observamos que o corante produziu um resultado positivo, colorindo os grãos de pólen.

Figura 5. Grãos de pólen após coloração com Terramicina (*Alternanthera brasiliana*)



Legenda: (A, B, C e D) Grãos de pólen de laranja kinkan (*Fortunella margarita*) corados com corante de terramicina (*Alternanthera brasiliana*) Fonte: autores, 2024.

A *Clitoria ternatea* é uma flor comestível da família das leguminosas, conhecida por sua vibrante coloração azul, fruto da alta concentração de pigmentos antocianícos. Devido à ausência de toxicidade, seu extrato é amplamente utilizado como um corante natural, aplicável em diversos setores, incluindo a indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica.

Além disso, sua capacidade de atuar como um indicador de pH torna seu uso valioso no meio científico e em embalagens inteligentes, onde ajuda a monitorar e prever alterações ambientais, proporcionando um meio seguro e natural de coloração e detecção (Matos *et al.*, 2024).

Para desenvolver o corante natural a partir de flores de clitoria, foram utilizados 100 ml de vinagre e dez flores frescas, deixando-as em infusão por três dias. A influência do pH do meio ficou evidente, já que as flores azuis resultaram em um corante lilás. Quanto à eficácia do produto para coloração polínica, foram feitos testes em três experimentos. Nos dois primeiros, aplicou-se uma gota do corante em grãos de pólen de flores de tomate (*Solanum esculentum*) e cacau (*Theobroma cacao*), e as respectivas lâminas foram observadas ao microscópio. No terceiro, os grãos de pólen apícola foram imersos no corante por alguns minutos e, posteriormente, levados ao microscópio. Todos os testes demonstraram resultados positivos, destacando o potencial significativo da *Clitoria ternatea* como fonte de pigmentação natural para pólen. No caso do tomate, houve a pigmentação somente da camada externa dos grãos (exina).

Figura 6. Grãos de pólen após coloração com Clitoria (*Clitoria ternatea*)



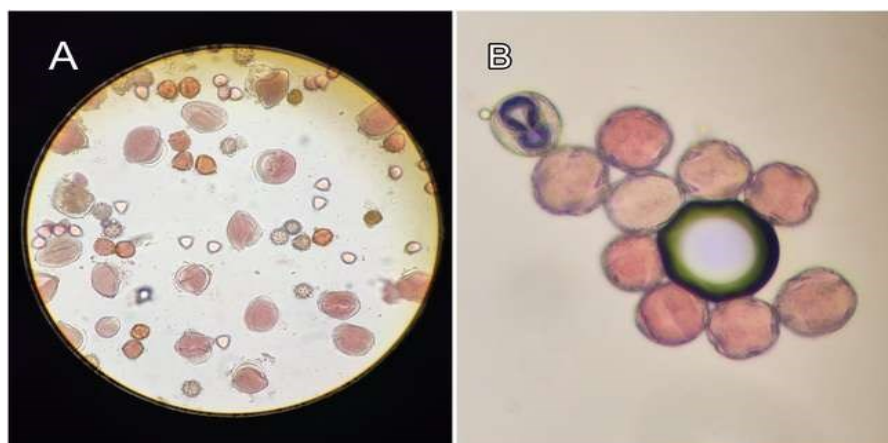
Legenda: (A) Grãos de pólen de cacau (*Theobroma cacao*) corados com corante de Clitória (*Clitoria ternatea*); (B) Grãos de pólen de tomate (*Solanum esculentum*) corados com corante de Clitória (*Clitoria ternatea*); (C) Grãos de pólen apícola corados com corante de Clitória (*Clitoria ternatea*) Fonte: autores, 2024.

*Morus nigra*, popularmente conhecida como amora-preta, é uma espécie vegetal nativa do sudoeste Asiático, porém com grande aclimatização no Brasil (Cruz, 1979). Pertencente à família Moraceae, esta espécie se tornou amplamente cultivada graças às propriedades nutricionais, medicinais e seu uso culinário.

Para o corante à base de amora foram utilizados 15 frutos, deixados inteiros em 100 mL de vinagre em infusão por três dias. Para testar a eficácia foram usadas flores de laranja (*Citrus sinensis*) e o pólen apícola.



Figura 7. Eficácia do corante caseiro de Amora-preta (*Morus nigra*)



Legenda: (A) Pólen apícola após ser tingido com corante de Amora-preta (*Morus nigra*); (B) Pólen da flor de laranjeira (*Citrus sinensis*) com uso de corante de Amora-preta (*Morus nigra*). Fonte: Autores, 2024.

Os outros corantes observados (rizoma do açafrão da terra, flores da trapoeraba roxa, brácteas da primavera e folhas do mastruz) não apresentaram resultados satisfatórios nas análises desenvolvidas. Embora os produtos à base de rizoma de açafrão da terra (*Curcuma longa* L.) e bráctea de primavera (*Bougainvillea glabra*) tenham demonstrado potencial para coloração polínica, os testes realizados foram insuficientes. Flores da trapoeraba (*Tradescantia pallida* var) e folhas do mastruz (*Dysphania ambrosioides*) não apresentaram pigmentação.

## 4. CONCLUSÃO

Com base em tudo que foi demonstrado, conclui-se que muitos corantes naturais se mostram eficientes para a coloração de grãos de pólen de diferentes ordens. Desenvolver pesquisas utilizando os corantes e novas maneiras de extração se tornam fundamentais para o progresso das ciências biológicas. Nessa linha, o fomento com esse tipo de material para o reconhecimento da botânica clássica é, de fato, fundamental para descobertas de novas possibilidades de estudos frente aos grãos de pólen. Tais descobertas, além de enriquecer o conhecimento, podem exaltar a economia que gira em torno da botânica moderna.

## REFERÊNCIAS

- BOO, Hee-Ock *et al.* Extração e caracterização de alguns pigmentos vegetais naturais. **Culturas e Produtos Industriais**, v. 40, p. 129-135, 2012.
- BRAGA, R. C.; LIMA MONTEIRO, L. L.; NASCIMENTO, K. K. B.; RABELO, F. M.; LIMA, A. F. Elaboração e caracterização de mousse de siriguela (*Spondias purpurea*) adicionado de pólen apícola. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, v. 13, n. 5, p. 84-89, 2019.

- BUTA, Erzsebet *et al.* FT-IR characterization of pollen biochemistry, viability, and germination capacity in Saintpaulia H. Wendl. Genotypes. **Journal of Spectroscopy**, v. 2015, 2015.
- CRUZ, Gl. **Dicionário de plantas úteis no Brasil. Civilização Brasileira.** 599 p. Rio de Janeiro, 1979.
- DAFNI, A. **Pollination ecology: a practical approach (the practical approach series).** New York, Oxford: University press,1992. 250p.
- FENWICK, Gruffydd Roger; HANLEY, Anthony Bryan; WHITAKER, John R. The genus Allium—part 3. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 23, n. 1, p. 1-73, 1985.
- FERREIRA, Edimilson Leonardo *et al.* Morfologia, viabilidade, índice meiótico e citoquímica polínica de sangra d'água (Croton urucurana Baill). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 15, p. e302111537066-e302111537066, 2022.
- FURINI, T.; PECEGUEIRO, M. de S.; HERRMANN, F.; SILVA, J. C.; BARROS, J. de O.; DOMINGUES, S. C. de O.; KARSBURG, I. V. Métodos colorimétricos utilizando reagentes sintéticos e alternativos para viabilidade polínica de *Bixa orellana* L. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 8, pág. e330985817, 2020.
- GUERRA, M.; SOUZA, M.J. **Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana.** FUNPEC, 2002. 131p.
- KIASSOS, Elias *et al.* Implementation of response surface methodology to optimise extraction of onion (*Allium cepa*) solid waste phenolics. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 10, n. 2, p. 246-252, 2009.
- KHANAM, Mehrun Nisha *et al.* regeneração in vitro induzida por meta-Topolin e perfil metabólico em *Allamanda cathartica* L. **Culturas e produtos industriais**, v. 111944, 2020.
- LAUTON, D. O. S., Santos, A. C., Karsburg, I. V., Damasio, J. F. (2016); Viabilidade Polínica de jasmim manga com corante tetrazólio. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB**,8(1):8-14.
- MANTOVANI, Nilton César *et al.* Avaliação de genótipos de urucum (*Bixa orellana* L.) por meio da caracterização morfológica de frutos, produtividade de sementes e teor de bixina. **Ciência Florestal**, v. 23, p. 355-362, 2013.
- MAHMOODI, Niyaz Mohammad; SALEHI, Raziye; ARAMI, Mokhtar. Binary system dye removal from colored textile wastewater using activated carbon: Kinetic and isotherm studies. **Desalination**, v. 272, n. 1-3, p. 187-195, 2011.
- MARTINS, L.A.R; LAVIOLA, B.G.; PRAÇA-FONTES, M.M. Viabilidade polínica de *Jatropha curcas* L.: uma comparação metodológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 5; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 2.; FÓRUM CAPIXABA DE



- PINHÃO MANSO, 1., 2012, Guarapari. Desafios e Oportunidades: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012.
- MATOS, G. B.; JESUS, M. S.; NUNES, T. P.; SANTOS, J. A. B. ARAUJO, H. C. S.; SILVA, A. G.; SILVA, R. R.; CONSTANT, P. B. L. **Corante natural azul da flor comestível clitoria (Clitoria ternatea): extração, caracterização e estabilidade.** REVISTA OBSERVATORIO DE LA ECONOMIA LATINOAMERICANA, Curitiba, v.22, n.2, p. 01-20. 2024.
- MERCADANTE, Adriana Zerlotti; PFANDER, Hanspeter. Caracterização de um novo carotenóide minoritário de urucum. **Food Science and Technology**, v. 21, p. 193-196, 2001.
- MIRANDA, B. M. **Extração de bioativos da casca de jabuticaba: pectina e antocianinas.** 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EAEA). Goiânia, 2019.
- NASSAU, Kurt (Ed.). **Color for science, art and technology.** Elsevier, 1997.
- PEÑALOZA, A. P. S. **II Curso de Citogenética Aplicada a Recursos Genéticos Vegetais**, Brasília, novembro, 8-12, 2004. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 89 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/186933/1/doc154.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2024.
- PRODETEC. Urucum como nova alternativa para o agronegócio do nordeste. Publicado em março de 2011.
- RAINERT, Karine Thaise et al. Estudos de equilíbrio, cinética e termodinâmica na remoção do corante reativo RBBR utilizando papel cartão SBS descartado revestido com PET como adsorvente. **Dessalinização e Tratamento de Água**, v. 86, p. 203-212, 2017.
- TECHIO, Vânia Helena et al. Viabilidade do grão de pólen de acessos de capim-elefante, milho e híbridos interespecíficos (capim-elefante x milho). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 1, p. 7-12, 2006.
- TRINDADE, Nelson Barros et al. OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO: ESTUDO PARA A REDUÇÃO DE ÁGUA EM TINGIMENTOS DE ALGODÃO COM PIGMENTO URUCUM. **2º CONTEXMOD**, v. 1, n. 2, p. 13, 2014.
- VANKAR, P. S.; SHANKER, R.; WIJAYAPALA, S. Dyeing of cotton, wool and silk with extract of Allium cepa. **Pigment & Resin Technology**, v.38, n.4, p. 242-247, 2009.

# CAPÍTULO XIII

## DESCOBRINDO O TINGIMENTO ECOLÓGICO DE ALGODÃO COM EXTRATOS NATURAIS DA PLANTA *UNCARIA TOMENTOSA*

### DISCOVERING ECO-FRIENDLY COTTON DYEING WITH NATURAL EXTRACTS FROM THE *UNCARIA TOMENTOSA* PLANT

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-13

Gabriela Rodrigues da Silva <sup>1</sup>

Nívea Taís Vila <sup>2</sup>

Alexandre Jose Sousa Ferreira <sup>3</sup>

Márcia Gomes da Silva <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Têxtil. Universidade Estadual de Maringá – UEM

<sup>2</sup> Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Têxtil. Universidade Estadual de Maringá – UEM

<sup>3</sup> Professor Adjunto do Campus Jandaia do Sul. Universidade Federal do Paraná – UFPR

<sup>4</sup> Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Têxtil. Universidade Estadual de Maringá – UEM

#### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar o tingimento de tecido de algodão a partir do corante natural extraído da planta unha-de-gato (*uncaria tomentosa*). O tingimento foi otimizado considerando a influência das principais variáveis do processo, nomeadamente concentração do extrato, relação de banho, pH e tempo. Também foi avaliada a influência da aplicação de biomordentes nos parâmetros de cor e solidez à lavagem e à fricção dos tecidos tingidos nas condições otimizadas. Os melhores resultados de tingimento foram obtidos utilizando concentração de 40 gL<sup>-1</sup>, relação de banho 1:100, tempo de 60 min e pH 4. A aplicação dos biomordentes melhorou o rendimento tintorial, proporcionando alteração de tonalidade das amostras tingidas.

**Palavras-chave:** Unha-de-gato, tingimento natural, mordentes, solidez.

#### ABSTRACT

This study aimed to explore the dyeing of cotton fabric using a natural dye extracted from the unha-de-gato plant (*uncaria tomentosa*). The dyeing process was optimized by examining the effects of key variables, including dye extract concentration, bath ratio, pH, and dyeing time. The study also evaluated the impact of applying biomordants on the color properties and the wash and rub fastness of the dyed fabrics under these optimized conditions. The optimal dyeing results were achieved with a dye concentration of 40 gL<sup>-1</sup>, a bath ratio of 1:100, a dyeing time of 60 minutes, and a pH level of 4. The use of biomordants enhanced the dye uptake, leading to a noticeable shift in the hue of the dyed samples.

**Keywords:** Cat's claw, natural dye, mordants, fastness.

## 1. INTRODUÇÃO

O tingimento é um processo químico que tem como finalidade modificar a cor de uma fibra têxtil através da aplicação de corantes, sejam estes de origem natural ou sintética. Nesse processo ocorre uma modificação físico-químico na substância fazendo com que a luz refletida provoque uma percepção de cor (Salem, 2010).

Atualmente muito se discute acerca dos problemas ambientais causados pelo tingimento têxtil com corantes principalmente sintéticos, resultando em resíduos não-potáveis prejudicando assim o meio ambiente. Desse modo, é importante a utilização de matérias-primas mais sustentáveis como corantes e derivados naturais (Silva *et al.*, 2018).

Os corantes naturais, amplamente obtidos na natureza, são extraídos por processos físico-químicos ou bioquímico de uma matéria-prima animal ou vegetal. A solução precisa ser solúvel no meio líquido onde o material a ser tingido será mergulhado (Araújo; Eduarda, 2006).

Alguns corantes necessitam da aplicação de mordentes para melhor fixação na fibra. Neste sentido, vários produtos naturais contendo polifenóis em sua composição têm sido testados para esta finalidade, dentre os principais encontram-se a cúrcuma, o limão, o ácido tânico e as folhas de eucalipto (Che; Yang, 2022).

A planta unha-de-gato (*Uncaria Tomentosa*), *cat's claw* em inglês ou *uña de gato* em espanhol, é nativa da Amazônia e utilizada na produção de anti-inflamatórios. É uma planta que possui efeito benéfico no tratamento de amigdalites, sinusite, bursite, entre outros. Além disso, a unha-de-gato conta com propriedades antimicrobianas e também atua como protetor celular e antioxidante. As partes utilizadas da planta são as cascas, folhas e raízes (Florien, 2023). Sua utilização como corante para tingimento de materiais têxteis não foi encontrada na literatura aberta até o momento. Assim, o presente estudo teve por objetivo avaliar a aplicabilidade do extrato da planta unha-de-gato no tingimento de tecidos de algodão, bem como verificar a influência da aplicação de biomordentes nos resultados de cor dos materiais tingidos.

## 2. MATERIAIS E METODOLOGIA

### 2.1. MATERIAIS

Cascas secas de unha-de-gato foram utilizadas como corante natural. Tecido plano 100% algodão foi utilizado na forma alvejada. Folhas secas de eucalipto e de goiaba, cúrcuma

e ácido tânico foram utilizados como biomordentes. Ácido acético e carbonato de sódio foram empregados no ajuste do pH dos extratos. O detergente não-iônico Nionlab Celm foi aplicado na lavagem dos tecidos após o tingimento.

## 2.2. EXTRAÇÃO DO CORANTE E DOS BIOMORDENTES

O extrato de unha-de-gato foi preparado adicionando-se 40 g de cascas secas em 1 litro de água destilada. A extração foi conduzida em banho termostático a 90 °C durante 60 minutos. Por fim, o extrato foi filtrado para utilização no tingimento. Os biomordentes, com exceção do ácido tânico, foram extraídos de forma análoga ao corante, utilizando neste caso a concentração de 20 gL<sup>-1</sup>. O mordente ácido tânico foi o único preparado diretamente por dissolução da substância em água destilada.

## 2.3. OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE TINGIMENTO

Tecidos de algodão foram tingidos com o extrato natural de unha-de-gato utilizando diferentes condições de tingimento, nomeadamente no que se refere à concentração do extrato, relação de banho, pH e tempo de tingimento. A temperatura empregada em todos os tingimentos foi de 90°C. A influência de cada uma destas variáveis no rendimento obtido foi avaliada através do cálculo da força colorística das amostras tingidas (K/S), por meio da equação de Kubelka-Munk (Eq. 1) aos dados fornecidos pelos respectivos espectros de refletância, previamente adquiridos num espectrofotômetro de reflexão Datacolor 550, na região visível do espectro eletromagnético (400-700 nm).

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R)^2}{2R} \quad (1)$$

Onde: K= Coeficiente de absorção; S= Coeficiente de dispersão; R= Reflectância difusa.

A determinação da intensidade de cor das amostras foi realizada utilizando a Equação 2, conforme descrito por Štěpánková *et al.* (2011).

$$I = \sum_{\lambda=400 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} \frac{K}{S}(\lambda) \times \Delta\lambda \quad \Delta\lambda = 10 \quad (2)$$

Todos os tingimentos realizados para o desenvolvimento dos processos foram realizados por processo de esgotamento em uma máquina de tingir Kimak AT1 – SW. Após cada tingimento as amostras foram lavadas com detergente neutro, enxaguadas e secas em temperatura ambiente.

### 2.3.1. Influência da concentração do extrato no rendimento do processo de tingimento

Para avaliar a influência da concentração do extrato no rendimento tintorial, as amostras de algodão foram tingidas com extrato de unha-de-gato nas concentrações de 10, 20, 30 e 40 gL<sup>-1</sup>. O tingimento foi realizado na temperatura de 90°C durante 60 minutos, com uma relação de banho de 1:100.

### 2.3.2. Influência da relação de banho no rendimento tintorial do processo de tingimento

O extrato de cascas de unha-de-gato foi preparado na concentração otimizada na seção 2.3.1 e empregado no tingimento das amostras de algodão utilizando diferentes relações de banho, nomeadamente 1:50, 1:75 e 1:100, durante 60 minutos à temperatura de 90°C.

### 2.3.3. Influência do pH no rendimento do processo de tingimento

O tingimento das amostras foi realizado utilizando a concentração de extrato e relação de banho previamente otimizadas nas seções 3.3.1 e 3.3.2 respectivamente, à temperatura de 90°C durante 60 minutos. As soluções de tingimento foram ajustadas a diferentes valores de pH, tanto na faixa ácida como na faixa alcalina.

### 2.3.4. Influência do tempo no rendimento do processo de tingimento

A influência da variável tempo no rendimento tintorial do processo de tingimento foi avaliada submetendo amostras de algodão ao tingimento nas condições previamente otimizadas nas seções anteriores, variando assim o tempo de processo em 30, 60, 90 e 120 minutos.

## **2.4. INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE MORDENTES**

Para avaliar a influência dos biomordentes nos resultados de cor, as amostras de algodão foram pré-mordentadas com os diferentes mordentes na máquina de tingimento Kimak AT1-SW, na temperatura de 90°C, RB 1:100 durante 45 minutos. Posteriormente as amostras foram tingidas com o corante unha-de-gato nas condições previamente otimizadas. No processo de pós-mordentagem as amostras foram primeiramente tingidas e posteriormente mordentadas nas mesmas condições descritas.

## 2.5. ENSAIOS DE SOLIDEZ À LAVAGEM E À FRICÇÃO

As amostras tingidas nas condições otimizadas, pelos processos pré e pós-mordentagem foram submetidas ao teste de solidez à lavagem de acordo com os procedimentos descritos na Norma ISO 105-C06:2010 – Ciclo A1S. Em seguida as amostras foram lavadas e secas à temperatura ambiente. A avaliação da alteração de cor e manchamento foi realizada no espectrofotômetro de reflexão Datacolor 550.

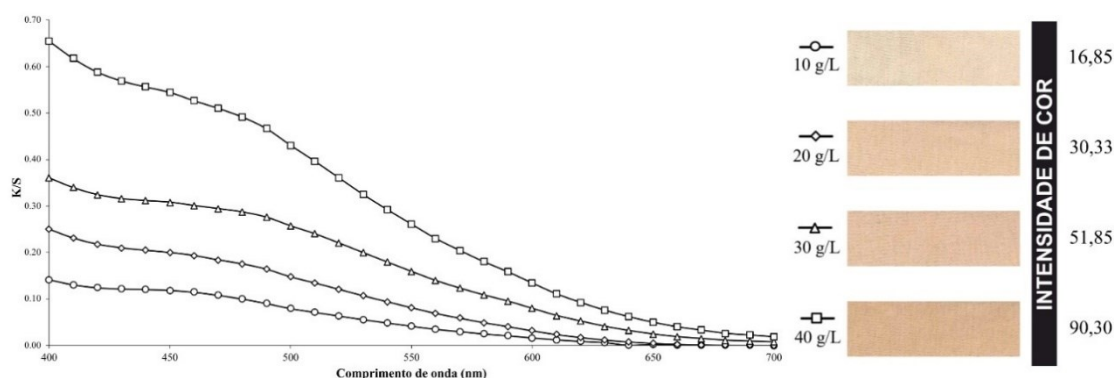
Os ensaios de solidez à fricção a seco e a úmido foram realizados apenas nas amostras pré-mordentadas de acordo com a norma ISO 105-X12:2016, usando o equipamento Crockmeter. Cada amostra foi friccionada contra um tecido testemunho de algodão durante dez ciclos, em estado seco e úmido. Os resultados foram avaliados através da escala cinza, em uma cabine de luz, sob o iluminante D65.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DO EXTRATO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE TINGIMENTO

Por meio da análise da Figura 1 é possível observar que o aumento na concentração do extrato produziu um aumento no rendimento do processo de tingimento, caracterizado pelo aumento da força colorística (K/S) e da intensidade de cor (I).

Figura 2. Tingimento de algodão com extrato de unha-de-gato - curvas K/S, intensidade de cor e amostras tingidas a diferentes concentrações de extrato.



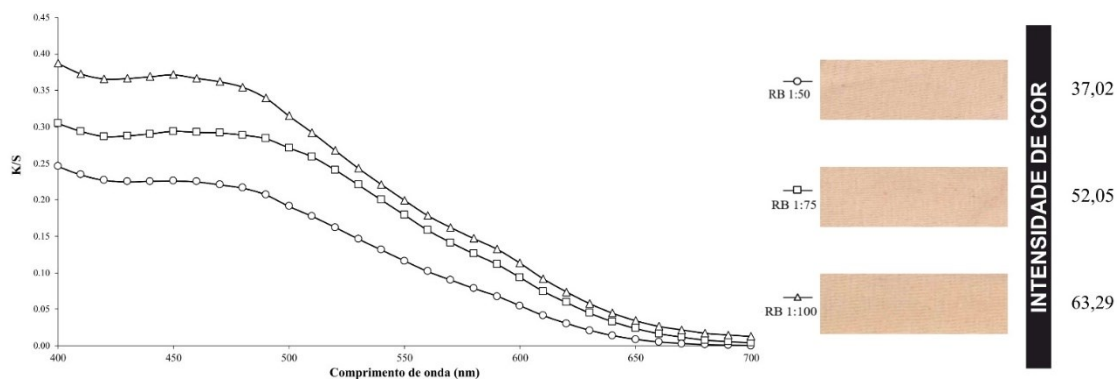
Fonte: Autoria própria.

Este comportamento pode ser resultado de um aumento na força motriz do gradiente de concentração com o aumento da concentração inicial de corante, indicando que esta desempenha um papel importante na capacidade de adsorção e difusão do corante unha-de-gato nas fibras de algodão (Septum *et al.*, 2009). A concentração de 40 gL<sup>-1</sup> foi a que apresentou o melhor resultado de tingimento.

### 3.2. INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO DE BANHO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE TINGIMENTO

De acordo com os resultados apresentados na Figura 2, o rendimento tintorial dos tecidos aumentou com o aumento da relação de banho. Isto possivelmente está relacionado com o volume de extrato com o qual o tecido é tingido. Quando o volume de extrato é aumentado, significa que mais corante está disponível para tingir o mesmo peso de tecido. Devido a isso, mais moléculas de corante se aproximam das fibras, resultando em um aumento no valor da intensidade da cor (Farooq *et al.*, 2013). Desta forma, a RB 1:100 foi a condição que proporcionou o melhor resultado de intensidade colorística.

Figura 3. Tingimento de algodão com extrato de unha-de-gato - curvas K/S, intensidade de cor e amostras tingidas a diferentes relações de banho (RB).



Fonte: Autoria própria.

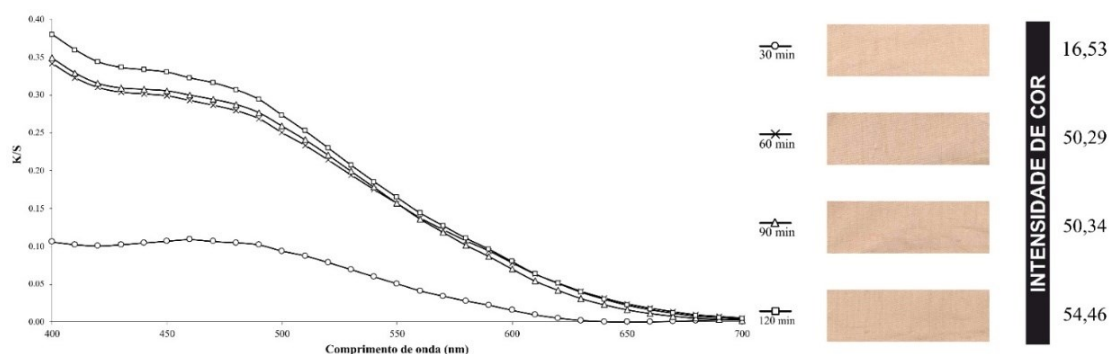
### 3.3. INFLUÊNCIA DO TEMPO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE TINGIMENTO

Os resultados da influência da variável tempo no rendimento do processo de tingimento das amostras de algodão nas condições de concentração e relação de banho otimizadas previamente estão apresentados na Figura 3.

É possível observar que o aumento do tempo de tingimento conduziu a um aumento na intensidade de cor dos tecidos tingidos. Este aumento é mais pronunciado no intervalo de 30 a 60 minutos. No intervalo de 60 a 120 minutos verifica-se que o aumento do tempo proporciona apenas um pequeno aumento nos valores de K/S, indicando possivelmente que a partir de 60 minutos o esgotamento do corante na fibra começa a atingir o estado de equilíbrio (Tayade; Adivarekar, 2013). Desta forma, considerou-se que o tempo de tingimento otimizado foi de 60 minutos.



Figura 4. Tingimento de algodão com extrato de unha-de-gato - curvas K/S, intensidade de cor e amostras tingidas a diferentes tempos de processo.



Fonte: Autoria própria.

### 3.4. INFLUÊNCIA DO PH NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE TINGIMENTO

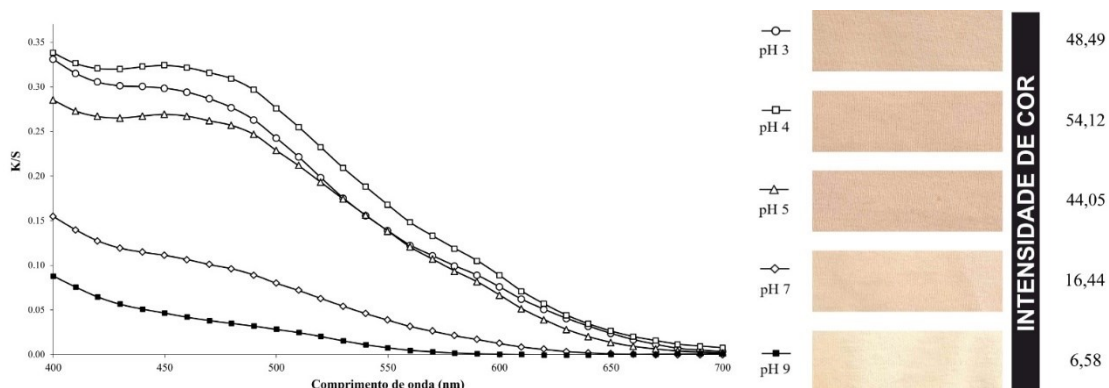
Os resultados obtidos na avaliação da influência do pH no tingimento do algodão com extratos de unha-de-gato, mostram que o rendimento tintorial diminui com o aumento do pH da solução de tingimento, verificando-se que os melhores resultados foram obtidos em condições ácidas, conforme o demonstram as curvas de K/S e as intensidades de cor (I) apresentados na Figura 4.

A influência do pH da solução de tingimento na intensidade da cor das amostras tingidas está relacionada com as interações iônicas entre os íons em solução e os grupos químicos presentes na superfície da fibra (Ali; El-mohamedy; Rajput, 2013). Alguns dos grupos hidroximetilo (-CH<sub>2</sub>OH) presentes nas fibras de algodão são naturalmente oxidados, formando grupos carboxílicos, razão pela qual as fibras celulósicas adquirem geralmente uma carga ligeiramente negativa quando imersas em soluções aquosas. Se o pH da solução se situar acima de 8, alguns dos grupos hidroxilo presentes nas cadeias laterais dos grupos hidroximetilo também podem ionizar, aumentando significativamente a carga negativa da fibra. Uma vez que o extrato de unha-de-gato contém em sua composição grupos fenólicos, estes também adquirem carga negativa em solução aquosa (Needles, 1986; Ribeiro; Ribeiro; Santos, 2021). A existência de um potencial elétrico negativo na superfície das fibras celulósicas contribui assim para repelir os ânions corantes dificultando a sua adsorção.

No entanto, para valores de pH inferiores a 4, os grupos carboxilo e hidroxilo das fibras encontram-se pouco ionizados, o que reduz o potencial elétrico negativo na superfície do material e conseqüentemente a ação repulsiva sobre os ânions do corante. Nestas condições, as moléculas de corante podem mais facilmente interagir com as fibras de algodão através da

formação de ligações de hidrogênio, juntamente com algumas interações íon-dipolo. Assim, é possível concluir que a formação de uma carga negativa na superfície da celulose a pH alcalino, dificulta a adsorção dos extratos de unha-de-gato, sendo essa a razão pela qual se obtém um rendimento colorístico mais elevado quando o tingimento se realiza em condições ácidas (Rattanaphani *et al.*, 2007).

Figura 5. Tingimento de algodão com extrato de unha-de-gato - curvas K/S, intensidade de cor e amostras tingidas a diferentes valores de pH.







Fonte: Autoria própria.

### 3.5. INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE MORDENTES

As coordenadas CIELab, bem como a intensidade de cor (K/S) e as imagens dos tecidos de algodão tingidos com o extrato de unha-de-gato sem mordentagem e com a utilização de diferentes biomordentes nos processos de pré e pós-mordentagem estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Coordenadas CIELab e Intensidade de cor das amostras tingidas com extrato de unha-de-gato com e sem aplicação de mordentes.

Processo	Biomordente	Coordenadas de cor					I	Cor
		L*	a*	b*	C*	h		
Sem mordentagem	***	75,90	7,47	12,10	14,22	58,33	86,34	
Pré-mordentagem	Folhas de Eucalipto	74,37	6,14	12,65	14,06	64,11	103,58	
	Folhas de Goiaba	75,11	6,71	13,00	14,63	62,70	97,00	
	Cúrcuma	72,90	3,32	48,23	48,34	86,07	300,34	
	Ácido tânico	70,06	6,96	10,73	12,79	57,01	138,20	

Processo	Biomordente	Coordenadas de cor					I	Cor
		L*	a*	b*	C*	h		
Pós-mordentagem	Eucalipto	76,41	4,57	14,05	14,77	72,00	95,83	
	Goiaba	77,59	5,18	14,70	15,59	70,60	86,06	
	Cúrcuma	76,88	1,63	60,80	60,83	88,47	365,03	
	Ácido tânico	61,80	8,66	12,19	14,96	54,62	260,75	

Fonte: Autoria própria.

Todos os biomordentes, com exceção das folhas de goiaba aplicadas no processo de pós-mordentagem, proporcionaram um aumento na intensidade de cor das amostras tingidas. Tal aumento foi maior para os biomordentes cúrcuma, seguido do ácido tânico, folhas de eucalipto e folhas de goiaba.

É possível verificar ainda que tanto na pré como na pós mordentagem, os biomordentes que proporcionaram maior alteração de tonalidade (valores de h) em relação à amostra tingida sem aplicação de mordentes foram a cúrcuma, seguida pelas folhas de eucalipto, folhas de goiaba e ácido tânico. Ressalta-se que a cúrcuma foi o biomordente que mais alterou a cor da amostra tingida, tornando-a menos avermelhada (redução da coordenada a\*) e mais amarelada (aumento da coordenada b\*) em relação à amostra tingida sem mordentagem. Para todos os biomordentes testados a alteração de tonalidade foi maior nos processos de pós-mordentagem.

### 3.6. ENSAIOS DE SOLIDEZ À LAVAGEM E À FRICÇÃO

Os resultados dos ensaios de solidez à lavagem doméstica e industrial das amostras tingidas com extratos de unha-de-gato utilizando processos de pré e pós-mordentagem, encontram-se representados nas Tabelas 2 e 3 respectivamente.

Em geral os índices de solidez à lavagem podem ser considerados de razoáveis a bons, com exceção das amostras pré e pós-mordentadas com cúrcuma, que apresentaram uma baixa solidez à lavagem, com índices de alteração de cor variando de 2 a 2-3 e índices de manchamento dos tecidos testemunho variando de 1 a 4-5. Estes resultados estão em consonância com os reportados por Umbreen *et al.*, (2008) nos seus estudos sobre o tingimento do algodão com extrato de açafraão com e sem a utilização de mordentes nos processos de pré e pós-mordentagem.

Tabela 2. Ensaio de solidez à lavagem das amostras tingidas com o corante unha-de-gato e pós-mordentadas com diferentes biomordentes

Amostra	Solidez à lavagem						
	Alteração	Manchamento do testemunho					
		WO	PAC	PES	PA	CO	CA
Sem mordente	3	5	4-5	4-5	4-5	5	5
Eucalipto	4-5	4-5	5	5	5	4-5	4-5
Folha de goiaba	3-4	4-5	5	5	4	5	5
Cúrcuma	2-3	4	4	3-4	1	2	2
Ácido tânico	3	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	5

Fonte: Autoria própria.

Tabela 3. Ensaio de solidez à lavagem e à fricção das amostras pré-mordentadas e tingidas com o corante unha-de-gato

Amostra	Solidez à lavagem							Solidez à fricção	
	Alteração	Manchamento do testemunho						Seco	Úmido
		WO	PAC	PES	PA	CO	CA		
Sem mordente	3	5	4-5	4-5	4-5	5	5	5	4-5
Eucalipto	3	4-5	5	5	5	4-5	5	5	4-5
Folha de goiaba	3	5	5	4-5	4-5	5	5	5	4
Cúrcuma	2	4-5	4-5	4	1-2	3	2-3	5	3-4
Ácido tânico	3	4-5	5	5	4-5	4-5	4-5	5	4-5

Fonte: Autoria própria.

Os índices de solidez à lavagem apresentaram-se melhores para os processos de pré-mordentagem, razão pela qual os ensaios de solidez à fricção a seco e a úmido foram realizados apenas para as amostras pré-mordentadas. Pela análise da Tabela 3 é possível observar que o ensaio de solidez à fricção a seco apresentou ótimos resultados, não evidenciando transferência de cor para o tecido em nenhuma das amostras analisadas. Contudo, o ensaio de fricção a úmido apresentou índices considerados razoáveis a muito bons, variando de 3-4 a 5. Também neste caso a cúrcuma foi o biomordente que mais transferiu cor para o tecido testemunho.

## 4. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que é possível tingir tecidos de algodão com extrato natural da planta unha-de-gato, obtendo-se uma coloração marrom amarelada e maior intensidade de cor no tingimento utilizando  $40 \text{ gL}^{-1}$  de extrato, pH 4, RB 1:100 durante 60 minutos. A aplicação dos biomordentes promove aumento da intensidade de cor, bem como leve alteração de tonalidade dos tecidos após o tingimento, com exceção da cúrcuma, que altera significativamente a cor. Os índices de solidez das amostras tingidas foram considerados de razoáveis a bons, com exceção das amostras mordentadas com cúrcuma, que apresentaram uma baixa solidez à lavagem e à fricção.

## REFERÊNCIAS

- ALI, N F; EL-MOHAMEDY, Riad S R; RAJPUT, Sunil. Improvement of antimicrobial activity for onion natural dyed fabrics through chitosan pretreatment. **Journal of Applied Sciences Research**, [s. l.], v. 9, n. 8, p. 4993–5002, 2013.
- ARAÚJO, Machado De; EDUARDA, Maria. Corantes naturais para têxteis – da Antiguidade aos tempos modernos. **Conservar Patrimônio**, [s. l.], n. 3–4, p. 39–51, 2006.
- CHE, Jiangning; YANG, Xu. A recent (2009–2021) perspective on sustainable color and textile coloration using natural plant resources. **Heliyon**, [s. l.], v. 8, n. 10, p. e10979, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10979>.
- FAROOQ, Assad *et al.* Optimization of extraction and dyeing parameters for natural dyeing of cotton fabric using marigold (*tagetes erecta*). **Asian Journal of Chemistry**, [s. l.], v. 25, n. 11, p. 5955–5959, 2013.
- FLORIEN. Unha de gato- Farmacopéia Americana. [s. l.], n. 19, p. 19–21, 2023.
- NEEDLES, H L. **Textile Fibers, Dyes, Finishes, and Processes: A Concise Guide**. [S. l.]: Noyes Publications, 1986. (Pollution Technology Review).
- RATTANAPHANI, Saowanee *et al.* An adsorption and thermodynamic study of lac dyeing on cotton pretreated with chitosan. **Dyes and Pigments**, [s. l.], v. 72, n. 1, p. 88–96, 2007.
- RIBEIRO, Nathelle Rosa; RIBEIRO, Jessica Silva; SANTOS, Jânio Sousa. Potencial funcional da unha-de-gato (*Uncaria tomentosa*): uma revisão sobre os efeitos terapêuticos. **Scire Salutis**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 328–336, 2021.
- SALEM, Vidal. **Tingimento Têxtil - Fibras, conceitos e tecnologia**. [S. l.]: Edgard Blucher, 2010.
- SEPTHUM, Chutima *et al.* An adsorption study of alum-morin dyeing onto silk yarn. **Fibers and Polymers**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 481–487, 2009.

SILVA, Márcia Gomes da *et al.* Cleaner production of antimicrobial and anti-UV cotton materials through dyeing with eucalyptus leaves extract. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 199, p. 807–816, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652618322108>.

ŠTĚPÁNKOVÁ, Marie; WIENER, Jakub; RUSINOVÁ, Kristýna. Decolourization of vat dyes on cotton fabric with infrared laser light. **Cellulose**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 469–478, 2011.

TAYADE, Priti B.; ADIVAREKAR, Ravindra V. Dyeing of cotton fabric with *Cuminum cyminum* L. as a natural dye and its comparison with synthetic dye. **Journal of the Textile Institute**, [s. l.], v. 104, n. 10, p. 1080–1088, 2013. Disponível em: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84888010155&partnerID=tZOtx3y1>.

UMBREEN, Saima *et al.* Dyeing Properties of Natural Dyes Extracted from Turmeric and their Comparison with Reactive Dyeing. **RJTA**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 1–11, 2008.

# CAPÍTULO XIV

## DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E CIDADES

### SUSTAINABLE DEVELOPMENT, CLIMATE CHANGE AND CITIES

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-14

Camila Aparecida da Silva Albach<sup>1</sup>

Reidy Rolim de Moura<sup>2</sup>

Adiléia Ribeiro Santos<sup>3</sup>

Gabriele Petroski Machado<sup>4</sup>

Karoline Dutra Szul<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG.

<sup>2</sup> Doutora em Sociologia Política, Professora na Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG.

<sup>3</sup> Doutoranda em Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG.

<sup>4</sup> Mestre em Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG.

<sup>5</sup> Doutora em Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG.

#### RESUMO

As mudanças climáticas são uma realidade no contexto atual e seus impactos são sentidos por toda a população, considerando ainda que a ação humana de exploração do meio ambiente acentua os impactos causados pelas mudanças climáticas. Sendo assim, é necessário pensar em estratégias que permitam enfrentar esses impactos, como as temperaturas elevadas, as secas, as chuvas excessivas, de forma a proporcionar condições de vida. O desenvolvimento sustentável é uma das principais estratégias para enfrentar e minimizar os efeitos das mudanças climáticas, as cidades sustentáveis buscam equilibrar o crescimento econômico, o bem-estar da população e a preservação ambiental. Este capítulo busca elucidar a importância do desenvolvimento sustentável para potencializar cidades mais sustentáveis, buscando também alertar sobre os impactos das mudanças climáticas nesse contexto. Trata-se de um estudo de caráter qualitativo, utilizando-se a revisão bibliográfica. Dentre os principais resultados deste estudo destaca-se a necessidade urgente de adotar o desenvolvimento sustentável nas cidades para minimizar os impactos das mudanças climáticas e da exploração do meio ambiente.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Sustentável. Mudanças Climáticas. Cidades Sustentáveis.

#### ABSTRACT

Climate change is a reality in the current context and its impacts are felt by the entire population, considering that human action to exploit the environment accentuates the impacts caused by climate change. Therefore, it is necessary to think about strategies that allow us to face these impacts, such as high temperatures, droughts, excessive rains, in order to provide living conditions. Sustainable development is one of the main strategies to face and minimize the effects of climate change, sustainable cities seek to balance economic growth, population well-being and environmental preservation. This chapter seeks to elucidate the importance of sustainable development to enhance more sustainable cities, also seeking to raise awareness about the impacts of climate change in this context. This is a qualitative study, using a bibliographic review. Among the main results of this study, the urgent need to adopt sustainable development in cities to minimize the impacts of climate change and environmental exploitation stands out.

**Keywords:** Sustainable Development. Climate Change. Sustainable Cities.



## 1. INTRODUÇÃO

No âmbito do debate das cidades os problemas ambientais são geralmente trabalhados em segundo plano, o que dificulta a idealização de soluções que possam ser implementadas para a melhoria nas condições de vida humana e preservação do planeta. Isso porque existe uma dificuldade em alinhar os aspectos sociais, políticos e econômicos com os ecológicos, causando um conjunto desorientado de organização das cidades.

Mas essa organização das cidades por vezes está atrelada a decisões políticas e de governança e dependem também de uma mudança na perspectiva de desenvolvimento ao qual estamos vivenciando. É comum trabalharmos no âmbito das ciências sociais a lógica do desenvolvimento territorial ou local, a qual na maioria das vezes define o desenvolvimento “[...] como uma melhora qualitativa no nível de bem-estar de um determinado grupo social, usando como referência os indicadores sociais, políticos e econômicos disponíveis” (Mariani e Arruda, 2010, p.9). E apesar de discutir sobre o território e meio ambiente não coloca esse debate no centro das discussões, como é o caso do desenvolvimento sustentável. Esse modelo de desenvolvimento, que preza pela sustentabilidade, prevê que os seres humanos possam ter suas necessidades supridas e também conviver em harmonia com o meio ambiente, preservando e reconstruindo o que foi deteriorado.

E em torno dessa discussão estão as mudanças climáticas pelas quais o planeta terra tem passado em decorrência da má administração dos recursos naturais e da exploração advinda do sistema capitalista. Essas alterações no clima afetam diretamente as cidades, as quais estão começando a reagir a tal fato e buscando soluções para resolvê-lo. Mas isso não depende apenas da atitude de compreender que estamos com problemas em manter um mundo próspero para as futuras gerações, como também depende de melhores políticas públicas municipais, estaduais e federais. Outro fator a ser considerado é a sensibilização da população, pois “[...] o processo de tomada de decisão nas cidades é resultado de uma coletividade baseada em atores e forças que atuam dentro do limite da cidade” (Espíndola e Ribeiro, 2020, p.370).

E pensando nas condições atuais do planeta em um momento de deterioração da qualidade do ar, poluição de rios, mares e oceanos, aumento de áreas de risco, chuvas mais intensas que podem causar deslizamentos e alagamentos, o que por vezes pode custar vidas e deixar boa parte da população sem habitação adequada, entre outros problemas

ambientais. Portanto, o objetivo deste capítulo é elucidar a importância do desenvolvimento sustentável para potencializar cidades mais sustentáveis, buscando também alertar sobre os impactos das mudanças climáticas nesse contexto.

Enquanto metodologia propusemos um estudo de caráter qualitativo e uso da pesquisa bibliográfica. Utilizando autores de referência nas temáticas estudadas, bem como analisando os conteúdos de forma crítica e ampliada. O capítulo segue organizado em dois introdução, 1 item e 2 subitens, considerações finais e referências bibliográficas.

## 2. O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Refletir sobre desenvolvimento sustentável na atualidade requer a sugestão de um modelo de desenvolvimento que integre critérios de sustentabilidade, considerando tanto os riscos ambientais quanto às necessidades humanas, seria o caso de ir contra as explorações do capital e focar na preservação da biodiversidade. E apesar do conceito estar atraindo visibilidade nos últimos anos, muitos países ainda enfrentam dificuldades para promovê-lo, isso devido a questões já pré-existentes, como a pobreza, degradação ambiental, disputa de poderes políticos e crises econômicas que dificultam a iniciativa de um crescimento econômico sustentável.

O princípio fundamental do desenvolvimento sustentável é fomentar um modelo que realmente beneficie o bem-estar, a cidadania e a qualidade de vida das gerações presentes e futuras, considerando o espaço em que vivem, ou seja, o meio ambiente. De acordo com Romeiro (2012, p.65), “Para ser sustentável, o desenvolvimento deve ser economicamente sustentado (ou eficiente), socialmente desejável (ou incluyente) e ecologicamente prudente (ou equilibrado)”. É uma questão de harmonia entre as necessidades especiais das pessoas, a preservação do planeta em que vivemos e a conservação para o futuro.

Esse conceito de desenvolvimento é abrangente e, por isso, difícil de definir, sendo empregado para refletir diversas posturas e visões em áreas distintas, por países e organizações diferentes. Por exemplo, a Organização das Nações Unidas (ONU) propõe objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) há décadas, com o objetivo de promover melhoria nas condições de vida humana e do planeta. Os objetivos são geralmente bem abrangentes, e atualmente os países membros possuem 17 (dezessete) deles para tentar alcançar até o ano de 2030. E também são os responsáveis por promover conferências para reunir diversas lideranças do mundo para incentivar ações sustentáveis.

O conceito, no âmbito brasileiro, conforme definido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, refere-se a um processo de mudança em que a utilização dos recursos, a alocação de investimentos, o direcionamento do progresso tecnológico e as transformações nas instituições se alinham de forma a fortalecer o potencial atual e futuro. (IBGE, 2012). Ou seja, o seu objetivo é satisfazer as necessidades e desejos das próximas gerações, e isso significa que deve-se atender às demandas do presente sem prejudicar a capacidade das futuras.

Neste contexto, as cidades são o local de maior atividade e vivência humana, e quando falamos dos impactos de mudanças, elas são compreendidas enquanto um “[...] sistema complexo de múltiplas interdependências entre forma (ambiente natural e construído), atividades e fluxos” (Lemos, 2010, p. 114), no qual desenvolvem um papel crucial, tanto pelo fato de sofrerem com os impactos dessas alterações no clima, mas também por contribuírem para a intensificação desse processo, devido a exploração dos recursos naturais e da mão de obra dos trabalhadores.

E enquanto sociedade devemos prezar pela equidade e sustentabilidade, pois são essenciais para a efetivação da cidadania. Se o que está acontecendo com o planeta não gera uma certa preocupação por parte da população então não estamos no caminho certo, afinal, as mudanças climáticas que estão acontecendo de forma negativa tem afetado o bem-estar humano e depredado o meio ambiente, os recursos naturais são finitos e o momento de agir é agora, com uma mudança de perspectiva e melhores políticas.

Mas a questão da melhoria das políticas públicas não é a única solução para toda essa problemática, e também não é a única vertente de alcance ao desenvolvimento sustentável,

Será preciso um esforço conjunto, que mobilize diversos ministérios, como o de Meio Ambiente, o de Cidades e o de Saúde, entre outros, já que muitas das novas cidades industriais ou mesmo as metrópoles regionais que incharam nos últimos anos não têm recursos técnicos e econômicos para financiar as alterações necessárias para se adaptarem às mudanças climáticas. (Ribeiro, 2008, p.302).

Mesmo que leis sejam criadas e novas políticas sejam feitas, permanecem as incertezas quanto às reais consequências do aquecimento global e das demais mudanças climáticas e o motivo é a falta de efetivação, monitoramento e investimento em ações e projetos ambientais. Também é preciso prevenir e pensar em planos futuros, “É hora de aplicar o princípio da precaução e propor medidas que possam atenuar as implicações causadas pelas

mudanças globais que resultariam da elevação das temperaturas na Terra, entre outros impactos” (Ribeiro, 2008, p.298).

Se não nos atentarmos também para as contribuições dos movimentos sociais, também não conseguiremos reduzir os impactos socioambientais e propor estratégias mais eficazes para a adaptação às mudanças climáticas, algo que como percebemos não será resolvido apenas por meio de políticas públicas. Ao mobilizar a população e formar cidadãos mais críticos e informados, estaremos pensando na sustentabilidade em caráter coletivo nas cidades, caminhando para o que consideram enquanto “cidade sustentável”.

## **2.1. AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEU IMPACTO NAS CIDADES**

As mudanças climáticas são uma realidade na vida da população e elas interferem direta e indiretamente na vida das pessoas, sendo um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade nos últimos anos. As mudanças climáticas são definidas pelas Nações Unidas do Brasil como transformações a longo prazo nos padrões de temperatura e do clima (Nações Unidas, 2024). A maior causa das mudanças climáticas é a emissão de gases que provocam o efeito estufa, esses gases são emitidos por ações majoritariamente urbanas e provocadas pela ação humana, como transporte, indústrias, energia, sendo acentuado pelo crescimento urbano (Espíndola e Ribeiro, 2020; Back, 2016 ), o desmatamento das florestas e agricultura também contribuem consideravelmente nas mudanças climáticas.

As Nações Unidas do Brasil reforçam que as alterações climáticas podem ocorrer de forma natural, como resultado de variações no ciclo solar. No entanto, desde o ano de 1800, a ação humana se tornou o fator predominante por trás dessas transformações, especialmente em decorrência da queima de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás (Nações Unidas, 2024).

O que corrobora que a ação humana está contribuindo e acelerando o processo natural das mudanças climáticas e trazendo prejuízos na esfera social, econômica, ambiental, política, entre outras, a médio e a longo prazo, alguns danos podem ser irreversíveis, porém pensar em ações sustentáveis que podem minimizar os impactos das mudanças climáticas. A exploração do meio ambiente, potencializada pelo sistema capitalista, é um grande fator que acentua as mudanças climáticas.

As transformações resultam em temperaturas mais altas, causando ondas de calor, tempestades severas, que resultam em enchentes e alagamentos, tsunamis e furacões em

algumas partes do mundo, aumento da seca, pela falta de chuva em alguns locais, derretimento das placas de gelo, aquecimento dos oceanos, perda de espécies, entre outros eventos climáticos que podem ocorrer. Essas catástrofes “naturais” além de afetarem imediatamente a vida das pessoas nas cidades, como em casos de enchentes, afetam também à médio e à longo prazo, trazendo riscos para a saúde, o aumento da pobreza e das desigualdades sociais ou seja, o meio ambiente é diretamente afetado e conseqüentemente da vida das pessoas nas cidades também sofrem as conseqüências das mudanças climáticas.

Em decorrência disso, Back (2016) alerta que

Tendo em vista a fragilidade da população vulnerável (baixos níveis de renda, educação e saúde), a baixa qualidade da infraestrutura urbana, a falta de fornecimento de serviços públicos e as dificuldades de implementação efetiva de um planejamento urbano que leve em consideração a agenda climática, observa-se uma tendência nos espaços urbanos em maiores riscos de perda de vidas e bens materiais deflagrados por eventos climáticos extremos, que já ocorrem no presente e tendem a se exacerbar no futuro, 30 relacionados às alterações climáticas globais. (Back, 2016, p. 29)

Nas cidades, os impactos gerados pelas mudanças climáticas, afetam sobretudo à qualidade de vida, principalmente das pessoas mais vulneráveis, devido à dificuldade de acesso a alguns serviços, como moradia, alimentação e serviços de saúde, o que desencadeia uma série de fatores que aumentam as desigualdades sociais.

Os impactos na vida das pessoas, na saúde pública, já que as mudanças de temperaturas podem causar problemas respiratórios, na insegurança alimentar, já que a produção agrícola é afetada pelas alterações climáticas e podem gerar a escassez de alimentos suficientes para a população. A maior parte das cidades não dispõem de infraestrutura para lidar com as conseqüências das mudanças climáticas e neste sentido as comunidades mais pobres, possuem maior dificuldade para enfrentar esses impactos, tendo em vista que possuem menos recursos para isso.

Inclusive por não haver o planejamento urbano necessário, tanto para evitar, quanto para minimizar os impactos gerados pelos desastres naturais, torna mais difícil enfrentar os problemas causados pelos desastres naturais, considerando que as cidades são as mais afetadas pelos desastres causados pelas mudanças climáticas. As mudanças climáticas se constituem um problema que devem ser pautas do poder público, dos governos, já que os impactos gerados são de grande escala, é uma questão a ser considerada no planejamento urbano

[...] é imprescindível que os governos estejam sensíveis ao papel das ações climáticas locais, principalmente nas cidades, onde tanto as ações de combate às mudanças climáticas quanto as suas consequências são sentidas de forma prática. (Merlo, 2023)

Merlo (2023) ressalta a importância de políticas públicas voltadas ao enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas nas cidades e que é uma responsabilidade do poder público. As mudanças climáticas são uma realidade que não deve ser ignorada, pelo contrário, há a necessidade de propor ações que busquem minimizar e enfrentar as alterações climáticas e ainda manter a qualidade de vida da população, enfrentando também as desigualdades geradas.

## **2.2. A PERSPECTIVA E O POTENCIAL DAS CIDADES SUSTENTÁVEIS**

Os gestores públicos municipais têm um grande desafio à sua frente que é a de construir e desenvolver cidades sustentáveis. O desafio não seria somente no que se refere a diminuição de carbono, a poluição do ar, água e solo, mas a de fazer uma interconexão entre inclusão social, prosperidade econômica e preservação ambiental para tornar as cidades mais sustentáveis.

O conceito de cidades sustentáveis começou a ser divulgado a partir de setembro de 2015, quando a Assembleia Geral da ONU adotou oficialmente os 17 ODS como parte da Agenda 2030. Esses objetivos foram estabelecidos para enfrentar os principais desafios globais, como a erradicação da pobreza, a promoção da igualdade, a preservação ambiental e o fortalecimento da paz e da justiça.

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 é dedicado a "Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis". Pode-se dizer que esse objetivo reconhece a importância das cidades como centros de crescimento econômico, inovação e desenvolvimento social, mas por outro lado, também aborda os desafios associados ao rápido processo de urbanização, como a pobreza, a infraestrutura inadequada, a poluição e os riscos ambientais que se tornam cada vez mais constantes e críticos.

Pode-se dizer que definir o conceito de cidades sustentáveis não é algo fácil. Para Canepa (2005) apud Vieira (2020, p. 13) "a concepção de cidade sustentável seria a operacionalização do conceito de desenvolvimento sustentável em âmbito local".

Outra definição, de Sachs (2017, np) apud Matias e Jereissati (2022, p.654) define que

Genericamente, a partir da definição proposta por Sachs (2017, np), cidades sustentáveis são aquelas que, obedecendo ao princípio da equidade intergeracional, promovem atividades econômicas produtivas, são social e politicamente inclusivas e ambientalmente sustentáveis, sendo esta última dimensão limitadora para as demais.

As cidades sustentáveis buscam um equilíbrio entre o crescimento econômico, o bem-estar social e a preservação ambiental, entende-se que essas cidades promovem um desenvolvimento planejado e consciente, com foco em políticas públicas que beneficiam a população e a sustentabilidade a longo prazo.

De acordo com os estudos de Dubou et al. (2021), apud Stefani; Correa; Procidonio (2022, p.44), uma perspectiva conceitual sobre o termo cidade sustentável refere-se a localidades que têm a capacidade de satisfazer as demandas sociais, culturais, ambientais e políticas, sem desconsiderar o crescimento econômico e os fatores físicos, nem comprometer ou ameaçar os recursos da cidade e de suas proximidades. Além disso, assegura o acesso justo a todos os serviços disponíveis.

Em relação à natureza jurídica, o direito à cidade sustentável está intrinsecamente relacionado à implementação de outros direitos de caráter individual e social. Para Vieira (2020, p.15), o direito a uma cidade sustentável, da mesma forma que o direito a um meio ambiente em equilíbrio ecológico, é um direito de todos. Ele pode ser caracterizado como um direito difuso, que se refere a um direito transindividual, de natureza indivisível, pertencente a uma coletividade indefinida, conectada por circunstâncias de fato, conforme estabelece o artigo 81, parágrafo único, do Código de Defesa do Consumidor.

O conceito de direito a cidades sustentáveis está profundamente ligado aos direitos humanos e ao meio ambiente, visto que esse direito reconhece que a urbanização não deve ser vista apenas como um fenômeno econômico, mas como um processo que afeta diretamente a qualidade de vida e os direitos básicos de seus habitantes.

É imprescindível a prestação de serviços públicos diretos, como transporte urbano e saneamento básico, que são direitos de todos e afetam a dignidade humana. Portanto, os gestores públicos locais devem aprimorar as medidas estratégicas de proteção e desenvolvimento das práticas ambientais, desenvolvendo essas medidas por meio de metas de sustentabilidade de curto, médio e longo prazo. (Dubou et al. (2021), apud Stefani; Correa; Procidonio (2022, p.44).

O direito à cidade sustentável pressupõe o vínculo do desenvolvimento urbano com os direitos humanos e o direito ao meio ambiente sadio e ecologicamente equilibrado, como meio de atender às necessidades das presentes e futuras gerações (Vieira, 2020).



A construção de cidades sustentáveis depende de equilibrar o desenvolvimento econômico, a inclusão social e a proteção ambiental, sempre respeitando os direitos humanos e possibilitando condições dignas de vida.

No Brasil atual, precisamos urgentemente buscar soluções para os desafios ambientais enfrentados, começando por propostas que busquem alternativas habitacionais para a população de baixa renda, que sofre mais severamente com catástrofes. A busca pela superação da desigualdade social deve ser constante, seja através de políticas públicas, investimentos em projetos e programas que prezam por cidades mais seguras com moradias bem construídas.

Mas não basta apenas o caráter habitacional, também precisamos de cidades mais inclusivas e ecológicas, neste sentido ressaltamos que

Cidades mais arborizadas serão mais agradáveis para viver e amenizam parcialmente o calor. Edifícios adequados às condições tropicais que encontramos em grande parte do território brasileiro é outra recomendação importante que será realizada apenas se houver uma nova regulamentação do Código de Obras, atualmente sob a égide do poder municipal. (Ribeiro, 2008, p.316).

Além disso, precisamos da cooperação internacional entre as nações, seja por meio da ONU ou de outras formas de acordos e política, dentro dos parâmetros corretos para superar e/ou amenizar os impactos negativos das mudanças climáticas no planeta.

Portanto, adotar o conceito de cidade sustentável pode ser um grande potencial para futuros projetos de governo, desde que sejam feitos com bons investimentos, estudos avançados e monitoramento. As cidades precisam ser pensadas para incluir e não excluir as pessoas por suas diferenças, então neste sentido devem ser seguras para todos, devem também ter condições de moradia justas independentemente das condições de renda, além de prezar pela qualidade do ar, do solo e da água, pois afetam diretamente a saúde física e mental humana, dos animais e da biodiversidade.

É preciso considerar uma agricultura familiar, com incentivo, apoiar iniciativas como as da agroecologia que busca por soluções de agricultura em uma perspectiva ecológica, no âmbito da educação melhorar projetos de Educação Ambiental, pois trata-se de iniciativas, projetos e processos em prol da construção de conhecimentos voltados para a conservação do meio ambiente.

Diante do exposto, entende-se que uma cidade só pode ser considerada sustentável se aderir às necessidades humanas como um todo, prezando pela equidade e igualdade, mas também cuidando do meio ambiente e garantindo prosperidade para o futuro.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil reconhece a importância da governança em sua estratégia de desenvolvimento sustentável, mas assim como outros países, ainda enfrenta diversos problemas ambientais, como as comentadas alterações climáticas, má administração de recursos naturais, o não gerenciamento correto de resíduos, diminuição da biodiversidade, poluição dos oceanos, entre outros aspectos desafios relevantes que precisam ser superados.

Mas a questão é como iremos superar? Portanto, é preciso um maior envolvimento ativo da sociedade civil e uma melhor relação com movimentos sociais, para além de legislações. O desenvolvimento sustentável deve ser uma meta contínua no Brasil, orientando decisões que respeitem critérios de justiça socioambiental, equidade e legitimidade.

Transformar uma cidade em um lugar sustentável não é uma tarefa impossível. Os governos devem alinhar seus projetos ao futuro vinculados à sustentabilidade, pois propostas devem ser pensadas em prol da geração atual e das futuras, resultado de um planejamento socioambiental, projetos e ideias de mudança. Novos paradigmas devem ser adotados, promovendo a integração e cooperação entre empresas, o meio ambiente e a comunidade.

O compartilhamento de conhecimentos com a população é uma das metas a serem alcançadas, informações verídicas e que possam elucidar o real cenário das cidades em meio a mudanças climáticas. Outra questão é a criação e investimento em tecnologias mais sustentáveis e inovadoras.

Através da inovação social, por exemplo, é possível se pensar em inovar para as pessoas e para as cidades, sempre considerando o aspecto social daquela realidade. E gestores precisam fomentar a cultura da sustentabilidade, e orientar a população e as empresas a reduzir a geração de resíduos, além de estimular o consumo e produção agroecológicas e sustentáveis, pensando na saúde de quem produz e consome e no meio ambiente.

No entanto, não se pode conceber uma cidade saudável sem ligá-la, ao mesmo tempo, a políticas de preservação ambiental. A proteção do meio ambiente precisa ser encarada como um esforço coletivo, abandonando a visão arcaica de que os responsáveis seriam apenas os governantes. Ao mobilizar todos os setores da sociedade na procura por soluções para as

questões ambientais, estaremos promovendo qualidade de vida para todos, para evitar que sofram as consequências dos desastres ambientais. Assim sendo, é preciso incentivar novas reflexões sobre que tipo de cidades estamos desenvolvendo e quais valores estão sendo priorizados em nossos espaços urbanos.

Dessa forma, por meio de táticas argumentativas e ações inovadoras, é possível transformar o ambiente em um espaço de promoção da justiça, ao contrário da segregação social defendida pelos proponentes da lógica utilitária do mercado.

Quanto à viabilidade de implementar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, é preciso considerar as especificidades e desigualdades sociais e econômicas, tanto entre os países como dentro deles. E apesar de o cenário atual gerar diversas reflexões e dúvidas de como agir e criar alternativas, e apesar das dificuldades, através da ONU é possível discutir acordos internacionais que promovam progressos rumo a um estado de bem-estar, saúde e desenvolvimento sustentável. Alcançar a agenda ainda é possível, e não podemos perder as esperanças de trilhar um caminho rumo a um futuro mais promissor.

## REFERÊNCIAS

- BACK, Adalberto Gregório. **Urbanização, planejamento e mudanças climáticas**: desafios da capital paulista e da região metropolitana de São Paulo. Tese de Doutorado. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/8583/TeseAGB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 de out. 2024.
- ESPÍNDOLA, I;B. RIBEIRO, W;C. Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros. **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 22, n. 48, pp. 365-395, maio/ago 2020.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- LE MOS, M. F. R. C. **Adaptação de cidades para mudança climática: uma metodologia de análise para os planos diretores municipais**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.
- MARIANI, M;A;P. ARRUDA, D;O. TERRITÓRIO, TERRITORIALIDADE E DESENVOLVIMENTO LOCAL: UM ESTUDO DE CASO DOS EMPREENDIMENTOS ECONÔMICOS SOLIDÁRIOS DE CORUMBÁ/MS. In: **48º Congresso Sober: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, Campo Grande, julho de 2010. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4021351/mod\\_resource/content/1/Mariani-Arruda.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4021351/mod_resource/content/1/Mariani-Arruda.pdf). Acesso em: 05 de out. 2024.

- MATIAS, J. L. N.; JEREISSATI, L. C. O Direito A Cidades Sustentáveis Na Ordem Jurídica Brasileira E O Caminho Para A Urbanização Racional. **Revista de Direito da Cidade**. Rio de Janeiro, RJ, v. 14, n. 1 p. 643–672, jan./mar. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/rdc.2022.52277>. Acesso em: 09 out. 2024.
- MERLO, Luiz Gustavo. **As mudanças climáticas e o aspecto local**: o papel dos municípios nas ações climáticas e o plano local de ações climáticas de Campinas. *Jornal da Unicamp*. 2023. Disponível em: <https://unicamp.br/unicamp/ju/artigos/ambiente-e-sociedade/mudancas-climaticas-e-o-aspecto-local-o-papel-dos-municipios-nas/>. Acesso em: 16 de out. 2024.
- NAÇÕES UNIDAS. **O que são mudanças climáticas**. 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas>. Acesso em: 07 de out. 2024.
- RIBEIRO, W;C. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. **Parcerias Estratégicas Brasília**, DF N.27, Dezembro de 2008.
- ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos avançados**, 26 (74), 2012.
- STEFANI, S. R.; CORREA, K. F.; PROCIDONIO, A. L. B. Cidades Sustentáveis: uma análise bibliométrica nacional e internacional. **Revista Competitividade e Sustentabilidade - ComSus**. Cascavel, PR, 9(2), p. 41-59, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.48075/comsus.v9i2.29446>. Acesso em: 09 out. 2024.
- VIEIRA, J. De S. R. Cidades Sustentáveis. **Revista de Direito da Cidade**. Rio de Janeiro, RJ, v. 4, n. 2. p. 1-39. 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/rdc/issue/view/714>. Acesso em: 08 out. 2024.

# CAPÍTULO XV

## DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DA ORLA DE CALÇOENE (AMAPÁ) COMO SUBSÍDIO AO PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DA ORLA MARÍTIMA – PGI

### PRELIMINARY DIAGNOSIS OF THE CALÇOENE WATERFRONT (AMAPÁ) AS A SUBSIDY TO THE INTEGRATED WATERFRONT MANAGEMENT PLAN – PGI

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-15

Orleno Marques da Silva Junior <sup>1</sup>  
Ricardo Ribeiro Haponiuk <sup>2</sup>  
José Renan da Silva Guimarães <sup>3</sup>  
Maria Edilene Pereira Ribeiro <sup>4</sup>  
Paulo Sergio Ferreira da Silva <sup>5</sup>  
Marcos José Brandão França <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Doutor em Planejamento Energético. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA

<sup>2</sup> Doutorando em Ciência e Tecnologia Ambiental. Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI

<sup>3</sup> Geógrafo. Analista da Amapá Celulose - AMCEL

<sup>4</sup> Bióloga. Assessoria Técnica da Agência Nacional do Petróleo - ANP

<sup>5</sup> Mestre em Geografia. Professor de Geografia da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Amapá – SEED/Amapá

<sup>6</sup> Engenheiro Civil. Universidade Federal do Pará – UFPA

#### RESUMO

Durante o período colonial, os assentamentos na Amazônia seguiram os cursos de água, essenciais para a navegação, comércio e transporte de pessoas, mercadorias e informações. No Amapá, muitas sedes municipais surgiram a partir da ocupação das margens dos rios, especialmente nas cidades estuarinas e ribeirinhas. O estado possui dezesseis municípios, sendo que onze estão na Zona Costeira, necessitando de instrumentos para sua gestão. Este estudo focaliza o município de Calçoene, localizado no setor costeiro oceânico. A metodologia envolveu consultas à prefeitura, análise de estudos científicos, relatórios técnicos e dados geoespaciais sobre a área. A obtenção de informações foi dificultada pela falta de informatização e divulgação de dados físicos, socioeconômicos e institucionais no site da prefeitura. Os resultados mostram que Calçoene possui ampla interação entre meios naturais, como geologia e vegetação, e apresenta alta concentração populacional na sede municipal. A orla da cidade tem cerca de 2,7 km de extensão, incluindo áreas urbanizadas e não urbanizadas,

atividades portuárias, comerciais e atrativos turísticos. Documentos de ordenamento e instituições voltadas para a gestão da orla são escassos. Espera-se que este diagnóstico incentive ações efetivas para o ordenamento da orla e inspire a criação do Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro e do Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima, no contexto do Projeto Orla.

**Palavras-chave:** Orla Fluvial. Ordenamento. Gestão.

#### ABSTRACT

During the colonial period, settlements in the Amazon followed the waterways, which were essential for navigation, trade and the transportation of people, goods and information. In Amapá, many municipal seats arose from the occupation of riverbanks, especially in estuarine and riverside towns. The state has sixteen municipalities, eleven of which are in the Coastal Zone, requiring instruments for their management. This study focuses on the municipality of Calçoene, located in the oceanic coastal sector. The methodology involved consulting the town hall,

analyzing scientific studies, technical reports and geospatial data on the area. Obtaining information was made difficult by the lack of computerization and disclosure of physical, socio-economic and institutional data on the municipality's website. The results show that Calçoene has extensive interaction between natural environments, such as geology and vegetation, and has a high population concentration in the municipal center. The city's waterfront is about 2.7 km long, including urbanized

and non-urbanized areas, port activities, and commercial and tourist attractions. There are few planning documents and institutions for managing the waterfront. It is hoped that this diagnosis will encourage effective action to organize the waterfront and inspire the creation of the Municipal Management Plan.

**Keywords:** Orla Fluvial. Ordenamento. Gestão.

## 1. INTRODUÇÃO

Durante o período colonial, a localização dos assentamentos humanos na região amazônica seguiu os cursos de água, por onde se fazia a circulação, necessária à dinâmica da navegação, do comércio e do deslocamento de pessoas, mercadorias e informações (CASTRO, 1998). Os primeiros sítios e núcleos de povoamento foram parte dessa estratégia, quase todos localizados na extensa planície de inundação (várzea) e terras baixas da região que caracteriza grande parte do vale do rio Amazonas e de seus principais afluentes (RODRIGUES e OLIVEIRA, 1997).

No Amapá, a maioria das sedes municipais tem sua origem a partir da ocupação pelos rios, são orlas de cidades estuarinas e ribeirinhas, muitas delas seculares. Essas cidades, em sua maioria, são áreas de baixo adensamento de construções e de população, apresentando um caráter incipiente de infraestrutura e de equipamentos urbanos (SILVA JUNIOR et al., 2022).

Pensando no ordenamento desses espaços, o Projeto Orla consiste em uma ação integrada entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a Secretaria do Patrimônio da União (SPU), visando aperfeiçoar o ordenamento dos espaços litorâneos e fluviais sob domínio da União, no caso em questão a orla, aproximando as políticas ambiental, urbana e patrimonial (OLIVEIRA e NICOLODI, 2012).

Nesse contexto, ainda se destaca, a partir da instituição da Lei Federal 13.240/2015, a possibilidade da União transferir a gestão patrimonial de praias, marítimas e fluviais, aos municípios. Para isso, deve-se firmar o Termo de Adesão à Gestão das Praias (TAGP) que tem como finalidade estabelecer condições para uma melhor gestão dos espaços litorâneos, ensejando uma melhoria continuada, orientada para o uso racional e a qualificação ambiental e urbanística desses territórios, com vistas ao desenvolvimento social e econômico (Portarias SPU nº 113/2017 e nº 44/2019).

Com o TAGP, o município passa a auferir diretamente as receitas patrimoniais originadas das áreas sob sua gestão. Em contrapartida, compromete-se com a fiscalização patrimonial e com a elaboração do planejamento integrado desses espaços, por meio do Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima - PGI no contexto do Projeto Orla (BRASIL, 2020).

Ainda segundo Brasil (2020), a construção do PGI pressupõe o esforço conjunto dos entes federados, sobretudo dos municípios, que devem ter recursos financeiros para terem condições de realizar essas ações, sendo necessário que elas façam parte dos orçamentos governamentais.

Segundo IEPA (2016), a zona costeira do estado do Amapá é a região costeira com menor densidade populacional do Brasil. No entanto, possui inúmeras ocupações dispersas ao longo do litoral, com grande adensamento de populações nas zonas urbanas, o que se reflete na diversidade e localização dos recursos socioeconômicos.

No setor oceano ou atlântico, está localizado o município de Calçoene com riqueza de ambientes naturais, dinâmicas socioeconômicas voltadas para o uso de recursos natural e extenso litoral. Nesse município está localizada a área escolhida para o desenvolvimento do trabalho que busca dar subsídios aos itens que devem ser abordados na fase de diagnóstico dos Planos de Gestão Integradas (PGI) do Projeto Orla.

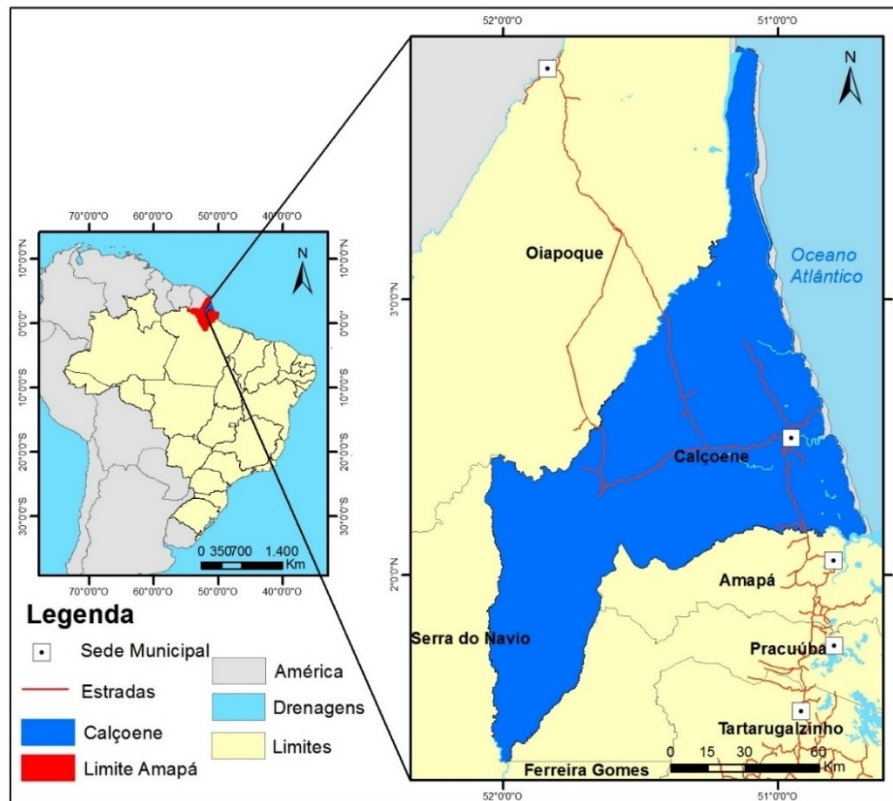
Quanto à metodologia para a construção desse trabalho, ela se baseou em consultas à prefeitura municipal, trabalhos científicos, relatórios técnicos, coleta de informações geoespaciais já publicadas sobre a área de estudo. Importante destacar das dificuldades que se teve em conseguir informações mais detalhadas, em função da falta de informatização e publicação de informações do meio físico, socioeconômico e institucional no site da prefeitura.

## **2. CALÇOENE, LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

O município do Calçoene, distante aproximadamente a 353 km de Macapá, faz limite ao norte com o município de Oiapoque; ao oeste o município de Serra do Navio; ao sul com os municípios de Amapá e Pracuúba; e a leste com o oceano Atlântico. A principal via de acesso rodoviário é a BR-156 (Figura 1).



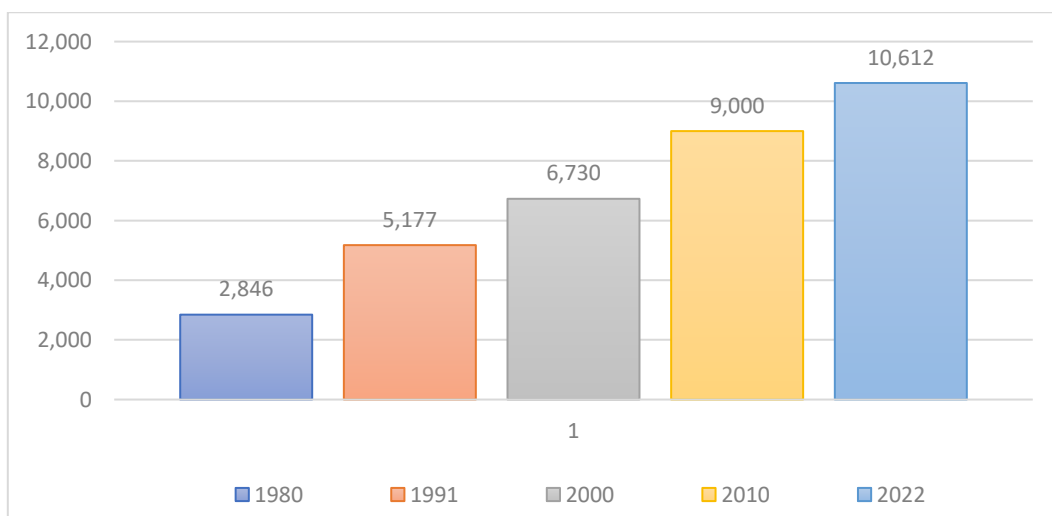
Figura 1. Localização do município de Calçoene, estado do Amapá



Fonte: Autores, 2022

A população de Calçoene em 1980 era de 2.846 habitantes. No censo demográfico de 1991 houve quase a duplicação da população (5.177 habitantes). Em 2000 a população era 6.730, em 2010 de 9.000 e no censo de 2022 a população era de 10.612 habitantes, com mais de 80% dessa população residindo da sede municipal. O Gráfico da Figura 2 mostra a evolução da população de Calçoene entre 1980 e 2022.

Figura 2. Evolução da população de Calçoene entre 1980 e 2021

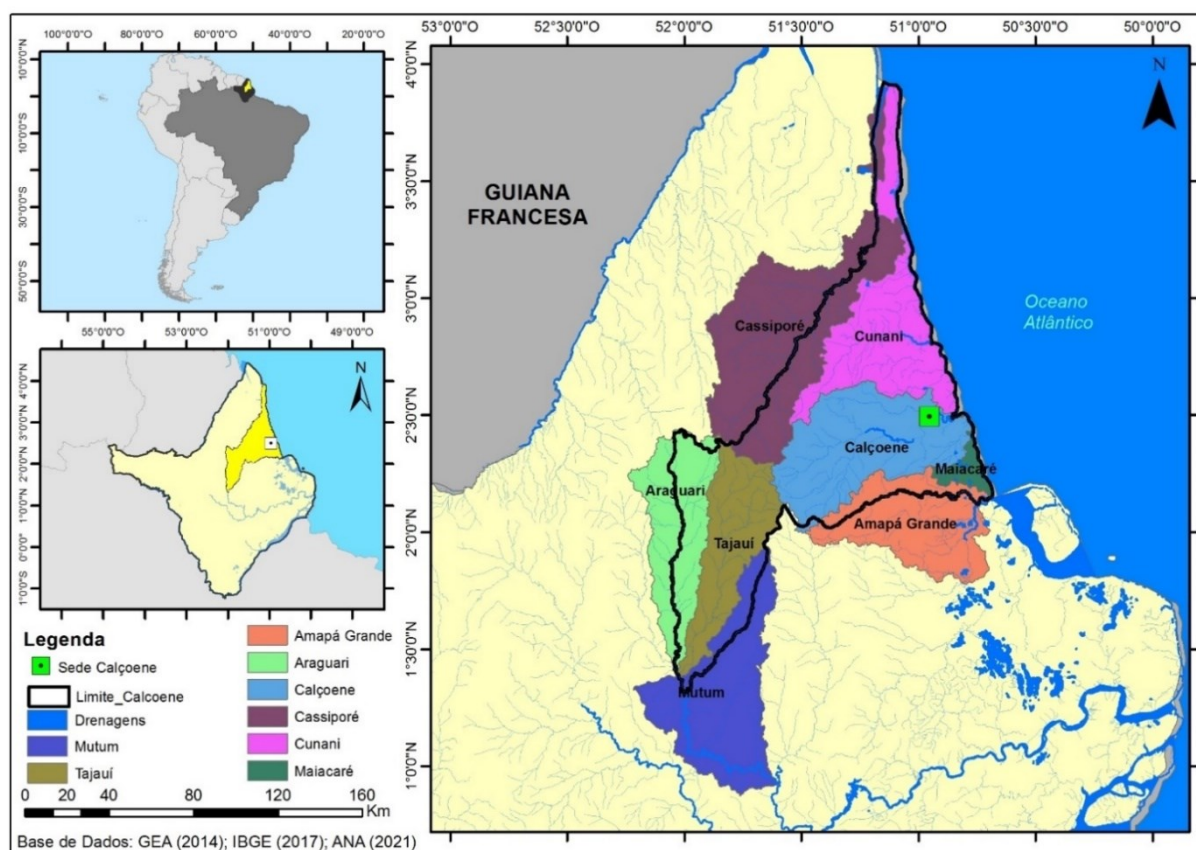


Fonte: IBGE (1980 a 2022)

Calçoene está localizado na região hidrográfica amazônica, cuja extensão abrange, além da maior parte do Brasil, outros oito países e territórios da América do Sul. De acordo com a classificação, nível 4, de Ottobacias da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2021), oito sub-bacias estão presentes no território de Calçoene: Cassiporé, Cunani, Calçoene, Maiacaré, Amapá Grande, Araguari, Tajauí e Mutum (Figura 3). A orla da cidade está localizada às margens do rio Calçoene e dentro da sub-bacia hidrográfica de mesmo nome.

A condição hidrográfica, além do aporte oceânico que caracteriza toda parte litorânea do município, ainda conta com sistemas lagunares que estão muito presentes na faixa inundável do território municipal e com a presença de grandes, médios e pequenos rios, dentre os quais se destacam os rios Cunani e Amapá Grande, que constituem limites naturais do município, e finalmente o rio Calçoene, que após banhar a sede municipal, se interioriza até alcançar os contrafortes serranos do município.

Figura 3. Sub-bacias hidrográficas no município de Calçoene.



Fonte: Autores, 2022

A orla fluvial da cidade de Calçoene está localizada no limite da planície costeira do Amapá, a cerca de 14 quilômetros em linha reta do estuário do rio Calçoene, onde o mesmo

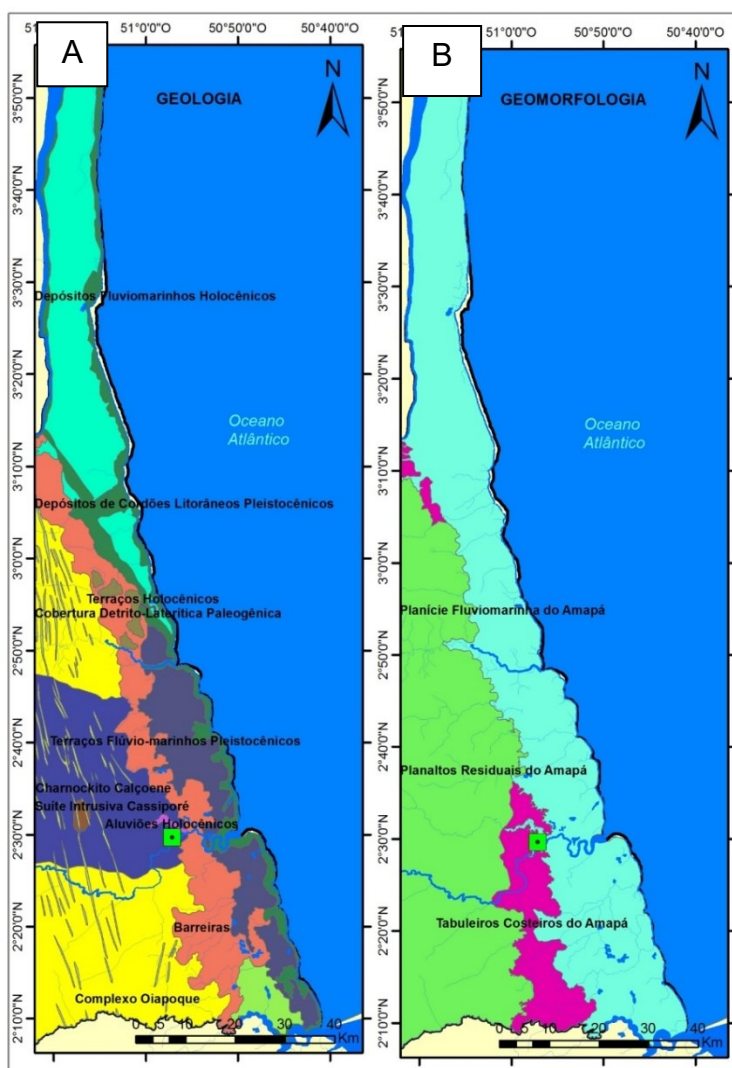
desagua no Oceano Atlântico. É uma costa lamosa com grande influência da pluma de sedimentação do rio Amazonas.

O município de Calçoene possui 239 km de linha de costa que se estende desde os rios Cassiporé ao Amapá Grande. No setor costeiro oceânico desenvolvem-se áreas de acreção lamosa às proximidades dos cabos Cassiporé e Orange, sendo que este último adquiriu uma ligeira curvatura para noroeste. Em outros locais desenvolvem-se praias arenosas de baixo gradiente, provenientes das drenagens que deságuam no oceano Atlântico (Araguari, Flechal, Calçoene e Cunani).

As principais formações geológicas presentes no município são na área costeira/litorânea: depósitos fluviomarinhos holocênicos, depósitos de cordões litorâneos pleistocênicos, terraços fluviomarinhos pleistocênicos e Barreiras (Figura 4A). Próximo à área urbana predominam o Charnockito Calçoene, aluviões holocênicos e barreiras. Na geomorfologia, predominam os Planaltos Residuais do Amapá, Tabuleiros Costeiros e a planície fluviomarinha (Figura 4B).

Segundo o levantamento de Silva (2010), a linha de costa de Calçoene possui predominância de processos erosivos ao norte e ao sul setores progracionais. A erosão é acentuada entre o cabo Norte e o sul do cabo Cassiporé, enquanto próximo à sede municipal predominam os processos progracionais. Porém, devido à grande dinâmica na costa do Amapá, esses processos podem mudar em curto prazo e serem alterados.

Figura 4. A) Geologia e; b) Geomorfologia da Costa de Calçoene



Fonte: Autores, 2022

A erosão da linha de manguezais se dá por ventos, correntes de maré e ondas. Já o assoreamento de mangues e canais de maré dessa região é provocado pela enorme quantidade de sedimentos arenosos. Os ventos predominantes na foz do rio Amazonas são os alísios. Esses ventos alísios atingem velocidade máxima entre dezembro e maio, período que corresponde aos alísios de nordeste que atuam quase perpendicularmente à costa e podem atingir médias de 18m/s em fevereiro. De junho a novembro estes ventos mudam de direção, sopram de sudeste e atingem sua menor intensidade, abaixo de 12m/s (NITTROUER e DEMASTER, 1996 apud TORRES et al. 2018).

A Costa de Calçoene sofre forte regimes de maré. A partir do cabo Norte até o rio Cassiporé, a maré chega com estrutura quase de forma retilínea e orientada, segundo a topografia local (Geyer et al., 1996). O setor está submetido ao regime de mesomarsés. No

estuário do rio Calçoene, o setor costeiro oceânico do Amapá, a variação de maré é de aproximadamente 6m (Torres et al., 2006). Na Figura 5 mostra-se a diferença de imagens de satélite Sentinel 2 em período de maré alta e maré baixa e a planície intermarés que se entende por 3 quilômetros.

Figura 5. Praia do goiabal em período de maré cheia e maré alta



Fonte: Autores, 2022.

### 3. CONTEXTO DA ORLA MUNICIPAL

#### 3.1. EXTENSÃO DA ORLA URBANIZADA OU EM PROCESSO DE URBANIZAÇÃO

A Figura 6 mostra o trecho da Orla de Calçoene a ser objeto deste estudo, compreendendo 3,7 quilômetros, sendo uma parte da orla urbanizada (2,3 km) e outra não urbanizada (1,4 km). Os usos preponderantes na orla são de moradias, comércios e instalação portuária. A geologia predominante na orla é a Planície Fluvio-marinha do Amapá e a classe geomorfológica é o Charnokito Calçoene. A vegetação original predominante é Floresta Ombrófila Densa Aluvial. Os solos são gleissolos háplicos eutróficos.

Os solos gleissolos háplicos eutróficos estão associados a terrenos mais úmidos, a planície de inundação e a mata ciliar. Os Gleissolos são solos minerais, hidromórficos, desenvolvidos de sedimentos recentes não consolidados, de constituição argilosa, argilo-arenosa e arenosa, do período do Holoceno. Compreende solos mal a muito mal drenados e que possuem características resultantes da influência do excesso de umidade permanente ou



temporário. Os Gleissolos apresentam elevado risco de inundações ou alagamentos frequentes (EMBRAPA, 2021), esses solos são ricos em nutrientes (eutrófico) provenientes da dinâmica dos rios.

A orla noroeste de Calçoene é considerada híbrida com trechos urbanizados e não urbanizados, porém em processo de ocupação (Figura 6). Não há áreas protegidas no perímetro urbano, nem nas imediações. Os principais problemas observados na orla estão relacionados à disposição inadequada de resíduos sólidos, falta de pavimentação asfáltica e ordenamento territorial. O município ainda não possui Plano Diretor.

Dentre os impactos ambientais que podem ser considerados na zona costeira do município, está a erosão fluvial que é causada pelas águas dos rios que provoca desgaste nas encostas e removem porções do solo das margens destes, provocando desmoronamento de barrancos, principalmente onde as embarcações atracam (Figura 7). É perceptível que com o passar dos anos, a situação vem se agravando, tanto por estes fatores naturais, quanto por fatores antrópicos. Grandes embarcações atracam na encosta, e com sua força no barranco, faz com que aumente cada vez mais este desmoronamento da encosta.

Figura 6. Orla Urbana de Calçoene



Fonte: Autores, 2022

Figura 7. Erosão fluvial das encostas.



Fontes: Autores, 2021

Na figura 8 é possível observar uma edificação e em destaque uma das áreas em processo de erosão na encosta. É perceptível como a erosão vem reduzindo a distância entre o rio e a avenida principal, sendo que em algumas partes a distância entre a margem do rio e a avenida é de menos de um metro, onde o fluxo de veículos é constante.

Figura 8. Margem do rio próxima da avenida



Foto: Autores (2021)

Verifica-se que a margem do rio onde há embarcações atracadas sem nenhuma estrutura de trapiches, ou muro de arrimo que protejam a encosta e também o avanço do curso do rio, já se aproxima da avenida. Em outros pontos da zona costeira houve tentativas de construir um trapiche, porém sem êxito na proteção da encosta. Apesar de toda tentativa, os problemas ainda perduram e se acumulam cada vez mais por toda extensão da zona costeira.



Inexiste qualquer estrutura construída por parte da gestão municipal e/ou estadual que atenda a população e os pescadores que ali atracam, o que incentivaria ainda mais a prática comercial do pescado para o desenvolvimento da economia local de forma mais segura. Resta então, desenvolver as atividades de embarque e desembarque de pescado e de serviços necessários nessas áreas sem a estrutura necessária. Segundo moradores locais, aquela região da orla já regrediu em torno de 8 a 10 metros, relataram ainda que a cada ano a situação piora.

Calçoene se destaca na atividade pesqueira, contudo, o que podemos observar é que apesar do atrativo econômico gerado pela atividade pesqueira no município, não existem projetos efetivos para potencializar essa atividade para a região, apesar de existirem propostas, elas não saem do papel, assim, não estão sendo executados investimentos, até o momento, para que o município se transforme em um verdadeiro polo pesqueiro, principalmente a falta de uma gestão ambiental para a zona costeira, onde o descaso é perceptível. O município Calçoene atravessou períodos bem melhores em relação à produção pesqueira. Atualmente houve uma redução na produção e embarque de pescado, principalmente pela redução de barcos efetuando o desembarque de pescado, e ainda, redução de algumas empresas, que empregavam muitos funcionários, e hoje estão funcionando basicamente para manter o que já possuem (COSTA, 2018).

Ademais, o litoral de Calçoene sofre com a perda de biodiversidade e redução de estoque pesqueiro devido a não fiscalização e gestão dessa atividade no litoral do Amapá. Muitos barcos de outros estados pescam na costa do município, prejudicando o abastecimento dos pescadores locais, já que esses barcos pescam com equipamentos mais sofisticados e degradantes (como sonares e grandes redes de pesca) (BATISTA et al., 2010; ABDON DA SILVA, 2010). As comunidades litorais sofrem como os da praia do Goiabal sofrem com os processos costeiros como erosões, cujos impactos estão relacionados à perda de infraestrutura.

Na orla, observa-se também o uso turístico, já que em frente ao porto, no período de maré baixa há o aparecimento de corredeiras (Figura 9 e 10). Essas corredeiras apresentam importantes afloramentos rochosos e atrativos de lazer tanto para moradores quanto para os turistas.

Figura 9. Porto, Corredeiras e Rio Calçoene



Fonte: Autores, 2022

Figura 10: Corredeiras em frente à Orla de Calçoene



Fonte: Autores, 2022

A Zona Costeira Oceânica do Amapá possui desde 2014 o “Atlas Setor Costeiro Atlântico do Estado do Amapá”, que fez o diagnóstico socioambiental ao zoneamento ecológico-econômico costeiro. Esse material é um documento do Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro – ZEEC com diversas informações sobre o meio físico (geologia,

geomorfologia, vegetação) e Socioeconomia. A escala do mapeamento é de 1.100.000. Devido a essa escala, não é indicado os usos dessas informações para trabalhos de detalhes.

A Zona Costeira Oceânica do Amapá possui desde 2014 o “Atlas Setor Costeiro Atlântico do Estado do Amapá”, que fez o diagnóstico socioambiental ao zoneamento ecológico-econômico costeiro. Esse material é um documento do Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro – ZEEC com diversas informações sobre o meio físico (geologia, geomorfologia, vegetação) e Socioeconomia. A escala do mapeamento é de 1.100.000. Devido a essa escala, não é indicado os usos dessas informações para trabalhos de detalhes.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Observa-se assim, a riqueza de ambientes naturais e construídos nesse pequeno trecho da orla de Calçoene, que requer instrumentos e gestão. E caso seja de interesse da gestão municipal avançar no TAGP e PGI, novos estudos devem ser desenvolvidos, e para isso há necessidade de interesse e disponibilidade de recursos, assim como parcerias com órgãos estaduais, como o Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado (IEPA), através Programa de Gerenciamento Costeiro, bem como de outras instituições, como universidades e centros de produção do conhecimento.

Quanto ao Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro, o município, assim como todos os demais municípios do estado Amapá, não possui esse documento elaborado. Quanto ao projeto Orla, caso seja de interesse do município solicitar a transferência de competência de sua orla para o ente local, é importante fazer estudos de detalhe do local para subsidiar seu PGI.

Calçoene possui a maioria de seus habitantes, assim como suas principais atividades econômicas, em locais que estão assentados na sua planície costeira e também em locais próximos a orla. Dessa forma, gerar conhecimento para melhor gerir esse local, além de ser uma questão ambiental, também é de importância para a sustentabilidade da economia do município.

#### **REFERÊNCIAS**

ABDON DA SILVA, L; TAVARES-DIAS, M. A Pesca artesanal no Estado do Amapá: estado atual e desafios. 2010.

BATISTA, V.; ISSAC, V. e VIANA, J. "Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia". Em Rufino, M. L. (ed.). A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira ProVárzea. Manaus, Ibama, 2004, pp. 63-152, 268 p.

- BRASIL. Ministério da Economia. 2020. Gestão de Praias. Termo de Adesão à Gestão de Praias (TAGP), Gestão Compartilhada, Plano de Gestão Integrada da Orla - PGI, Projeto Orla. <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/patrimonio-da-uniao/destinacao-de-imoveis/gestao-de-praias>.
- CALÇOENE. 2021. Informações de Calçoene. <https://infosanbas.org.br/municipio/calcoene-ap/#>
- CASTRO, E. Trabalho e Modernidade na Amazônia. Paper do NAEA/UFPA, 1998, p. 1-20.
- COSTA, M. A caracterização da atividade pesqueira no município de Calçoene, Amapá, Brasil / Maria de Nazaré Ferreira Costa; orientadora, Érica Antunes Jimenez, Co-orientadora, Elizandra Matos. - Macapá, 2018. 60 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) de Ciências Ambientais – Universidade Federal do Amapá.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tipos de Solo no Amapá. 2021.
- GEYER, W.; BEARDSLEY, R.; LENTZ, S.; CANDELA, J.; LIMBURNER, R.; WILLIAM E. JOHNS, W.; CASTRO, B. SOARES, I. Physical oceanography of the Amazon shelf. *Continental Shelf Research*, [S.l.], v. 16(5/6), p. 575-616, 1996.
- IEPA, 2016. Atlas de sensibilidade ambiental ao óleo da Bacia Marítima da Foz do Amazonas / Valdenira F. dos Santos, Amilcar C. Mendes, Odete F. M. da Silveira (in memoriam) – coordenadores - 1 ed. – Macapá.
- NITTROUER, C. A. *et al.* Sedimentology and Stratigraphy an the Amazon Continental Shelf. *Oceanography*, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 33-38. Abril 1991.
- NOT/IEPA, 2012. Núcleo de Ordenamento Territorial. Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá. Relatório Parcial das Atividades do Zoneamento Ecológico Econômico Participativo do Estado do Amapá, Na Escala 1: 250.000. Município De Calçoene. Macapá, 2012.
- OLIVEIRA, M.; NICOLODI, J. A Gestão Costeira no Brasil e os dez anos do Projeto Orla. Uma análise sob a ótica do poder público. *Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management* 12(1):89-98 (2012).
- RODRIGUES, T. E.; OLIVEIRA, R. C. Solos de várzeas da Amazônia: uso e potencialidade ». In.: *Amazônia: agricultura sustentável*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. p. 215-221.
- SILVA JUNIOR, O.; SILVA, E.; AMARAL, C.; MELÉM, T.; SILVA, W.; SILVA, P. Atlas GeográficoEscolar do Estado do Amapá. Macapá, 2022.
- SILVA, M. Análise Multitemporal Quantitativa da Linha de Costa Amapaense Aplicando

Dados de Sensores Remotos Óticos e Radar (1972-2000). Trabalho de conclusão de curso. Bacharel em Geografia. Universidade Federal do Amapá, Macapá-AP, 2010.

TORRES, A., EL ROBRINI, M., COSTA, W. AMAPÁ. pp. 19-64. In: Panorama da Erosão Costeira no Brasil. 579 p. 1 ed. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2018.

TORRES, A.M.; EL-ROBRINI, M. Amapá. pp. 11-40. In: Erosão e progradação do litoral brasileiro. Muehe, D (Orgs). Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2006.



# CAPÍTULO XVI

## DINÂMICA E DISTRIBUIÇÃO DO REBANHO BOVINO POR MUNICÍPIO NO ESTADO DE GOIÁS

### DYNAMICS AND DISTRIBUTION OF THE CATTLE HERD BY MUNICIPALITY IN THE STATE OF GOIÁS

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-16

Pedro Rogerio Giongo<sup>1</sup>

Marcio Sebastião de Oliveira<sup>2</sup>

Nivaldo Marcelo da Cruz Rezende<sup>3</sup>

Jose Henrique da Silva Taveira<sup>4</sup>

Ana Paula Galvão Silva<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Docente do Instituto de Ciências Agrárias e Sustentabilidade da UEG – Campus Sudoeste – Sede Quirinópolis, GO.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, mestre no PPG Ambiente e Sociedade da Universidade Estadual de Goiás, Quirinópolis, GO.

<sup>3</sup> Pós-graduando no PPG Ambiente e Sociedade da UEG – Campus Sudoeste – Sede Quirinópolis.

<sup>4</sup> Docente do Instituto de Ciências Agrárias e Sustentabilidade da UEG – Campus Sudoeste – Sede Quirinópolis GO.

<sup>5</sup> Pós-graduanda no PPG Pastagem e Forragicultura da UEG – Campus Oeste – Sede São Luis de Montes Belos, GO.

#### RESUMO

O cerrado destaca-se entre as regiões favoráveis à produção e exportação da carne bovina por meio da produção em sistemas de pastejo. Já na agricultura a exploração dos ecossistemas naturais em função da troca da cobertura vegetal pelas áreas de cultivo tem sido frequente. Nesse processo pode ocorrer de forma rápida uma alteração na cobertura do solo que se for mal planejada pode levar a um processo de degradação. Referente a degradação das áreas agropecuárias destaca-se à perda de produtividade econômica, pecuário ou florestal e uma das formas de monitoramento da cobertura vegetal é o geoprocessamento, com suma importância, sendo um instrumento eficaz por conseguir abranger maior alcance das áreas a serem monitoradas, pela quantidade, qualidade e precisão das imagens aéreas. O objetivo dessa pesquisa é avaliar a dinâmica do rebanho bovino dos municípios do Estado de Goiás, nos anos de 2013 e 2023. Os dados do rebanho bovino foram adquiridos da base do Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Após obtenção dos dados tabulares, os mesmos foram inseridos no Sistema de Informação Geográfica – SIG, por meio do software Qgis 3.34, para produção dos mapas temáticos e cálculos da dinâmica no período. Foi observado que o rebanho total em 2013 era de 21,5 milhões de animais e que 2023

aumentou para mais de 23,7 milhões de animais, nesse período 74 municípios apresentaram redução no rebanho, enquanto, outros 171 tiveram aumento no número de cabeças de bovinos. Municípios no vale do Araguaia detém os maiores rebanhos individuais.

**Palavras-chave:** Pastagens. Cerrado. SIG. Produção de carne.

#### ABSTRACT

The Cerrado stands out among the regions favorable to the production and export of beef through production in grazing systems. In agriculture, the exploitation of natural ecosystems due to the exchange of vegetation cover for cultivated areas has been frequent. In this process, a change in soil cover can occur quickly and, if poorly planned, can lead to a process of degradation. Regarding the degradation of agricultural areas, the loss of economic, livestock or forestry productivity stands out. One of the ways of monitoring vegetation cover is geoprocessing, which is extremely important and is an effective instrument because it can cover a greater range of areas to be monitored, due to the quantity, quality and precision of aerial images. The objective of this research is to evaluate the dynamics of the cattle herd in the municipalities of the State of Goiás, in

the years 2013 and 2023. The cattle herd data were acquired from the database of the Municipal Livestock Survey – PPM of the Brazilian Institute of Geography and Statistics – IBGE. After obtaining the tabular data, they were inserted into the Geographic Information System - GIS, using the Qgis 3.34 software, to produce thematic maps and calculate the dynamics in the period. It was observed that the total herd in 2013 was 21.5

million animals and that in 2023 it increased to more than 23.7 million animals. In this period, 74 municipalities showed a reduction in the herd, while another 171 had an increase in the number of cattle. Municipalities in the Araguaia Valley hold the largest individual herds.

**Keywords:** Pastures. Cerrado. SIG. Meat Production.

## 1. INTRODUÇÃO

O rebanho bovino tem crescido anualmente no território nacional, ainda que as regiões brasileiras com maior número de animais em sistemas de produção a pasto, concentram-se nas regiões centro oeste e na região norte. É importante ainda destacar que o rebanho bovino na maior parte dos municípios produtores está associada a sua área destinada a cultura de pastagens, portanto, as alterações no uso e cobertura do solo, pela mudança das pastagens para áreas de cultivos como a cana e a soja, impactam diretamente na dinâmica populacional do rebanho bovino para esses municípios.

Através das ferramentas de sensoriamento remoto, observa-se destaques cada vez mais eficazes no processo de mapeamento e na identificação de áreas de pastagem, com o nível de qualidade da vegetação de cada região. O Brasil aumentou consideravelmente suas áreas de pastagens, concentrando-se nas regiões da Amazônia e no Cerrado (Giongo et al., 2022). Alguns fatores relacionados ao manejo das pastagens ou das condições de cultivo das mesmas, também podem afetar a taxa de lotação, ou seja, não apenas o tamanho da área, mas também as características produtivas dessas pastagens podem definir o rebanho bovino em muitas áreas. Sendo assim, alguns trabalhos apontam trabalhos que estudam a condição das pastagens quanto ao seu nível de degradação (Giongo et al. 2022, Freitas et al. 2023), ou ainda os efeitos de queimadas (Melo et al. 2023) e do manejo para a nutrição dos bovinos nessas pastagens, (Teodoro et al. 2023).

A pecuária entre meados da década de 1970 teve um grande avanço e ganhou destaque no setor agropecuário na mudança da vegetação nativa em pastagem, devido ao baixo valor das terras, facilitadores em financiamentos e inserção das forragens de boa adaptação ao clima e com a baixa fertilidade dos solos do cerrado. Tais avanços ganharam destaque sem preocupações com a relação ao meio ambiente (Sousa & Giongo, 2022).

Segundo Silva et al., (2022) os solos possuem um nível de degradação que reflete no aumento do total de áreas degradadas no processo de desertificação, que além dos efeitos



das mudanças climáticas também aumenta os eventos de secas intensas. Ressaltando que a degradação é um dos efeitos do crescimento populacional com relação ao uso da terra.

A degradação das pastagens, envolve diversas alterações físicas, químicas e biológicas no solo. Ocasionalmente redução na capacidade produtiva, erosões, desertificação, salinização, acidificação e movimentos de massa e contaminação dos solos. Assim os estudos da dinâmica de uso e ocupação do solo são primordiais no monitoramento, controle e planejamento do uso da terra; pois possibilitam diagnosticar as causas e propõem compensar as degradações ambientais causadas (Barão et al., 2021).

Com base no exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a dinâmica do rebanho bovino por municípios do Estado de Goiás, nos anos de 2013 e 2023.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo compreende os municípios do Estado de Goiás, e o tempo analisado de dados para a dinâmica do rebanho bovino, foi referente aos anos de 2013 e 2023.

Os arquivos para delimitação dos municípios foram obtidos por meio do banco de dados geográficos do Sistema de Informações Geográficas Ambientais do Estado de Goiás - SIGA (2024).

Para os dados do número de cabeças de bovinos ou rebanho bovino, foi utilizada a base de dados das tabelas de produção Pecuária municipal (PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal), IBGE (2024).

Após o download dos dados tabulares eles foram inseridos para base de SIG – Sistema de Informação Geográfica no software Qgis v3.34, e espacializados por meio das referências municipais aos anos de 2013 e 2023. Ainda no Qgis, foram calculados para cada município a taxa de alteração do rebanho referente ao período estudado e classificados quanto o percentual de aumento e/ou diminuição do rebanho. Os dados foram dispostos na forma de mapas temáticos, bem como em planilhas para análise quantitativa e qualitativa.

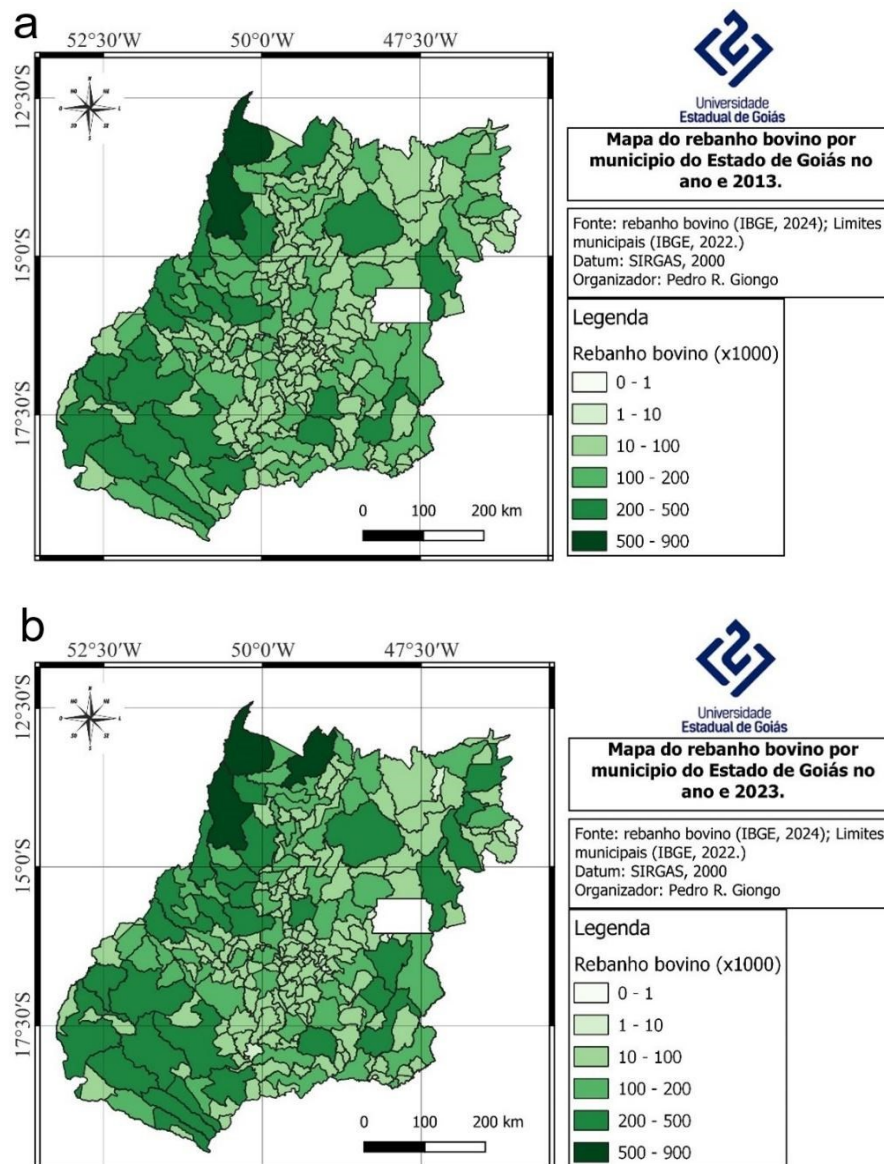
## **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

No ano de 2013 os municípios de São Miguel do Araguaia e Nova Crixás, detinham os maiores rebanhos com aproximadamente 700 mil cabeças cada um, enquanto no ano de 2023 os municípios com os maiores rebanho individuais foram São Miguel do Araguaia, Nova Crixás e Porangatu, de acordo com a Figura 1. O rebanho bovino total no Estado de Goiás em 2013

era de 21,5 milhões de animais e em 2023 aumentou para mais de 23,7 milhões de animais, destacando uma taxa de crescimento de mais de 10,2%.

Observa ainda por meio da Figura 1, que a região central tem menor número de animais, em consonância também com as áreas agricultáveis que se concentram nessa região, principalmente as áreas de cana de açúcar e de soja. A diminuição das áreas de pastagem na região central, mais especificamente nos municípios da microrregião de Goiânia, foi também estudada por Freitas et al, (2022), que além de identificarem a diminuição das áreas, também apontam que pelo aproximadamente 70% das áreas encontram-se em algum grau de degradação.

Figura 1. Rebanho bovino por municípios do Estado de Goiás, para os anos de 2013 (a) e 2023 (b).



Fonte: IBGE (2024) – Elaboração, Pedro R. Giongo.

Outros autores já descreveram sobre os efeitos da perda de área de pastagem e consequentemente a diminuição do rebanho bovino em regiões, frente ao aumento da soja, como citam que as perdas de áreas de pastagem estão associadas a introdução das culturas de soja e cana, assim como ocorreu com o avanço da cana-de-açúcar e da soja no estado do Mato Grosso do Sul tendo sido bastante significativo (Defante et al., 2021), porém não favoreceu para o aumento de pastagens em outras regiões do Brasil.

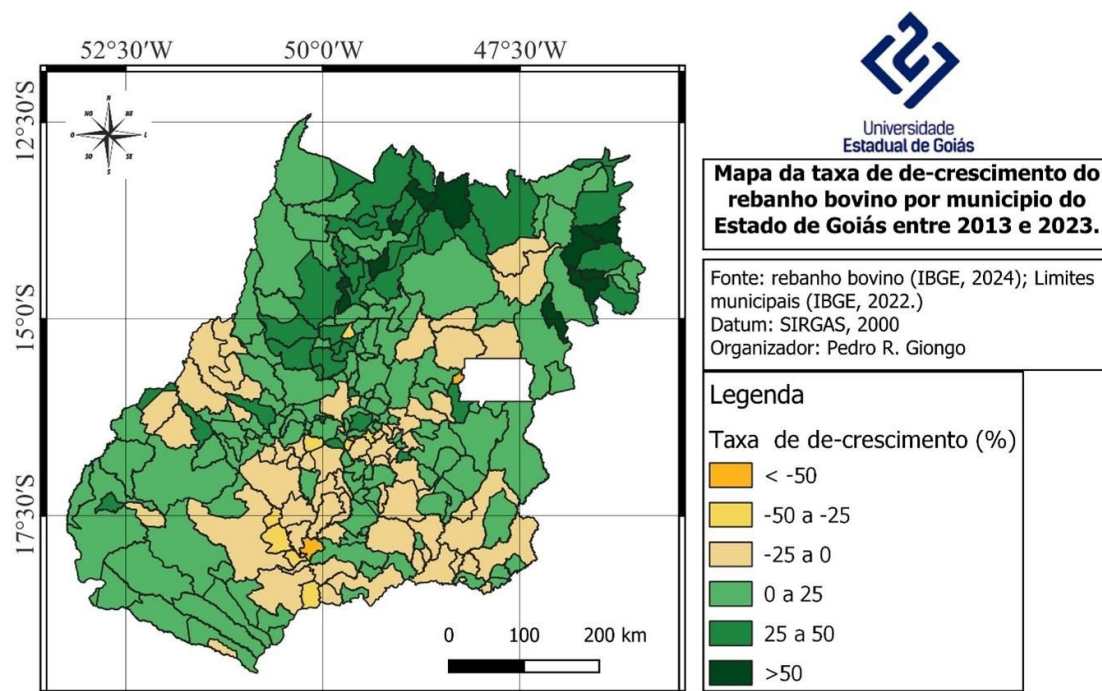
Segundo estudos de Trentin et al. (2021), na microrregião do Médio Araguaia as alterações ocorridas entre 1998 e 2018 nas áreas de pastagem foram visivelmente significativas, que também apresentou redução de aproximadamente 9% em áreas com pastagem na microrregião.

A partir da Figura 2, é possível identificar que o período de 2013 a 2023 tem consequências da alteração do rebanho nos municípios da região central do Estado de Goiás, com o aumento das áreas com culturas agrícolas, e esse impacto altera a dinâmica tanto econômica, quanto ambiental nesses municípios.

Foi observado que em 2013 o menor rebanho era de 411 animais e em 2023 foi de 97, enquanto o maior rebanho para os mesmos anos foram de 700 mil e 801,9 mil, respectivamente.

Entre os anos de 2013 a 2023 74 municípios apresentaram redução no rebanho, sendo que desses 64 municípios tiveram reduções de 0 a 25%, ou seja, uma redução menor. Já no mesmo período outros 171 municípios tiveram aumento de rebanho sendo 123 com taxa de 0 a 25%, e outros 38 municípios tiveram aumento de 26 a 50% e ainda outros 10 municípios registraram aumento em mais de 50%.

Figura 2. Taxa de alteração relativa (%), para o rebanho bovino por municípios do Estado de Goiás, para os anos de 2013 e 2023.



Fonte: IBGE (2024) – Elaboração, Pedro R. Giongo.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O rebanho bovino apresentou um aumento em mais de 10,2% de crescimento entre os anos de 2013 a 2023, com rebanho total de 21,5 milhões de animais e 23,7 milhões de animais, respectivamente.

No período de 2013 a 2023, 74 municípios apresentaram redução no rebanho, enquanto outros 171 tiveram aumento no número de cabeças de bovinos.

Os municípios com maiores rebanhos bovinos individuais no Estado de Goiás são: São Miguel do Araguaia, Nova Crixás e Porangatu.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Estadual de Goiás, pelo auxílio financeiro de apoio a pesquisa por meio da CONVOCATÓRIA Nº 20/2023 EM SEGURANÇA HÍDRICA DA UEG.

## REFERÊNCIAS

Barão W. N., Melloni E. G. P., Pons N. A. D., Teixeira D. L. S. Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao estudo do conflito de uso do solo em microbacias do município de Senador Amaral – MG. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.14, n.01, 2021.

- Defante, L. R., Vilpoux, O. F., & Sauer, L. Rapid expansion of sugarcane crop for biofuels and influence on food production in the first producing region of Brazil. **Food Policy**, v.79, p.121-131. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.06.005>. 2018.
- Freitas, L. M. B., Giongo, P. R., Gomes, A. R. M. G., Santos, A. J. M., da Costa, A. R., Taveira, J. H. da S., de Sousa, L. F. A., & Giongo, A. M. M. Dynamics and degradation of pastures in the microregion of Goiânia through vegetation indices and satellite data. **Cuadernos de Educación Y Desarrollo**, v.15, n12, p.17056–17076. DOI: <https://doi.org/10.55905/cuadv15n12-104>. 2023.
- Giongo P. R., Morais K. C. De B., Da Silva M. V., Santos A. J. M., Backes C., Ribon A. A., Pandorf H. Chemical and granulometric characterization of soil and its influence on the bromatologic composition of pastures in savannah region, Central Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v.114. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103703>. 2022.
- IBGE, **PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal, Tabela 3939** - Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>, acesso dia 06 de outubro de 2024.
- Melo, S. P., Giongo, P. R., Gomes, A. R. M. G., Lara, G. S. S., Giongo, A. M. M., da Costa, A. R., Taveira, J. H. da S., & Vinhal, C. P. Remote sensing in the detection of hotspot occurrences in the southern region of Goiás. **Cuadernos De Educación Y Desarrollo**, v.15, n12, p.17077–17094. <https://doi.org/10.55905/cuadv15n12-105>. 2023.
- SIGA – **Sistema de Informações Geográficas e Geoprocessamento do Estado do Goiás**. Disponível em: <https://siga.meioambiente.go.gov.br/#/> acesso dia 06 de outubro de 2024.
- Silva M. V. Da; Pandorfi H.; Júnior J. F. De O.; Silva J. L. B. Da; Almeida L. P. De G.; Montenegro A. A. De A., Mesquita M., Ferreira M. B., Santana T. C.; Marinho G. T. B.; Costa A. R. Da; Giongo P. R. Remote sensing techniques via Google Earth Engine for land degradation assessment in the Brazilian semiarid region, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v.120, 2022.
- Sousa L. F. A. & Giongo P. R. Revisão de literatura: Uso do geoprocessamento na avaliação da degradação de pastagens. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais**, v.11, n.1, p.1-15, 2022.
- Teodoro, A. G., Rodrigues, L. M., Rocha, J. H. T., Santos, A. J. M., Backes, C., Lopes, L. C. A., ... Fernandes, P. B. Effects of tree species and planting density on the total yield of an agroforestry system in the Brazilian Cerrado. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, p.1–14. DOI: <https://doi.org/10.1080/00288233.2023.2274409>. 2023.
- Trentin, C. B.; Trentin, A. B.; Junior, E. R. M. Mapeamento De Áreas De Pastagem No Bioma Cerrado A Partir De Dados De Satélite. **Humanidades & Inovação**, v. 8, n. 46, p. 23-34, 2021.

# CAPÍTULO XVII

## DISCUSSÕES ACERCA DO MOSAICO ECOTURISMO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

### DISCUSSIONS ABOUT THE ECOTOURISM MOSAIC AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-17

Thalita Natasha Ferreira Damasceno <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pós-doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal de Sergipe. Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal do Ceará. Graduada em Psicologia (UFC) e Gestão de Turismo (IFCE).

#### RESUMO

O fenômeno turístico é uma combinação complexa de inter-relacionamentos entre produção e serviços, em cuja composição integram-se uma prática social com base cultural, com herança histórica, a um meio ambiente diverso, cartografia natural, relações sociais de hospitalidade, troca de informações interculturais. Ademais, o ecoturismo é uma ferramenta de conscientização, educando os turistas sobre as necessidades e direitos das comunidades visitadas, transformando a atividade turística em uma plataforma de mobilização social. Nesse contexto, o objetivo dessa discussão é refletir sobre os impactos do fenômeno turístico, especialmente o ecoturismo, em aspectos como meio ambiente, cultura e educação, com o enfoque do desenvolvimento sustentável, por meio de uma pesquisa bibliográfica. Ademais, destaca-se o potencial do ecoturismo em promover a sustentabilidade, a educação para o Turismo e o respeito aos direitos humanos pois pode minimizar os impactos ecológicos, desde que as comunidades sejam integradas ao planejamento e à execução das atividades no contexto turístico. Nessa dinamicidade que o Turismo se insere, fica a reflexão do desenvolvimento de uma abordagem teórica que tenha como sujeito central não mais o turista, como é trazido por abordagens anteriores, mas sim a comunidade receptora. Seria, possivelmente, um novo paradigma da pesquisa em Turismo.

**Palavras-chave:** Turismo. Desenvolvimento Sustentável. Meio Ambiente.

#### ABSTRACT

The tourism phenomenon is a complex combination of interrelationships between production and services, which integrate a social practice with a cultural basis, with historical heritage, a diverse environment, natural cartography, social relations of hospitality, and exchange of intercultural information. Furthermore, ecotourism is a tool for raising awareness, educating tourists about the needs and rights of the communities visited, transforming the tourism activity into a platform for social mobilization. In this context, the objective of this discussion is to reflect on the impacts of the tourism phenomenon, especially ecotourism, on aspects such as the environment, culture, and education, with a focus on sustainable development, through bibliographical research. Furthermore, the potential of ecotourism to promote sustainability, education for tourism, and respect for human rights is highlighted, as it can minimize ecological impacts, provided that communities are integrated into the planning and execution of activities in the tourism context. In this dynamic context in which Tourism is inserted, there is the need to reflect on the development of a theoretical approach that no longer has the tourist as its central subject, as is the case with previous approaches, but rather the host community. This would possibly be a new paradigm for research in Tourism.

**Keywords:** Tourism. Environment. Sustainable development.



## 1. INTRODUÇÃO

Podemos considerar que as viagens acontecem pelo mundo desde o princípio da humanidade. A partir da Revolução Industrial, surge o Turismo como forma de viagem organizada. Nascido com uma proposta comercial e capitalista, esse modelo é chamado, por alguns autores, como indústria do Turismo. Para além desses aspectos comerciais, emerge como campo de estudo em diversas áreas, tornou-se um campo com abordagens interdisciplinares e multidisciplinares, contribuindo para a produção do conhecimento do Turismo, e passou a ser entendido, também, como um fenômeno social (JAFARI, 2005).

O Turismo, como fenômeno ligado ao lazer, pressupõe uma ruptura espaço-temporal em relação ao mundo do trabalho, apresentando-se como uma forma cultural alternativa diferencial e complementar. Os indivíduos têm a oportunidade de entrar em contato peculiares paisagens, territórios, lugares, meio-ambientes e valores culturais.

Dentre os peculiares tipos de Turismo, conforme Dias (2003), cita-se o ecoturismo, com seus diversos conceitos, quais sejam: educação, interpretação ambiental, organização para pequenos grupos, proteção de zonas naturais, alternativa de oportunidade de emprego e renda para as comunidades locais e instrumento de conscientização sobre a conservação dos ativos naturais e culturais por parte de habitantes e turistas e meio para a melhoria da qualidade de vida.

O desenvolvimento sustentável é a atividade que busca a harmonia entre o imperativo do crescimento econômico, a promoção de equidade social e a preservação do patrimônio natural, almejando que as necessidades das atuais gerações sejam atendidas, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras (BRASIL, 2010).

Assevera Beni (2000) que a atividade turística deve ser considerada como um processo complexo e completo, ou seja, vai desde a divulgação coerente da imagem do local percebida pelo turista, atenção com sua permanência e satisfação, até a volta à origem, de modo que a localidade turística permaneça conservada, no longo prazo, para a continuidade do atendimento qualificado, garantia de boas condições de vida para a população local e preservação do meio ambiente. Outrossim, as singulares definições de Turismo devem considerar os contextos histórico, temporal e espacial, já que a atividade envolve cultura, arte, qualidade de vida e lazer, considerando não só dos turistas e da população local e sim dos profissionais que atuam nesse contexto.



Como afirma Rejowski (2002), a amplitude da atividade turística relaciona vários tipos de Turismo, demonstrados em dois segmentos: de massa e alternativo. O Turismo de massa transfere poucas qualidades de compensação para a região receptiva, população ou base de recursos naturais. Já o Turismo alternativo ramifica-se em formas que trazem coerência com os valores natural, social e comunitário, o que permite a hospedeiros e hóspedes o desfrute de uma interação positiva e conveniente assim como compartilhamento de experiências.

Essas ideias foram desenvolvidas em virtude do crescente debate sobre o desenvolvimento sustentável a partir dos anos de 1980, buscando-se uma alternativa social e ecológica para o Turismo de massa – ou de consumo massivo, no sentido de garantir que as políticas públicas não se concentrem somente nas necessidades econômicas, mas enfatizem da mesma forma o interesse por um ambiente não degradado e que proporcionem também a satisfação da comunidade receptora (FENNELL, 2002).

Com relação ao ecoturismo, um tipo alternativo, afirma Rodrigues (2003, p. 31):

[...] uma atividade econômica de baixo impacto ambiental, que se orienta para áreas de significativo valor natural e cultural, e que através das atividades recreacionais e educativas contribui para a conservação da biodiversidade e da sociodiversidade, resultando, por conseguinte, em ganhos para as comunidades receptoras.

Isto posto, para uma determinada localidade vir a ser uma atração turística deve possuir a matéria-prima e uma estrutura receptiva, em virtude de que a comercialização de um produto necessita de, por exemplo, hotéis, transportes, alimentação, saneamento, água, energia, guias, dentre outros. É que os recursos turísticos, para obter resultados aceitáveis, devem estar associados a uma infra-estrutura urbana e de acesso e a equipamentos e serviços de apoio.

Uma atividade complexa como a do Turismo, que envolve relacionamentos entre produção e serviços, em cuja composição integra-se uma prática social com base cultural, com herança histórica, a um meio ambiente diverso, cartografia natural, relações sociais de hospitalidade, troca de informações interculturais. O somatório desta dinâmica sociocultural gera um fenômeno, recheado de objetividade/subjetividade, consumido por milhões de pessoas, como síntese: o produto turístico (MOESCH, 2000, p. 9).

Nesse contexto, o objetivo dessa discussão é refletir sobre os impactos do fenômeno turístico, especialmente o ecoturismo, em aspectos como meio ambiente, cultura e educação, com o enfoque do desenvolvimento sustentável, por meio de uma pesquisa bibliográfica.

## 2. ECOTURISMO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Segundo Wahab (1991, p.23), a primeira definição de Turismo foi possivelmente encontrada pelo economista austríaco Herman Von Schullard, em 1910. Ele definiu o Turismo como sendo “ a soma das operações, principalmente de natureza econômica, que estão diretamente relacionadas com a entrada, permanência e deslocamento de estrangeiros para dentro e para fora de um país, cidade ou região.”.

Ruschmann (2001) explica que Turismo gera influência em vários setores do planeta, como econômicas, políticas, culturais, sociais e ambientais. O Turismo, de acordo com Dias (2002), por ser um deslocamento de pessoas e, posteriormente, a volta ao seu lar de origem, compreende dois fatores: tempo e espaço.

O fenômeno turístico, conforme explicita Moesch (2002) é uma combinação complexa de inter-relacionamentos entre produção e serviços, em cuja composição integram-se uma prática social com base cultural, com herança histórica, a um meio ambiente diverso, cartografia natural, relações sociais de hospitalidade, troca de informações interculturais. O somatório desta dinâmica sociocultural gera um fenômeno, recheado de objetividade/subjetividade, consumido por milhões de pessoas, como síntese: o produto turístico.

Dessa forma, para fins de análise deste estudo entendemos Turismo, a partir de Moesch (2002) como, os seres humanos são sujeitos nômades. O real do Turismo é uma amálgama na qual tempo, espaço, diversão, economia, tecnologia, imaginário, comunicação, diversão e ideologia são partes de um fenômeno pós-moderno, em que o protagonista é o sujeito, seja como produtor ou consumidor da prática social turística. Não é o intento a negação da contingência material do Turismo em sua expressão econômica, mas ela ocorre historicamente, em espaços e tempos diferenciados, cultural e tecnologicamente construídos, a serem irrigados com o desejo de um sujeito biológico: sujeito objetivado, essencial para a compreensão do fenômeno como prática social, e subjetivado em ideologias, imaginários e necessidade de diversão, na busca do elo perdido entre prosa e poesia.

Fazendo uma reflexão acerca do termo “sustentabilidade”, este não deve fazer somente a alusão à “natureza exterior”. Ademais, em virtude de o entendimento dos discursos de “sustentabilidade” terem atingido o centro da política ambiental internacional, é importante vislumbrar também a agenda política e intelectual que eles propõem. Conforme

o autor, desde que o termo “desenvolvimento sustentável” foi popularizado pela Comissão Brundtland, em 1987, o ambiente natural tem estado intimamente ligado à satisfação das “necessidades” humanas. A “sustentabilidade” tem, até hoje, sido uma propriedade de diversos discursos que têm se enfrentado na arena dos interesses internacionais (REDCLIFT, 2002).

Outrossim, com as mudanças na materialidade e na consciência, começamos a entrar num mundo no qual a “sustentabilidade” significa novas realidades materiais, bem como novas posições epistemológicas. Dessa forma, o desafio das ciências sociais é entender as formas que as mudanças materiais requerem que refaçamos a ideia de sustentabilidade (REDCLIFT, 2002).

Para discutir a sustentabilidade, é necessário um olhar holístico apoiado na multidisciplinaridade e capaz de começar por incluir a relação do ser humano consigo mesmo, com o outro e com seu meio. As conceituações, abordagens e ferramentas disponíveis necessitam do tratamento sistemático da regulação do ser humano, em sua interação com o meio-ambiente.

Ademais, o modelo de desenvolvimento sustentável para o Turismo considera a autenticidade cultural, a inclusão social, a conservação do meio ambiente, a qualidade dos serviços e a capacidade de gestão local como condições fundamentais para a viabilidade da atividade turística a longo prazo (BRASIL, 2007).

Nesse sentido, independente da função e do tipo de Turismo, é necessário que essa atividade seja sustentável. Para a Organização Mundial do Turismo (OMT, 1994), o desenvolvimento sustentável do Turismo é um processo contínuo que precisa de monitoramento dos impactos que a atividade pode causar, de modo que, com ações de manejo, seja possível minimizar os impactos negativos e maximizar os benefícios potenciais, introduzindo medidas preventivas ou de correção de rumos. Esse processo, então, por sua complexidade, requer a participação e o comprometimento de todos os atores envolvidos com o Turismo. Portanto, os produtos turísticos sustentáveis são desenvolvidos em harmonia com o meio ambiente e culturas locais, de forma que estes se convertam em permanentes beneficiários, e não meros espectadores de todo o processo.

Nessa perspectiva, reconhece-se que a atividade ecoturística exige a participação efetiva da comunidade local, responsabilidade social, cultural e ecológica, interação com o turista, preocupação e comprometimento com a preservação do meio ambiente, no sentido

de minimizar os impactos negativos e maximizar os positivos, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

O Turismo sustentável, através de abordagens como o ecoturismo e o Turismo comunitário, é uma das formas de reconciliar o desenvolvimento econômico com o respeito aos direitos humanos, como observado por Weaver (2006). No entanto, práticas como a mercantilização da cultura e o deslocamento de comunidades mostram que o Turismo ainda enfrenta desafios significativos para ser uma força verdadeiramente inclusiva e respeitosa.

Dessa forma, o Turismo envolve um conjunto de ações organizadas para produzir um resultado positivo. Surge, assim, a necessidade de se criar e elaborar projetos específicos para a região turística, os municípios que a integram e outras áreas, com formas e características diferentes, mas comprometidos com os mesmos objetivos. Com o trabalho participativo tem-se a possibilidade do processo de planejamento e minimizar interferências negativas, geradas a partir de desigualdades e diferenças étnicas, sociais, culturais, históricas, ambientais e econômicas.

Vale ressaltar que a educação no Turismo também se manifesta na promoção da sustentabilidade e da preservação ambiental pois o fenômeno turístico, quando guiado por valores educacionais, pode ser uma ferramenta para sensibilizar os visitantes sobre as consequências ambientais de suas ações, incentivando práticas sustentáveis. Além disso, o Turismo sustentável depende da conscientização dos turistas sobre o impacto de suas escolhas, como o uso de recursos naturais e a preservação dos ecossistemas locais (KRIPPENDORF, 2000). Esse tipo de Turismo educativo, frequentemente vinculado ao ecoturismo, visa proporcionar experiências que, além de serem enriquecedoras, promovam a responsabilidade ambiental.

Weaver (2006) ainda cita a importância de incluir práticas educativas nas atividades turísticas para que o Turismo se torne uma atividade mais sustentável. Weaver sugere que, ao inserir princípios de educação ambiental e sustentabilidade, os destinos turísticos podem se beneficiar ao longo prazo, pois a conscientização dos turistas reduz os danos ambientais e reforça a preservação dos locais visitados. Esse modelo também ajuda a construir uma relação mais equilibrada entre o Turismo e o meio ambiente, onde os visitantes são incentivados a atuar como disseminadores da preservação ecológica.

Resta cristalizar a percepção da importância do Turismo sustentável e do ecoturismo como alternativas ao modelo de Turismo de consumo massivo, ou como é mais conhecido,

Turismo de massa. No ecoturismo, a sustentabilidade é uma prioridade, buscando-se minimizar o impacto ambiental das atividades turísticas, o que também beneficia as comunidades locais. Weaver (2006) assevera que o ecoturismo promove o respeito pela natureza e pelas culturas locais, além de contribuir para a conscientização sobre a importância da preservação dos ecossistemas.

## 2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ecoturismo é uma ferramenta de conscientização, educando os turistas sobre as necessidades e direitos das comunidades visitadas, transformando a atividade turística em uma plataforma de mobilização social.

Enfatiza-se a importância de estudos teóricos interdisciplinares que dêem sustentação a nova realidade contemporânea do Turismo enquanto fenômeno social, complexo e diversificado. A prática turística e, em especial o planejamento deve associar Turismo a outras áreas de conhecimento, de modo que a sustentação na ciência possibilite aos estudos e planejamento do Turismo, considerar as alterações provocadas no espaço e na sociedade, através do próprio Turismo que cria e recria essas configurações complexas.

Além de uma perspectiva interdisciplinar e de uma discussão pertinente acerca do fenômeno turístico como disciplina, busca-se avançar nos estudos epistemológicos, de forma a revisitar estudos históricos e evoluir com novas abordagens, em um processo constante de desconstrução e construção. Nessa dinamicidade que o Turismo se insere, fica a reflexão do desenvolvimento de uma abordagem teórica que tenha como sujeito central não mais o turista, como é trazido por outras abordagens, mas sim a comunidade receptora. Seria, possivelmente, um novo paradigma da pesquisa em Turismo.

Partindo dessa possibilidade, seria possível potencialmente uma valorização da comunidade receptora, um olhar mais qualificado para a necessidade de capacitação e de um trabalho mais “humanizado” e menos precarizado e desvalorizado, como é a realidade dos trabalhadores do Turismo. Além disso, poderia possibilitar um maior sentimento de pertencimento da comunidade receptora e um maior cuidado, tanto pelos anfitriões quanto pelos turistas, do destino turístico. Pode ser um pensamento utópico, mas é somente com utopias que a humanidade conseguiu pequenos avanços na realidade.

Ademais, destaca-se o potencial do ecoturismo em promover a sustentabilidade, a educação para o Turismo e o respeito aos direitos humanos pois pode minimizar os impactos

ecológicos, desde que as comunidades sejam integradas ao planejamento e à execução das atividades. O ecoturismo bem implementado é uma estratégia fértil para a educação ambiental, além de contribuir para a preservação das culturas locais e para a criação de oportunidades econômicas, sem explorar ou marginalizar as comunidades.

## REFERÊNCIAS

- BENI, Mario. **Análise estrutural do Turismo**. São Paulo : SENAC, 2000.
- BRASIL, Ministério do Turismo. **Plano Nacional do Turismo: Diretrizes, Metas e Programas**. Brasília, 2010.
- CASTRO, I. E. Paisagem e Turismo. De estética, nostalgia e política. IN: YÁZIGI, E. Abdo (org). Turismo e paisagem. São Paulo: Contexto, 2002, p.p.121-140.
- DIAS, Reinaldo. **Planejamento do Turismo: política e desenvolvimento do Turismo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2003.
- FENNELL, David A. **Ecoturismo: Uma introdução**. São Paulo: Contexto, 2002.
- KRIPPENDORF, J. Sociologia do Turismo: para uma nova compreensão do lazer e das viagens. São Paulo, Aleph. 2000.
- MOESCH, Marutschka. A produção do saber turístico. 2ed. São Paulo: Contexto, 2002.
- MOREIRA, M. M. S. **Qualidade de vida e envelhecimento**. 2000. Disponível em: <http://portalt.eses.i.ctct.fiocruz.br/pdf/FIOCRUZ/2000/moreiramsm/capa.pdf>. Acesso em agosto de 2014.
- REDCLIFT, M. R. Pós-sustentabilidade e os novos discursos de sustentabilidade, Raízes,Campina Grande, v.21, n.1, pp.124-136, 2002.
- REJOWSKI, Mirian e SOLHA, Karina Toledo. Turismo em um cenário de mudanças. In:REJOWSKI, Mirian (org). Turismo no percurso do tempo. São Paulo: Aleph, 2002.
- RODRIGUES, Adyr. **Ecoturismo: limites do eco e da ética**. São Paulo: Contexto, 2003.
- RUSCHMANN, D. **Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente**. Campinas: Papirus, 1997.
- WEAVER, D. Sustainable Tourism: Theory and Practice. London: Butterworth-Heinemann. 2006.
- WAINBERG, Jacques A. (2002); **Turismo: Investigação e Crítica**, en: GASTAL, Susana; BENI, Mario C.; CASTROGIOVANI, Antonio Carlos. São Paulo, Contexto.

- BENI, Mario. **Análise estrutural do Turismo**. São Paulo : SENAC, 2000.
- BRASIL, Ministério do Turismo. **Plano Nacional do Turismo: Diretrizes, Metas e Programas**. Brasília, 2010.
- CASTRO, I. E. **Paisagem e Turismo**. De estética, nostalgia e política. IN: YÁZIGI, E. Abdo (org). Turismo e paisagem. São Paulo: Contexto, 2002, p.p.121-140.
- DIAS, Reinaldo. **Planejamento do Turismo: política e desenvolvimento do Turismo no Brasil**. São Paulo: Atlas, 2003.
- FENNELL, David A. **Ecoturismo: Uma introdução**. São Paulo: Contexto, 2002.
- JAFARI, J. **El turismo como disciplina científica**. Política y Sociedad, 42 (1) 39-56. 2005.
- KRIPPENDORF, J. Sociologia do Turismo: para uma nova compreensão do lazer e das viagens. São Paulo, Aleph. 2000.
- MOESCH, Marutschka. A produção do saber turístico. 2ed. São Paulo: Contexto, 2002.
- MOREIRA, M. M. S. **Qualidade de vida e envelhecimento**. 2000. Disponível em: <http://portalt.eses.i.ctct.fiocruz.br/pdf/FIOCRUZ/2000/moreiramsm/capa.pdf>. Acesso em agosto de 2014.
- REDCLIFT, M. R. Pós-sustentabilidade e os novos discursos de sustentabilidade, Raízes, Campina Grande, v.21, n.1, pp.124-136, 2002.
- REJOWSKI, Mirian e SOLHA, Karina Toledo. **Turismo em um cenário de mudanças**. In:REJOWSKI, Mirian (org). Turismo no percurso do tempo. São Paulo: Aleph, 2002.
- RODRIGUES, Adyr. **Ecoturismo: limites do eco e da ética**. São Paulo: Contexto, 2003.
- RUSCHMANN, D. **Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente**. Campinas: Papyrus, 1997.
- WEAVER, D. Sustainable Tourism: Theory and Practice. London: Butterworth-Heinemann. 2006.
- WAINBERG, Jacques A. (2002); **Turismo: Investigação e Crítica**, en: GASTAL, Susana; BENI, Mario C.; CASTROGIOVANI, Antonio Carlos. São Paulo, Contexto.



# CAPÍTULO XVIII

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM ZONAS COSTEIRAS: ANÁLISE DE CASOS E PROPOSTA DE METODOLOGIA

### ENVIRONMENTAL EDUCATION IN COASTAL ZONES: CASE STUDIES AND A METHODOLOGICAL PROPOSAL

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-18

Lineardo Ferreira de Sampaio Melo <sup>1</sup>  
Caíque Rodrigues de Carvalho Sousa <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professor Adjunto do Departamento de Transportes e Geomática do Centro de Tecnologia. Universidade Federal do Piauí – UFPI

<sup>2</sup> Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Programa de Pós-graduação Desenvolvimento e Meio Ambiente – UFPI

#### RESUMO

Em diversas cidades costeiras, observa-se atividades econômicas que aumentam riscos ambientais que, ao se utilizar da educação ambiental (EA), pode auxiliar no gerenciamento costeiro e conscientização ambiental. Objetivou-se verificar visão sistêmica de EA em pesquisas voltadas para gestão territorial e ambiental de ambientes costeiros, com proposição de metodologia que se utilize da EA como ferramenta para o desenvolvimento sustentável. Foi realizada análise sistêmica sobre estudos de caso relacionados a gestão ambiental e territorial em comunidades costeiras, o que resultou em proposta metodológica para aplicações futuras. Pode-se perceber que o tema de EA tem grande relevância para estratégias de uma gestão territorial participativa, com possíveis contribuições para o desenvolvimento sustentável. A metodologia proposta traz o uso da EA, com aplicação de sistemas de indicadores de sustentabilidade no auxílio de gerenciamento costeiro. Torna-se necessária a realização de pesquisas que contemplem os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, na busca de atender as principais metas da Agenda 2030, cujas investigações metodológicas possam ser eficazes no auxílio de gerenciamento costeiro.

**Palavras-chave:** Cidades Sustentáveis. Gerenciamento Costeiro. Sistema de Indicadores de Sustentabilidade.

#### ABSTRACT

In several coastal cities, there are economic activities that increase environmental risks that, when using environmental education (EE), can assist in coastal management and environmental awareness. The objective was to verify the systemic vision of EE in research focused on territorial and environmental management of coastal environments, with the proposal of a methodology that uses EE as a tool for sustainable development. A systemic analysis was carried out on case studies related to environmental and territorial management in coastal communities, which resulted in a methodological proposal for future applications. It can be seen that the theme of EE has great relevance for participatory territorial management strategies, with possible contributions to sustainable development. The proposed methodology brings the use of EE, with the application of sustainability indicator systems to aid coastal management. It is necessary to carry out research that addresses the Sustainable Development Goals, in order to meet the main goals of the 2030 Agenda, whose methodological investigations can be effective in assisting coastal management.

**Keywords:** Sustainable Cities. Coastal Management. System of Sustainability Indicators.

## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre o desenvolvimento sustentável e meio ambiente inclui conceitos sociais, ambientais, culturais, econômicos e de políticas públicas e institucionais, gerando uma gama de conhecimentos que fazem refletir sobre os problemas socioambientais que podem estar ligados diretamente com a gestão territorial e ambiental. Em diversas cidades costeiras, observa-se o desenvolvimento de atividades econômicas (como pesca, extração de petróleo, criação de ostras, turismo, etc.) que aumentam riscos ambientais, quando não incluem princípios da sustentabilidade, a citar, atividades turísticas que fazem uso de recursos naturais e histórico-culturais (Lacerda, 2019).

Tendo em vista este contexto, a educação ambiental (EA) pode auxiliar no gerenciamento costeiro e conscientização ambiental, com uso de tecnologias, bem como redes de conhecimento sociais. Desta forma, proporcionar melhor qualidade de vida e bem-estar populacional, o que vai de encontro com o terceiro Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS), bem como dialoga com outros ODS definidos pela Organização das Nações Unidas (Nações Unidas Brasil, 2015). Verifica-se o uso de redes de conhecimento sociais para o desenvolvimento de processos de EA em comunidade costeira da região Centro-oeste de Cuba (GONZÁLEZ *et al.*, 2020). Entretanto, deve-se tomar cuidado, quando se constatar que a relação ser humano-natureza vem sendo substituída pelos recursos tecnológicos, muitas vezes, distanciando bem-estar e qualidade de vida da conservação ambiental (Truong; Clayton, 2020).

Nesse sentido, trazer reflexões sobre percepção pública da preservação de ambientes aquáticos marinhos, conforme estudo realizado em três cidades costeiras da Grécia, possibilita relações com os ODS 14 e 11, respectivamente, sobre uso sustentável e conservação dos oceanos e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável (ODS 14) e sobre tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (ODS 11) (Gkargkavouzi; Paraskevopoulos; Matsiori, 2020). Além disso, quando se busca obter status atual de praias de diversos países, valer-se de questionários on-line permite diagnosticar fatores críticos e positivos sobre EA e atuação de pesquisadores fora do ambiente acadêmico, conseqüentemente, contribuindo com os ODS em termos de qualidade de vida e bem-estar, consumo e produção de recursos naturais, vida na água e terrestre, entre outros (Faninia; Plaitia; Papageorgiou, 2019).

Nesse sentido, foi feita a seguinte indagação: como a EA colabora com a temática de desenvolvimento sustentável em zonas costeiras? Para tal, objetivou-se verificar visão sistêmica de EA em pesquisas voltadas para gestão territorial e ambiental de ambientes costeiros, com proposição de estratégia metodológica que se utilize da EA como ferramenta para o desenvolvimento sustentável.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada análise sistêmica sobre estudos de caso relacionados a gestão ambiental e territorial em comunidades costeiras. Os estudos corresponderam a artigos científicos publicados em 2019 e 2020. Inicialmente, foram selecionados 15 artigos científicos, no Portal Periódicos Capes. Após aplicação de análise em torno dos eixos “pensamento ou visão sistêmica”, “educação ambiental”, “gestão de comunidades costeiras” e “sustentabilidade”, restaram quatro artigos, na qual foram verificadas informações sobre teoria geral dos sistemas e sua aplicabilidade, dentro do campo teórico do desenvolvimento sustentável e sua relação com expansão de visão sistêmica sobre EA na gestão ambiental e territorial de comunidades costeiras. Posteriormente, foram realizadas análises críticas sobre abordagens de EA em torno de conscientização ambiental dos diversos ecossistemas costeiros e seu desenvolvimento. Após análises, uma ponte teórica foi construída em torno de eixos ambientais verificados e que partiam de visão sistêmica.

Na sequência, foram verificadas as metodologias adotadas em cada pesquisa sobre abordagens de EA, e elencadas as contribuições para a comunidade costeira, de forma dinâmica e que refletiam na conscientização ambiental, bem como métodos que auxiliam a gestão pública para um melhor gerenciamento costeiro e que possam ser utilizados por meio dos resultados de medidas mitigadoras para um desenvolvimento sustentável e uma melhor qualidade de vida para a população e visitantes. As metodologias foram analisadas por meio de possíveis relações entre EA e desenvolvimento sustentável, e conexões de métodos em cadeia intercomplementar. Com isso, gerou-se uma proposta metodológica, com sugestão de sistema de indicadores de sustentabilidade auxiliador, em aplicações futuras sobre gerenciamento e monitoramento costeiro.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo o *corpus* da pesquisa, pode-se perceber que o tema de EA tem grande relevância para estratégias de uma gestão territorial participativa, com possíveis contribuições para o desenvolvimento sustentável, como pode ser visto, a seguir.

Na pesquisa desenvolvida por González *et al.* (2020), o processo de EA na comunidade costeira da região Centro-sul de Cuba foi desenvolvido por uma rede de conhecimento sociais. Na primeira fase do projeto, foram realizadas entrevistas e, em fase seguinte, com base nos resultados alcançados, foram feitos palestras e workshop na comunidade, tendo assim o processo de EA participativo, o que formou a grande rede de conhecimento social. A contribuição principal foi a junção da comunidade com instituições e pesquisadores, o que trouxe uma rede de conhecimento e conscientização ambiental para um melhor desenvolvimento mais sustentável da região.

No estudo realizado por Truong e Clayton (2020), evidenciou-se que os recursos tecnológicos estão cada vez mais presentes no dia-a-dia das pessoas, o que distancia muitas vezes da realidade. Entretanto, traz reflexão sobre uso da tecnologia a favor da contribuição da disseminação do conhecimento e trazendo para a realidade as simulações do mundo virtual. Uma das contribuições desta pesquisa é que a valorização da natureza, vista no mundo virtual, possa refletir nas ações e experiências com o mundo real, buscando proteger, resgatar, preservar e conservar o meio ambiente.

O artigo desenvolvido por Gkargkavouzi, Paraskevopoulos e Matsiori (2020) mostrou que os participantes mantêm atitudes positivas em relação à biodiversidade marinha e estão conscientes de tais questões. No entanto, não foram capazes de identificar o impacto considerável que as atividades recreativas têm no ambiente marinho. Foi apontada como contribuição, que deve haver melhor gerenciamento e aplicação das políticas públicas ambientais, bem como, contribuição interdisciplinar acerca das ciências ambientais e psicologia social.

Na pesquisa realizada por Faninia, Plaitia e Papageorgiou (2019), aplicou-se questionário on-line com pesquisadores. Foram diagnosticados fatores críticos e positivos relacionados a EA, com descrição da realidade de 11 países diferentes. Também, foi trazida a importância da EA como contribuição de atrativo para as praias, como atividades turísticas, esporte e lazer, além do uso das mídias sociais na educação, com adição de indicadores

(sociais, ambientais, culturais, etc.) para avaliação e reconhecimento dos esforços despendidos no ensino de Ciências.

Com as descrições acima, pode-se apontar que tais metodologias podem ser integradas e possibilitadas em diferentes ambientes, cujo desenvolvimento sustentável vise princípios da EA e trace metas estabelecidas com os ODS. Baseada na integração destas metodologias, uma proposta metodológica para trabalhos futuros foi sugerida.

### **3.1. PROPOSTA METODOLÓGICA**

A proposta metodológica, configurada nas etapas abaixo, trata do uso da EA como ferramenta no desenvolvimento sustentável, em que haja aplicação de sistemas de indicadores de sustentabilidade no auxílio de gerenciamento costeiro.

#### 3.1.1. Divulgação inicial

A divulgação em massa da pesquisa, por meio de redes sociais, canais de rádio e outros meios de comunicações é de grande importância para a participação da comunidade local na pesquisa inicial. Nesta fase é importante deixar claro o objetivo da pesquisa para a contribuição efetiva e consciente dos participantes. Nas comunidades costeiras, pode-se ainda realizar divulgações por meio de panfletagem e rodas de conversa com moradores, empreendedores locais, representantes de associações comunitárias, etc.

#### 3.1.2. Pesquisa inicial

Essa etapa será baseada em entrevistas e questionários aplicados presencialmente e on-line, no intento de estabelecer uma conexão atualizada da área estudada. Nesta fase, é interessante entrevistar gestores, representantes comunitários e uma amostra significativa da comunidade em geral, bem como visitantes e turistas. Os instrumentos de coleta de dados deverão ser alinhados com os indicadores de sustentabilidade, com a intenção de alimentar o Sistema de Indicadores de Sustentabilidade.

#### 3.1.3. Alimentação do Sistema de Indicadores de Sustentabilidade

Nesta fase, é preciso ter bastante atenção nos resultados obtidos na etapa anterior, já que poderá expressar de forma mais significativa a realidade local e seu nível de sustentabilidade. As dimensões ambiental, social, econômica, cultural/turística e político-institucional, acompanhadas de indicadores específicos, permitem uma avaliação mais precisa. Para facilitar a interpretação, foi proposta uma escala de pontuação que varia de 0 a

1, dividindo os resultados em três categorias: A: insustentável – pontuar de 0 a 0,29; B: parcialmente sustentável – pontuar de 0,3 a 0,69; e, C: sustentável – pontuar de 0,7 a 1. Esta metodologia, alinhada aos ODS, pode ser adaptada para atender às particularidades de cada comunidade. Lembrando que, o sistema de indicadores proposto tem como objetivo principal evidenciar as principais dimensões da sustentabilidade e seus respectivos indicadores, contribuindo para uma avaliação mais completa e precisa. Por meio dos parâmetros de análises, pode-se retratar uma representação mais fidedigna da comunidade e ficar claro para os gestores onde podem melhorar e tomar as medidas possíveis.

Acredita-se que, ao usar escala de classificação com uso de unidade de medida nota e/ou peso, o indicador de sustentabilidade ficará mais preciso. Como sugestão, pode-se adotar o índice de sustentabilidade estabelecido por Ferreira *et al.* (2012), expresso na figura 1.

Figura 1. Equação para cálculo de índice de sustentabilidade

$$I = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Fonte: Ferreira *et al.*, 2012.

Legenda: I - índice; X - média do indicador;  $X_{min}$  - nota mínima atribuída;  $X_{max}$  - nota máxima atribuída.

#### 3.1.4. Divulgação

Após resultados obtidos por meio do sistema de indicadores de sustentabilidade, é importante a ampla divulgação, com *feedback* para a população, o que facilita nas tomadas de decisão futuras.

#### 3.1.5. Medidas mitigadoras

Com base nos resultados, pode-se intensificar as ações já realizadas e implantar novas ações, como palestras, oficinas e *workshops* sobre EA e desenvolvimento sustentável, cooperativismo e economia solidária, turismo sustentável, entre outras temáticas que possam auxiliar na redução de impactos ambientais e em prol de desenvolvimento regional sustentável.

Acredita-se ainda que uma etapa sobre conscientização e fiscalização possa ser implantada, caso ocorra de forma participativa, com a comunidade fiscalizando ações de gestores públicos e vice-versa.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temática de EA para o desenvolvimento sustentável em áreas costeiras tem sido bastante explorada no campo de pesquisa, porém a conscientização ambiental da sociedade é fator primordial para o sucesso do desenvolvimento sustentável de qualquer território.

Neste contexto, é necessária a realização de pesquisas que contemplem os ODS, na busca de atender as principais metas da Agenda 2030, cujas investigações metodológicas possam ser eficazes no auxílio de gerenciamento costeiro.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a aplicação da metodologia aqui proposta, como validação para áreas de comunidades costeiras, comunidades tradicionais, assentamentos humanos e cidades que tenham potenciais a se tornarem sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

- LACERDA, Cícero de Sousa. Sistema de indicadores de sustentabilidade para atividade turística em espaço geográfico local: um estudo no município de Areia-PB. 2019. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/17055/1/Arquivototal.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- FANINIA, Lucia; PLAITIA, Wanda; PAPAGEORGIOU, Nafsika. Environmental education: constraints and potential as seen by sandy beach researchers. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [s. l.], v. 218, n. 3, p. 173-178, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.12.014>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027277141830800X>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- FERREIRA, José Mário Lobo; VIANA, João Herbert Moreira; COSTA, Adriana Monteiro da; SOUSA, Daniel Vieira de; FONTES, Andréia Aline. Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 271, p. 12-25, 2012. Disponível em: <https://www.epamig.br/wp-content/uploads/2023/03/art2-ia271.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- GONZÁLEZ, María Elena Castellanos; VERA, Clara Elisa Miranda; CALATAYUD, Marianela Morales; DUEÑAS, Roberto García; GONZÁLEZ, Ángel R. Moreira; PÉREZ, Ángel R. León; ORAMAS, Regla María Alomá. Social knowledge networks for promoting environmental education in coastal communities from Central-southern region of Cuba. **Regional Studies in Marine Science**, [s. l.], v. 35, n. 101115, p. 1-6, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101115>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235248551830495X>. Acesso em: 21 nov. 2024.



GKARGKAVOUZI, Anastasia; PARASKEVOPOULOS, Stefanos; MATSIORI, Steriani. Public perceptions of the marine environment and behavioral intentions to preserve it: the case of three coastal cities in Greece. **Marine Policy**, [s. l.], v. 111, n. 103727, p. 1-18, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103727>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X19301290>. Acesso em: 21 nov. 2024.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Os objetivos de desenvolvimento sustentável**. Brasília: Casa ONU Brasil, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 21 nov. 2024.

TRUONG, Minh-Xuan A.; CLAYTON, Susan. Technologically transformed experiences of nature: a challenge for environmental conservation? **Biological Conservation**, v. 244, n. 108532, p. 1-7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108532>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320719311103>. Acesso em: 21 nov. 2024.

# CAPÍTULO XIX

## EFEITOS CITOTÓXICOS E GENOTÓXICOS DO LICOR PIROLENHOSO DE BABAÇU (*ATTALEA SPECIOSA*) EM *ALLIUM CEPA*

### CYTOTOXIC AND GENOTOXIC EFFECTS OF BABAÇU (*ATTALEA SPECIOSA*) PYROLIGNEOUS LIQUOR ON *ALLIUM CEPA*

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-19

Jennefer Aguiar Barbosa<sup>1</sup>

Aline Sara Rocha Dos Santos<sup>2</sup>

Mickelisse Ruanny Martins De Oliveira<sup>3</sup>

Lucas Dos Santos De Almeida<sup>4</sup>

Thomas Roberto Signor<sup>5</sup>

Jéssica Pereira Da Silva<sup>6</sup>

Mariana Lira<sup>7</sup>

Isane Vera Karsburg<sup>8</sup>

Douglas Machado Leite<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Graduanda de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>2</sup> Graduanda de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>3</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>4</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>5</sup> Graduanda de Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>6</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>7</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>8</sup> Doutora em Genética e Melhoramento, Professora da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, PGMP, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>9</sup> Mestre em genética e Melhoramento de Plantas, Doutorando em Engenharia Florestal pela UFLA

### RESUMO

O estudo analisou o impacto do licor pirolenhoso de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) no ciclo celular de *Allium cepa* para avaliar seu potencial citotóxico e genotóxico. O babaçu, também é uma das palmeiras mais significativas das áreas tropicais, com uma forte carga histórica e econômica, principalmente associada às comunidades tradicionais do Brasil. O licor, um subproduto do carvão vegetal produzido pela pirólise, é amplamente utilizado na agricultura e na indústria, mas sua composição química variável pode apresentar compostos tóxicos. Foram testadas seis concentrações do licor (0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 3 mL/L) mais um controle, com 5 bulbos por grupo,

totalizando a análise de 12.000 células. Após tratamento por 96 horas, as células foram coradas com orceína acética e observadas em microscópio para identificar alterações no ciclo mitótico. Concentrações mais altas do licor reduziram o índice mitótico, indicando possível citotoxicidade e genotoxicidade. A análise estatística confirmou a normalidade dos dados, homogeneidade das variâncias e independência dos erros, validando os resultados. O teste de Tukey revelou diferenças significativas entre os grupos, com maior inibição mitótica nas concentrações mais elevadas. Os resultados sugerem que o licor pirolenhoso, em altas concentrações, interfere na divisão celular, prolongando a interfase e causando alterações como telófase anormal. Contudo, concentrações



mais baixas não apresentaram efeitos citotóxicos graves, indicando que o produto pode ser seguro em doses controladas. A pesquisa reforça a importância de controle de qualidade e estudos complementares para garantir o uso sustentável do licor em agricultura e indústria, destacando seu potencial como biofertilizante alternativo.

**Palavras-chave:** Babaçu. Licor pirolenhoso. Pirólise. Citotoxicidade.

## ABSTRACT

The study analyzed the impact of babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) pyroligneous liquor on the cell cycle of *Allium cepa* to evaluate its cytotoxic and genotoxic potential. Babaçu is also one of the most significant palm trees in tropical areas, with a strong historical and economic burden, mainly associated with traditional Brazilian communities. The liquor, a byproduct of charcoal produced by pyrolysis, is widely used in agriculture and industry, but its variable chemical composition may contain toxic compounds. Six concentrations of the liquor (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 mL/L) plus a control were

tested, with 5 bulbs per group, totaling the analysis of 12,000 cells. After 92 hours of treatment, the cells were stained with acetic orcein and observed under a microscope to identify alterations in the mitotic cycle. Higher concentrations of the liquor reduced the mitotic index, indicating possible cytotoxicity and genotoxicity. Statistical analysis confirmed the normality of the data, homogeneity of variances, and independence of errors, validating the results. Tukey's test revealed significant differences between groups, with greater mitotic inhibition at higher concentrations. The results suggest that pyroligneous liquor, at high concentrations, interferes with cell division, prolonging the interphase and causing alterations such as abnormal telophase. However, lower concentrations did not show severe cytotoxic effects, indicating that the product may be safe at controlled doses. The research reinforces the importance of quality control and complementary studies to ensure the sustainable use of the liquor in agriculture and industry, highlighting its potential as an alternative biofertilizer

**Keywords:** Babaçu. Pyroligneous Liquor. Pyrolysis. Cytotoxicity.

## 1. INTRODUÇÃO

O babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) é uma das palmeiras mais importantes das regiões tropicais que carregar uma imensa carga histórica e econômica principalmente ligada as populações tradicionais do Brasil, e seus frutos podem ser aproveitados integralmente para diversos fins, como o consumo da castanha, produção de óleos, artesanatos e a produção de carvão vegetal (Carrazza et al. 2012; Rabelo et al.,2024).

Dentre os produtos extraídos o óleo e o mais apreciado do ponto de vista comercial, extraído das amêndoas e principalmente utilizado na indústria de cosméticos, alimentícia e na produção de biodiesel. Distribuído em todas as regiões do Brasil, com uma maior distribuição na região Norte e Nordeste, representa um importante reserva extrativista para muitas comunidades dessa região (Silva, 2018).

Algumas comunidades tradicionais quilombolas da região de Mato Grosso já reconheciam a multifuncionalidade do babaçu inclusive como adubo (Arruda et al., 2014), e o alguns estudos já demonstraram que as folhas e o humus podem ser utilizados de maneira eficiente para a produção de mudas (Oliveira et al., 2011; Macedo et al., 2011).

O carvão vegetal de babaçu é produzido a partir do endocarpo, parte responsável por proteger as amêndoas, e de alta qualidade com rendimento superior quando comparados a de eucalipto (Silva & Brito, 1986). Em 2017 Brasil produziu mais de 5,2 milhões de toneladas de carvão vegetal efetivando-se assim como o maior produto do mundo (INFILOR, 2023), um dos subprodutos que podem ser obtidos do processo de produção do carvão vegetal e o extrato de pirolenhoso.

Na agricultura o licor pirolenhoso pode representar uma alternativa a fertilizantes químicos, uma vez que já se mostrou eficiente em algumas culturas nas concentrações adequadas (Schnitzer et al., 2015), e na indústria vem sendo utilizado como fonte de aroma de fumaça para produtos alimentícios e como conservantes em processos de defumação caseira (Campos, 2018).

No entanto, é importante atenta-se para o fato que a composição química de cada licor pode ser diferente uma vez que suas características estão diretamente associadas a temperatura durante a pirólise e ao tipo de madeira que está sendo utilizada na produção (Campos, 2018). Apesar de ser um produto natural, a presença de componentes tóxicos como o alcatrão pode inviabilizar o uso do licor pirolenhoso. Por isso, o controle de qualidade é essencial. Quando livre de alcatrão, o líquido pode apresentar uma coloração que varia do amarelo ao vermelho (Chiamenti et al, 2016).

Assim, o objetivo é analisar o impacto de diferentes concentrações do licor pirolenhosos babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) e seu potencial citotóxico/mutagênico no processo de divisão celular utilizando o sistema de teste *Allium cepa*.

## 2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais, da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Alta Floresta – MT.

Para a montagem do experimento foram utilizadas 6 concentrações de licor pirolenhoso sendo essas 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5 e 3mL de licor para um 1L de água, que foram preparadas com água corrente. Os extratos usados na preparação da solução aquosa foram obtidos pela produção de carvão vegetal, utilizando uma técnica chamada pirólise, que não envolve o contato direto com o fogo para a sua formação (ANDRADE et al., 2004).

Foram utilizados 7 grupos com 5 bulbos de *Allium cepa* para cada concentração de licor, os bulbos foram colocados diretamente nos tratamentos onde foram mantidos por 96

horas. Em sequências foram coletadas 10 raízes de cada tratamento, posteriormente as raízes foram armazenadas em microtubos com ácido acético até o momento de preparação das lâminas.

Para a montagem das lâminas as raízes passaram por um tratamento em água destilada por 10 minutos depois foram secas e colocadas em ácido clorídrico HCL 1% por 10 minutos, então novamente foram colocadas em água destilada. Utilizando o bisturi foi retirada apenas a porção apical que foi corado comorceína acética 2% e macerada com o bastão de vidro e posteriormente colocado na lamínula.

Foram feitas 10 lâminas de cada tratamento onde por lâminas foram contadas 200 células totalizando 12000 células. A avaliação das lâminas foi realizada ao observar as células em interfase, prófase, metáfase, anáfase e telófase, utilizando um microscópio ótico com uma objetiva de 40X.

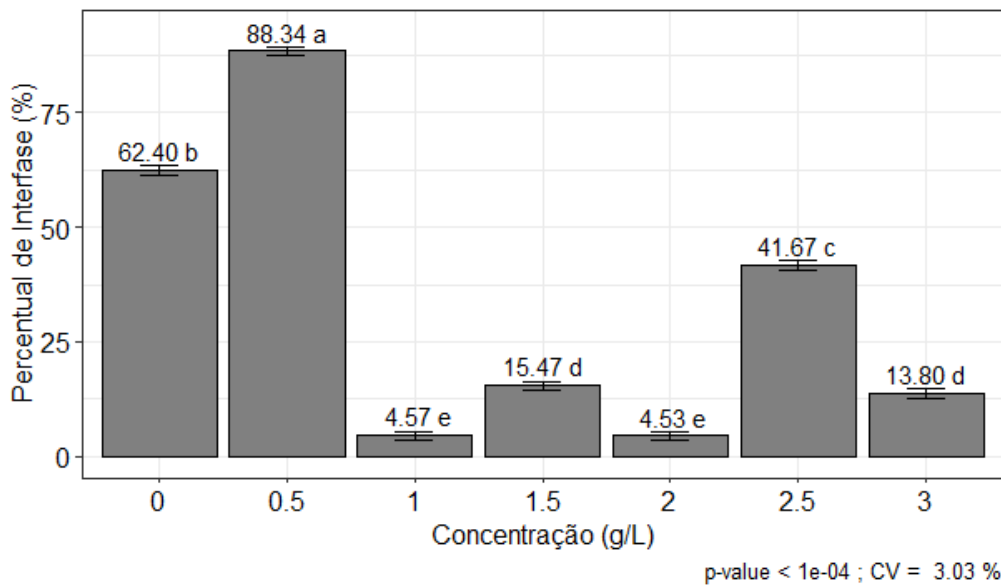
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a preparação das lâminas, realizou-se a análise microscópica para a contagem celular em cada concentração testada. Esse procedimento é essencial para avaliar o impacto do licor pirolenhoso de babaçu sobre as divisões celulares, fornecendo informações sobre seu potencial efeito nas fases do ciclo mitótico. A contagem celular é uma técnica amplamente utilizada em estudos de toxicidade e atividade biológica, especialmente em testes envolvendo compostos de origem natural. Assim, como afirma, João Silva e Maria Almeida, 2019:

"A análise quantitativa de células é amplamente empregada para investigar o impacto de agentes químicos no ciclo mitótico, sendo essencial para estudos toxicológicos e farmacológicos." (Silva e Almeida, 2019).

Além disso, a análise quantitativa e qualitativa das células permite compreender como o licor pode interferir nos mecanismos que regulam a mitose. Estudos prévios, como o de COSTA et al., 2021, mostram que os efeitos de substâncias bioativas no ciclo mitótico podem fornecer insights valiosos sobre sua toxicidade e potencial aplicação terapêutica. Destacando que alterações no ciclo mitótico podem indicar a presença de compostos bioativos com potencial citotóxico ou mitogênico, o que reforça a relevância de estudos como este. O índice percentual de interfase (Figura 1), revela algumas características significativas em relação ao licor pirolenhoso de babaçu sob *Allium cepa*.

Figura 6. Percentual de Interfase do licor pirolenhoso de Babaçu.



Fonte: Autoria própria.

O licor pirolenhoso de babaçu parece ter um efeito significativo sobre o índice mitótico em *Allium cepa*, com diferenças estatísticas observadas entre os tratamentos. As concentrações mais altas de licor pirolenhoso estão associadas a índices mitóticos mais baixos, o que pode indicar um efeito citotóxico ou genotóxico em concentrações mais elevadas.

A pesquisa revela também que, no Teste de Shapiro-Wilk O p-valor foi 0.548 (maior que 0.05), o que indica que os erros seguem uma distribuição normal. Isso é uma boa notícia para a validade dos testes estatísticos, pois significa que a suposição de normalidade foi atendida. O teste de Shapiro-Wilk é amplamente utilizado para testar a normalidade em pequenas amostras, e sua aplicação é recomendada em contextos estatísticos como o apresentado, onde a normalidade dos resíduos é uma premissa importante para a análise correta dos dados (Shapiro & Wilk, 1965).

Enquanto no Teste de Bartlett, o p-valor foi 0.695 (maior que 0.05), indicando que as variâncias entre os grupos são homogêneas. Ou seja, a dispersão dos dados é similar entre os diferentes tratamentos, o que é uma premissa importante para a análise de variância (ANOVA). O teste de Bartlett é comumente utilizado para testar a homogeneidade de variâncias e é particularmente eficaz quando se trabalha com distribuições normais. Sua aplicação permite verificar se os pressupostos da ANOVA são atendidos, o que aumenta a confiabilidade dos resultados obtidos (Bartlett, 1937).

Já no Teste Durbin-Watson, o p-valor foi 0.870, o que sugere que os erros são independentes, ou seja, não há autocorrelação nos dados. O teste de Durbin-Watson é

comumente utilizado para verificar a presença de autocorrelação nos resíduos de modelos de regressão. Quando o valor do teste está próximo de 2, como no caso deste estudo, isso indica que não há autocorrelação significativa, o que significa que os erros são independentes e o modelo estatístico é adequado (Durbin & Watson, 1951). Esse resultado reforça a validade das conclusões tiradas a partir da análise de variância, pois a independência dos erros é um pressuposto importante para a aplicação correta do modelo.

O p-valor da ANOVA foi  $1.197344e-20$ , que é muito menor que 0.05, o que permite rejeitar a hipótese nula ( $H_0$ ). Isso indica que pelo menos dois tratamentos apresentam médias significativamente diferentes, ou seja, o licor pirolenhoso de babaçu tem efeito sobre o índice mitótico em *Allium cepa*.

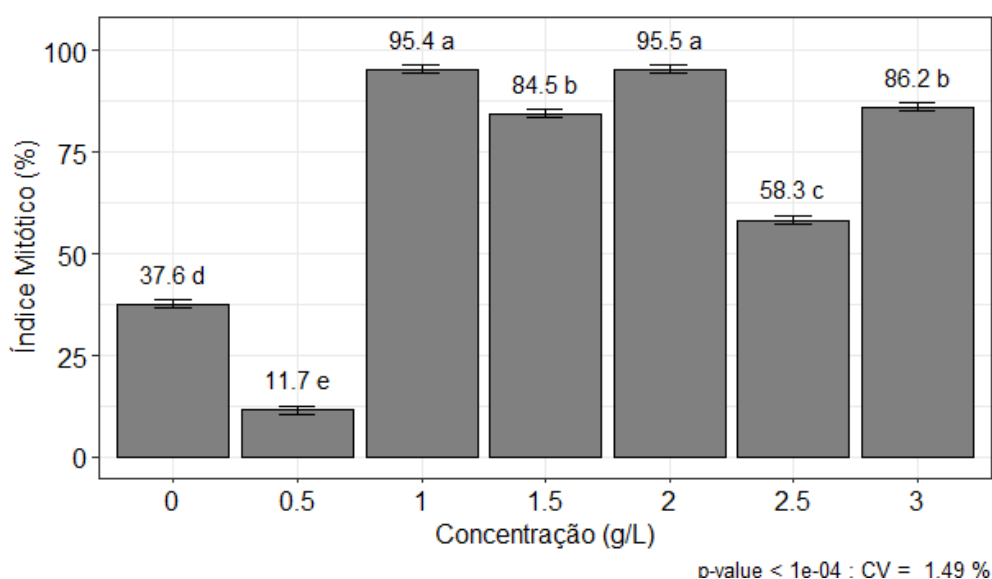
O teste de Tukey ajuda a identificar quais tratamentos específicos são significativamente diferentes entre si. Os resultados indicam: Grupo 9.770711 e Grupo 9.768883 são estatisticamente semelhantes (a), com médias em torno de 95.46 e 95.43. O Grupo 9.284231 e Grupo 9.194159 são significativamente diferentes dos anteriores (b), com médias em torno de 86.2 e 84.5. Já o Grupo 7.637166 (c) tem uma média de 58.33, e assim por diante, com os grupos 0 e 0.5 mostrando as menores médias, indicando uma diminuição mais acentuada no índice mitótico.

Nas análises de interfase, considera-se que o licor pirolenhoso de babaçu parece ter um efeito significativo sobre o índice mitótico em *Allium cepa*, com diferenças estatísticas observadas entre os tratamentos. As concentrações mais altas de licor pirolenhoso estão associadas a índices mitóticos mais baixos, o que pode indicar um efeito citotóxico ou genotóxico em concentrações mais elevadas.

Nas análises quantitativas mitóticas do efeito do licor pirolenhoso de babaçu em *Allium cepa* na metáfase (Figura 2), é possível avaliar o percentual de citogenotoxicidade induzido pela planta durante as diferentes fases da mitose. Essa análise fornece informações sobre a extensão do impacto do licor sobre as células, permitindo observar possíveis alterações no processo mitótico e na integridade cromossômica.



Figura 7. Índice mitótico sob licor pirolenhoso de Babaçu.

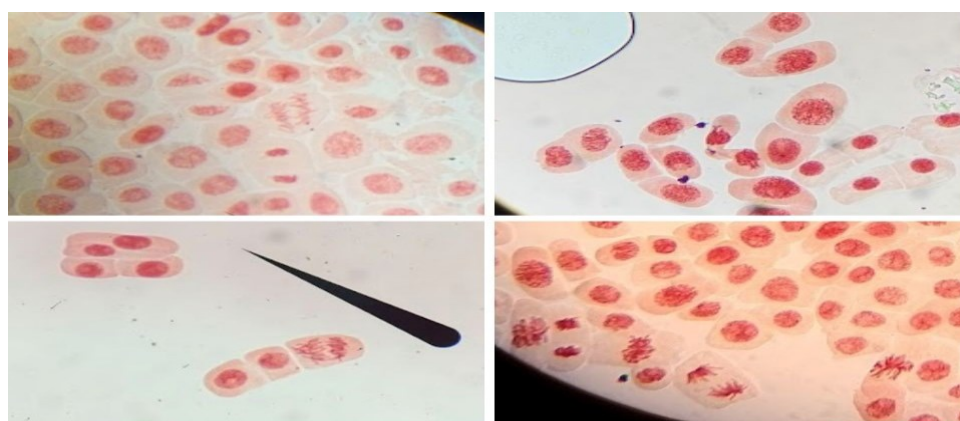


Fonte: Autoria própria.

Os dados apresentados indicam os resultados de várias análises estatísticas para verificar a normalidade, a homogeneidade de variâncias e a independência dos erros, além de fornecer informações adicionais sobre a análise de variância (ANOVA). O valor de p da análise de variância é extremamente baixo ( $1.197344e-20$ ), indicando que há diferenças significativas entre os tratamentos. O teste de comparações múltiplas de Tukey revelou que os grupos 0, 0.5, 2.5, e 3 são significativamente diferentes entre si.

Em sua maioria foram baixos os números de células anormais, e quando apareceram foram em sua maioria Telófase Anormal como podemos observar na Figura 3. Desse modo com podemos visualizar com os teste estatísticos o extrato de babaçu inibiu o processo de divisão celular principalmente nas concentrações mais altas.

Figura 3. Células de *Allium cepa* durante o ciclo celular coradas com orceína acética 2% do tratamento de orelha-de-macaco



Fonte: Autoria própria.

Dentro da Normalidade, o teste de Shapiro-Wilk tem um p-valor de 0,548, indicando que os erros seguem uma distribuição normal. Homogeneidade das Variâncias, o teste de Bartlett tem um p-valor de 0,695, indicando que as variâncias são homogêneas entre os grupos. Independência dos Erros, o teste Durbin-Watson tem um p-valor de 0,870, sugerindo que não há autocorrelação nos dados, ou seja, os erros são independentes.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises realizadas, os dados sugerem que o licor pirolenhoso de Babaçu não apresenta efeitos citotóxicos significativos sobre as células de *Allium cepa*. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk indicou que os erros seguem uma distribuição normal ( $p > 0.05$ ), e o teste de homogeneidade de variâncias de Bartlett revelou que as variâncias entre os grupos são homogêneas ( $p > 0.05$ ), permitindo a aplicação da ANOVA. A análise de variância (ANOVA) mostrou diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0.05$ ), mas sem evidências de danos graves às células.

Além disso, o teste Durbin-Watson confirmou a independência dos erros ( $p > 0.05$ ), o que reforça a confiabilidade dos resultados obtidos. Esses achados são consistentes com outros estudos que também apontaram que compostos naturais, como os encontrados no licor pirolenhoso de Babaçu, não causam alterações mitóticas ou cromossômicas severas em modelos como *Allium cepa*, sugerindo sua segurança em doses estudadas.

#### AGRADECIMENTOS

Expressamos um agradecimento especial à Professora Dra. Isane Karsburg e à Universidade do Estado de Mato Grosso, cuja colaboração e apoio têm sido essenciais para a realização desta pesquisa. O suporte contínuo fornecido pela professora e pela instituição tem sido fundamental para o sucesso deste trabalho, permitindo o avanço da pesquisa e o aprofundamento dos estudos relacionados a este projeto.

#### REFERÊNCIAS

- ARRUDA, J. C. de. Conhecimento E Uso Do Babaçu (*Attalea Speciosa* Mart.) Por Quilombolas Em Mato Grosso. *Fragmentos de Cultura, Goiânia*, v. 24, n. 2, p. 239-252, jul. 2014. Trimestral.
- BARTLETT, M. S. A test for homogeneity of variances. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, London, v. 11, n. 2, p. 242-252, 1937.

- CAMPOS Â. D. CIRCULAR TÉCNICA 177: Informação Técnica sobre Extrato Pirolenhoso. 1 ed. Pelotas, 2018. 1 p
- CARRAZZA, Luis Roberto et al. Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do Babaçu. 2012.
- CHIAMENTI, Lisandra et al. Açãõ antibacteriana do licor pirolenhoso sobre coliformes. **Revista Conhecimento Online**, v. 2, p. 47-54, 2016.
- COSTA, Ana L.; PEREIRA, Carlos M.; OLIVEIRA, Júlia R. Efeitos de substâncias bioativas no ciclo mitótico: toxicidade e aplicações terapêuticas. *Journal of Cellular Biology*, São Paulo, v. 42, n. 4, p. 215-230, 2021.
- DURBIN, J.; WATSON, G. S. Testing for serial correlation in least squares regression. *Biometrika*, Oxford, v. 38, n. 1/2, p. 159-178, 1951.
- INFLOR. Produção de carvão vegetal: desafios e oportunidades. 2023. Disponível em: <https://inflor.com/pt-br/blog/producao-de-carvao-vegetal/>. Acesso em: 08 nov. 2024.
- MACEDO, V. R. A. Avaliação do húmus do caule de Palmeira do Babaçu como substrato. I Característica química e sua viabilidade na produção de mudas de alface. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza/Ce, v. 6, n. 1, p. 1-5, 16 dez. 2011.
- OLIVEIRA, A. S. de. Doses de composto orgânico, com folhas de babaçu em diferentes proporções, na produção e qualidade de desenvolvimento da alface. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza/Ce, v. 6, n. 2, p. 1-4, dez. 2021. Anual. Disponível em: <https://revista.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/12437>. Acesso em: 04 nov. 2024.
- RABELO, Thauana Oliveira et al. SÍNTESE DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO BABAÇU (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) NO ESTADO DO MARANHÃO. 38ª Reunião Nordestina de Botânica, 2024.
- SILVA, J. de C.; BARRICHELO, Luiz Ernesto George; BRITO, José Otávio. Endocarpos de babaçu e de macaúba comparados a madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de carvão vegetal. *Ipef*, v. 34, p. 31-34, 1986.
- SILVA, Alex Brall Rodrigues. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANALGÉSICA, CICATRIZANTE E ANTI-INFLAMATÓRIA DO MESOCARPO DE BABAÇU (*Attalea speciosa*, Mart.). 2018.
- SILVA, João B.; ALMEIDA, Maria C. A importância da análise quantitativa de células no ciclo mitótico. *Revista Brasileira de Biologia Celular*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 3, p. 45-56, 2019.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, Oxford, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SCHNITZER, J. A.; et al., Doses de extrato pirolenhoso no cultivo de orquídea. Revista Ceres, [S.L.], v. 62, n. 1, p. 101-106, fev. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201562010013>.



# CAPÍTULO XX

## ESTUDO EXPERIMENTAL SOBRE APLICAÇÃO DO SUCO DE SISAL PARA PRODUÇÃO DE ETANOL

### EXPERIMENTAL STUDY ON THE APPLICATION OF SISAL JUICE FOR ETHANOL PRODUCTION

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-20

João Paulo Dantas de Carvalho <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Agrárias e Ambiental Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

#### RESUMO

A cultura do sisal se baseia basicamente na fibra de suas folhas, que corresponde a 3-5% do seu peso total, com um desperdício de biomassa intolerável à Região Nordeste do Brasil. Este bagaço pode ser utilizado como adubo, fertilizante ou até para alimentação animal. Da massa total do bagaço do sisal 80% é líquido, chamado de caldo ou suco de sisal. Estudos preliminares apontam o uso deste caldo como biopesticida e substrato para obtenção de etanol, acetona, dentre outros bioprodutos químicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de etanol a partir do suco de sisal. Para isso, inicialmente se fez uma caracterização do material com o intuito de avaliar a quantidade de açúcar. A seguir, foi realizado o estudo do cozimento deste substrato, utilizando metodologias adaptadas da produção de tequila, com o intuito de quebrar alguns polissacarídeos e transformá-los em açúcares fermentescíveis. Após esta etapa, o teor de glicose foi aumentado em quase 50%. A fermentação foi realizada em dois sistemas diferentes, com e sem suplementação com 1 g/L de sulfato de amônio, ambos utilizando *Saccharomyces cerevisiae* oriunda de fermento de panificação. O sistema com suplementação obteve o dobro de etanol (4,748 g/L) que o sistema sem suplementação (2,467 g/L).

**Palavras-chave:** Suco de Sisal. *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentação. Etanol. Resíduos agroindustriais

#### ABSTRACT

Sisal cultivation is basically based on fiber from its leaves, which corresponds to 3-5% of its total weight, with an intolerable waste of biomass in the Northeast Region of Brazil. This bagasse can be used as fertilizer or even for animal feed. Of the total mass of sisal bagasse, 80% is liquid, called sisal juice or broth. Preliminary studies indicate the use of this broth as a biopesticide and substrate for obtaining ethanol, acetone, among other chemical bioproducts. The objective of this study was to evaluate the production of ethanol from sisal juice. To this end, a characterization of the material was initially carried out in order to evaluate the amount of sugar. Next, the cooking of this substrate was studied, using methodologies adapted from tequila production, with the aim of breaking down some polysaccharides and transforming them into fermentable sugars. After this stage, the glucose content was increased by almost 50%. Fermentation was carried out in two different systems, with and without supplementation with 1 g/L of ammonium sulfate, both using *Saccharomyces cerevisiae* from baker's yeast. The system with supplementation obtained twice as much ethanol (4.748 g/L) as the system without supplementation (2.467 g/L).

**Keywords:** Sisal Juice. *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentation. Ethanol. Agro-industrial waste.

## 1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do sisal é basicamente destinada à produção da fibra seca, destacando-se como uma das mais importantes atividades econômicas do Semiárido Nordeste. (SILVA ET AL, 1999). O mercado de fibras de sisal vem se reduzindo gradativamente ao longo dos anos, necessitando-se agregar valor à coprodutos da cadeia produtiva, uma vez que o aproveitamento da fibra da folha chega a no máximo 5% da biomassa das folhas. Dentre os coprodutos do sisal destaca-se o bagaço, constituído de material líquido, partículas de tecido parenquimatoso esmagado e fibras curtas. Esse bagaço é jogado na natureza na maioria das vezes, sem tratamento. Poucos produtores reutilizam este material como adubo ou alimento para ruminantes. (SILVA ET AL, 1999)

O suco, ou seja, a parte líquida do sisal, também denominado de caldo ou mosto, é obtido após a prensagem do bagaço do sisal, constituindo cerca de 80% do peso da folha da planta (BAHIA, 2009). A literatura mostra eficácia da utilização deste material como bioinseticida para pragas de diversas culturas, como milho e algodão. O suco fresco ou fermentado é composto de saponinas, carboidratos, pectina, ácidos orgânicos, clorofila e carotenos, dentre outros compostos. (SILVA ET AL, 1999)

O mosto pode ser industrializado na forma de melação para obtenção de pectina, saponinas, álcool industrial e cera. Cada litro de suco de sisal, dependendo da idade da planta e da época do ano, possui cerca de 40 a 65 gramas de açúcares fermentescíveis. A fermentação direta do suco pode gerar como produtos bioquímicos etanol, acetona, ácido butírico, ácido lático, ácido málico, dentre outros (SILVA ET AL, 1999).

A sustentabilidade e a competitividade do agronegócio passam necessariamente pela diminuição dos custos de produção. Em vários sistemas de produção os resíduos agroindustriais, quando aproveitados racionalmente, diminuem os custos de produção, beneficiam sistematicamente o meio ambiente e geram emprego e renda no setor. Dentro desse enfoque, necessita-se pesquisar alternativas que gerem alternativas para a transformação desses resíduos em produtos economicamente viáveis na cadeia produtiva do sisal. De modo crescente o etanol desperta a atenção de pesquisadores, empresas e Governos, por meio das pressões e perspectivas de esgotamento das fontes não-renováveis de combustíveis fósseis, assim como de preocupações de natureza ambiental relacionadas à emissão de substâncias que comprometem o meio ambiente (PIMENTEL ET AL, 2017). Assim,

neste trabalho, procurou-se transformar o potencial energético disponível no suco de sisal através de processos bioquímicos em álcool etílico hidratado.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório Avançado de Tecnologia Química (LATECQ) da EMBRAPA Algodão, situado em Campina Grande – PB, em conjunto com o Laboratório de Engenharia Bioquímica (LEB) pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Química, no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

### 2.1. MATÉRIA PRIMA

Foi utilizado como matéria-prima o suco de sisal fornecido pela Campol (Cooperativa Agropecuária Mista de Pocinhos), obtido no sítio Malhada do Rio, situado em Pocinhos-PB. O bagaço do sisal proveniente da máquina desfibradora foi prensado, extraíndo-se a parte líquida deste bagaço, correspondente ao suco de sisal. Este suco foi filtrado em tecido comercial de algodão, colocado em recipientes e congelado até o momento do uso.

### 2.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MATÉRIA PRIMA

#### 2.2.1. pH

Esta análise foi realizada de acordo com Brasil (2005), utilizando-se um medidor de pH, marca MS Tecnopon, modelo mPA 210.

#### 2.2.2. Umidade

Para análise de umidade pesou-se de 3 a 5 gramas da amostra em cadinho de porcelana previamente seco e tarado. Os cadinhos foram colocados em estufa a 105°C por 24 horas. O cálculo de umidade foi realizado utilizando a Equação 1 de acordo com Brasil (2005).

$$Umidade\% = \frac{(\textit{peso inicial} - \textit{peso final da amostra})}{\textit{peso inicial da amostra}} \times 100 \quad (1)$$

#### 2.2.3. Cinzas

Esta análise foi realizada de acordo com Brasil (2005). A massa que sobrou após a realização do teor de umidade foi colocada em um cadinho de porcelana e o conjunto foi colocado em um mufla, 550 °C, por seis horas. O cálculo de cinzas foi efetuado de acordo com Equação 2.



$$\text{Cinzas, \%} = \frac{\text{peso final da amostra}}{\text{peso inicial da amostra}} \times 100 \quad (2)$$

#### 2.2.4. Teor de sólidos solúveis (°Brix)

A concentração de sólidos solúveis medida em °Brix é uma medida relacionada com a quantidade de açúcares presentes na amostra. Adicionou-se aproximadamente 1 ml da amostra e em seguida a amostra foi analisado em refratômetro. (BRASIL, 2005).

#### 2.2.5. Açúcares Redutores (AR)

Foi empregado o método do DNS, segundo Miller (1959). Tal método baseia-se na redução do ácido 3,5-dinitro salicílico a ácido 3-amino-5-nitro salicílico, concomitantemente com a oxidação do grupo aldeído do açúcar a grupo carboxílico. Após aquecimento, a solução torna-se alaranjada, sendo lida a absorbância da solução em espectrofotômetro a 540 nm, de acordo com Silva (1998).

#### 2.2.6. Acidez

Esta determinação foi realizada de acordo com Brasil (2005).

#### 2.2.7. Clorofila

O material foi filtrado empapel de fibra de vidro (Whatmann GF/C), a porção que ficou retida no papel de filtro foi colocada num tubo apropriado junto com 20 ml de metanol a 90% e este sistema é colocado em banho-maria, quando este sistema alcançar fervura conta-se dois minutos, deixa-se o material esfriar e então completa-se o volume. Após esta etapa realiza-se um centrifugação por 5 minutos a 2500 rpm, então faz-se a leitura da porção sobrenadante por espectrofotometria com comprimento de onda de 665 nm e 750nm para corrigir a turbidez. Esta determinação foi realizada de acordo com o procedimento descrito por Jones (1979), e quantificada de acordo com a equação 3.

$$\text{CLa(ug/L)} = \text{Dopi665} - \text{Dopt750} \times 13 \times \text{Vol Ext} / \text{Vol Filt} \quad (3)$$

Onde:

CLa – Teor de Clorofila A

Dopi665 = densidade óptica do extraio a 665 nm.

Dopt750 = densidade óptica do extraio a 750 nm.

13=(1000/77) = coeficiente de extração da clorofila “a” em metanol.

VolExt = volume do extrato.

VolFilt = volume de amostra filtrada.

### **2.3. PROCESSO DE COZIMENTO**

Em um autoclave com controle de pressão e temperatura, foi introduzido um erlenmeyer com capacidade para um litro, contendo 500 mL de suco de sisal in natura, o equipamento foi acionado e marcou-se 100°C como set point, este material ficou neste sistema por quatro horas, de acordo com o procedimento descrito por Diaz-Montañó et al (2007).

### **2.4. FERMENTAÇÃO**

O estudo de cinética fermentativa da produção de etanol foi realizado em dois erlenmeyers de 250 mL. A matéria-prima para este estudo foi o suco de sisal cozido. Foram utilizados 150 mL de substrato em cada erlenmeyer, porém um foi suplementado com 1 g/L de sulfato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Sistema I, e o outro sem a suplementação, Sistema II. O processo ocorreu em batelada em uma incubadora (Marconi MA-420), agitado inicialmente a 250 rpm pelos primeiros 15 minutos para a levedura ser totalmente incorporada no mosto. A partir desse tempo e até o final do experimento, a rotação foi reduzida para 190 rpm a 35°C. Foi utilizada a levedura fresca *S. Cerevisiae*, na concentração de 30 g/L, marca Levopan. Os tempos 0, 2, 4, 6, 8 e 24 horas foram analisados no estudo cinético, de acordo com o procedimento sugerido por Pinal (2009).

### **2.5. CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO**

Os teores de açúcar e etanol foram determinados através de equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) equipado com uma bomba modelo ProStar 210 (Varian), injetor manual com loop de 20 µL, detector de índice de refração modelo ProStar 356 (Varian) e coluna analítica de aço inox Hi-Plex H (300mm x 7,7 mm; Varian). As condições de operação empregadas foram: temperatura da coluna de 40°C, água MilliQ como fase móvel, na vazão de 0,6 mL/min, tempo de análise de 60 min para teores de açúcares e etanol, solução de padrão interno de glicose e etanol (Sigma 99,99%, grau HPLC).

## 2.6. PARÂMETROS CINÉTICOS DA FERMENTAÇÃO

- Produtividade (P): O cálculo da produtividade, em relação ao etanol produzido, é uma grandeza cinética que expressa a velocidade média de produção, a equação 4 representa a fórmula utilizada para calcular este parâmetro. (PACHECO, 2010).

$$P = \frac{Y_t}{t} \quad (4)$$

Onde:

P – Produtividade do Etanol (g/Lh)

Yt – Concentração de Etanol em um determinado tempo (g/L)

t – Tempo determinado do item anterior (horas)

- Conversão de Substrato em Produto (Yp/S) Grandeza cinética que expressa quanto de produto foi convertido em produto, a equação 5 representa a fórmula utilizada para calcular este parâmetro, este parâmetro tem como unidade g de etanol/ g de substrato. (PACHECO, 2010).

$$Y_{p/s} = \frac{Y_t - Y_0}{S_0 - S_t} \quad (5)$$

Onde:

Yt, Y0 – Concentração de etanol em determinado tempo e no tempo zero, respectivamente (g/L).

S0, St – Concentração de substrato (glicose) no tempo zero e em um determinado tempo, respectivamente.

- Conversão teórica de substrato em Produto (C): Parâmetro cinético que expressa o quanto de substrato poderia ter se transformado em etanol, a equação 6 representa o cálculo deste propriedade, tendo como unidade g de etanol/ g de substrato. (PACHECO, 2010).

$$C = \frac{Y_{p/s}}{0,511} \quad (6)$$

Onde:

Yp/S- Conversão de Substrato em Produto

0,511 – Valor estequiometria da reação de fermentação, ou seja, 1g de glicose teoricamente rende 0,511 g de etanol.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

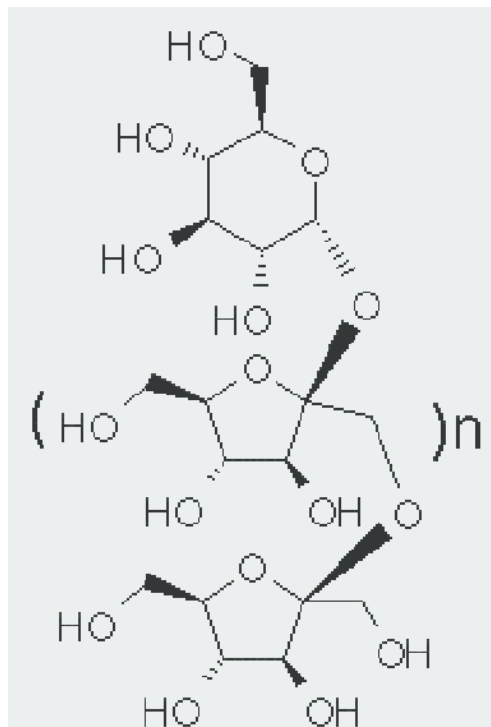
A Caracterização Físico-Química do suco de sisal in natura encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização Físico-Química do Suco de Sisal (\*Teores de Glicose °Brix e pH após o processo de cozimento)

Parâmetros físico-químicos	Resultados do suco de sisal
pH	4,08
pH*	4,37
Acidez (%)	15,7896
AR (g/L)	21,1306 ± 1,0864
ART (g/L)	65,1180 ± 13,0742
°Brix	8
°Brix*	11,5
Clorofila a (µg/L)	882,2666 ± 112,0889
Umidade (%)	89,6753 ± 0,4231
Cinzas (%)	11,4476 ± 0,2938
Glicose (g/L)	8,166
Glicose *(g/L)	11,233

Observa-se na Tabela 1 que o pH do material in natura sofreu uma alteração quando cozido, porém para inoculação usando de *S. Cerevisiae* é entre 4 a 5 logo não é necessário adequar o pH do meio. Também se pode avaliar que após o processo de cozimento houve um incremento na concentração de glicose em quase 50%. Segundo Díaz-Montaña (2007), no processo de cozimento, o carboidrato inulina é hidrolisado em uma mistura de açúcares.

Figura 4. Fórmula da molécula de Inulina

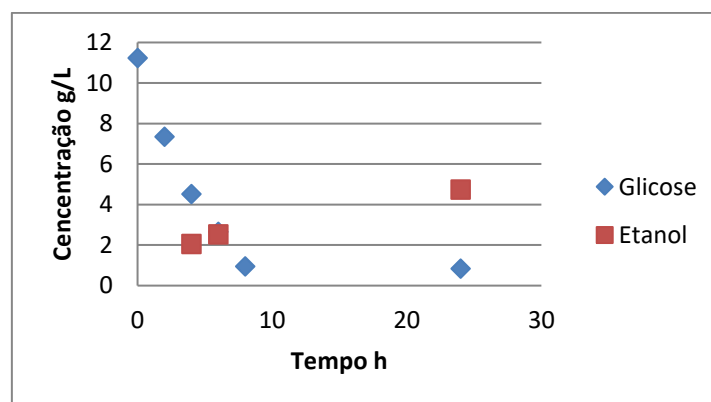


Fonte: Bautista-Justo et al, 2001.

### 3.2. FERMENTAÇÃO

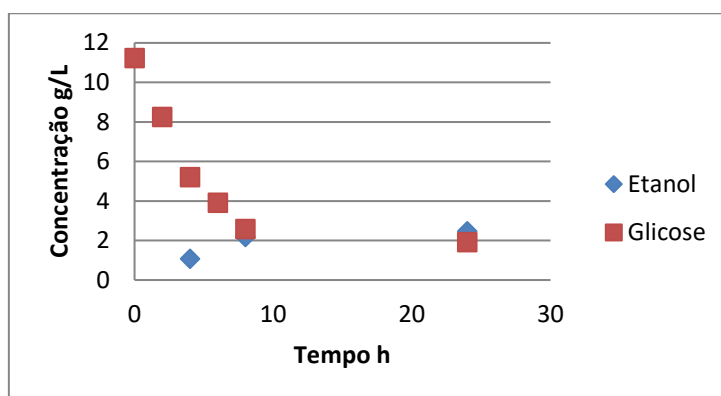
Os dados cinéticos referentes aos perfis de glicose e etanol na concentração de g/L em função do tempo estão representados nas Figuras 4 e 5, que representam, respectivamente, o sistema fermentativo com suplementação de nitrogênio e sem suplementação. Os parâmetros das curvas metabólicas estão apresentados na tabela 2 e os valores dos dados cinéticos em g/L encontram-se nas tabelas A1 e A2, no Apêndice A.

Figura 5. Perfil de concentração de glicose e etanol no sistema fermentativo de suco de sisal in natura cozidosuplementado com 1 g/L de nitrato de amônio, Sistema I.



Fonte: Autoria Própria

Figura 6. Perfil de concentração de glicose e etanol no sistema fermentativo de suco de sisal in natura cozido sem suplementação com nitrato de amônio, Sistema II.



Fonte: Autoria Própria

Tabela 2. Parâmetros das curvas logarítmicas ( $f(x) = a \ln(x) + b$ ) relativas aos sistemas de fermentação alcoólica de suco de sisal, com e sem suplementação de 1 g/L de nitrato de amônio.

Processo	Sistema I		Sistema II	
	Consumo de glicose	Produção de etanol	Consumo de glicose	Produção de etanol
a	-2,6805	+1,5310	-2,5274	+0,7250
b	+8,1562	-0,1351	+8,9904	+0,3063
R <sup>2</sup>	0,8098	0,9976	0,8546	0,8034

Analisando-se a Figura 4, verifica-se que a levedura consome quase todo o açúcar presente sistema 1 em 8 horas, enquanto no sistema 2 ela necessita de 24 horas para atingir tal consumo. Essa diferença de comportamento pode ser explicada pela diferença de suplementação nitrogenada entre os dois sistemas. Esse fato é corroborado pelo maior aumento na produção de etanol no sistema com suplementação. Silva (2008) cita que Alguns macronutrientes e/ou micronutrientes também são adicionados ao mosto, a fim de complementar as deficiências do meio, quanto a certos elementos indispensáveis às leveduras para uma máxima transformação dos açúcares.

O estudo realizado por Pinal (2009) com o Suco de Tequila (mosto para fermentação para obtenção da tequila) mostra que o açúcar fermentável foi consumido em quase sua totalidade em até 24 horas de processo, obtendo-se a maior concentração de etanol em 36 horas. O procedimento descrito por Díaz-Montaña (2007), usando suco de tequila, obteve o consumo de carboidratos em quase sua totalidade em 18 horas e a produção de etanol foi máxima em 24 horas, o que é mais condizente com o presente trabalho. Silva (2008) estudou

a suplementação com sulfato de amônio e  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , como fonte de nitrogênio e fósforo, respectivamente, na fermentação do caldo de cana, obtendo uma produtividade 6,39 g de etanol/L.h, o que representa um aumento de 65% em relação com a fermentação sem a suplementação.

### 3.2.1. Avaliação dos Parâmetros Cinéticos da Fermentação

Calculou-se o rendimento teórico de substrato em produto ( $Y_{p/S}$ ), a conversão teórica (C) e a Produtividade (P) no tempo de 24 horas, em ambos os sistemas, pois neste tempo foi onde houve maior concentração de etanol. (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de  $Y_{p/S}$ , P e C da produção de etanol em sistema fermentativo baseado em suco de sisal in natura suplementado ou não com sulfato de amônio na concentração de 1 g/L em 24 horas de fermentação.

Sistema fermentativo	$Y_{(p/s)}$	C	P
Sistema I (com suplementação)	0,422683	0,827169	0,197833
Sistema II (sem suplementação)	0,219621	0,429786	0,102792

Observa-se que a adição do suplemento nitrogenado no sistema 1 quase dobrou a produtividade em relação ao sistema 2. Logo, apesar da suplementação ser relativamente baixa (1 g/L), seu benefício é bastante expressivo.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O suco de sisal é um substrato adequado para a fermentação etanólica de *Saccharomyces cerevisiae*;
- O cozimento do suco de sisal hidrolisa carboidratos, aumentando a concentração de açúcares fermentáveis em quase 50%;
- A suplementação de 1 g/L de sulfato de amônio ao suco de sisal aumenta os parâmetros de rendimento e produtividade da fermentação.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R.; ORNELAS, J.; BRANDÃO, W.; **Situação Atual do Sisal Na Bahia E Suas Novas Possibilidades De Utilização E Aproveitamento**. Acessado em 10/06/2024. Disponível em [http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/3\\_comunicacao01v9n1.pdf](http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/3_comunicacao01v9n1.pdf)

BAHIA. **Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação. Plano de Melhoria da Competitividade do Arranjo Produtivo Local de Sisal: relatório técnico**. Salvador: SECTI, 2009. 120p.



- Bautista-Justo, M., García-Oropeza, L. Salcedo-Hernández, R. Parra-Negrete L. A. **Azúcares en Agaves (Agave Tequilana Weber) Cultivados en el Estado De Guanajuato**. ACTA UNIVERSITARIA. Vol. 11, No. 1. 2001
- BRASIL. **Métodos Físico-Químicos para Análises de Alimentos/Ministério da Saúde**. Instituto Adolfo Lutz, 2005.
- DÍAZ-MONTAÑO, D. M. ; DÉLIA, M.; ESTARRÓN-ESPINOSA, M.; STREHAIANO, P. **Fermentative Capability and Aroma Compound Croduction by Yeast Strains Isolated from Agave tequilana Weber Juice**. *Enzymeand. Microbial Technology* vol. 42 p 608–616, 2007.
- GUTIERREZ, L.E; **Produção de Glicerol por Linhagens de Saccharomyces Durante Fermentação Alcoólica**; Anais ESALQ, Piracicaba,vol 48, p 55-69, 1991.
- MILLER, G. L. **Use Of Dinitrosalicylic Acid Reagent For Determiation Of Reducing Sugar**. *Analytical Chemistry*, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
- PACHECO, T. F.; **Fermentação Alcoólica com Leveduras Decaracterísticas Floculantes em Reator Tipo Torre com Escoamento Ascendente**. Dissertação. Universidade Federal de Uberlândia. Tese de Mestrado em Engenharia Química. 2010.
- PIMENTEL, R. G. GONÇALVES, F. D. GASPAROTTO, REZENDE, F. L. C. S. H. **Etanol de Segunda Geração, o Biocombustível do Futuro**. Anais do X EPCC, Maringa – PR, 2017.
- PINAL, L.; CORNEJO, E.; ARELLANO, M.; HERRERA, E.; NUÑEZ L.; ARRIZON, J.; GSCHAEDLER, A. **Effect of Agave tequilana Age, Cultivation Field Location and Yeast Strain on Tequila Fermentation Process**. *J Ind Microbiol Biotechnol* vol. 36:655–661. 2009.
- SCHIMIDELL, W., LIMA, U.A.L.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. **Biotecnologia Industrial – Engenharia Bioquímica**. - Vol. 2. Editora Edgard Blucher, 2001
- SILVA, J. A. DAMASCENO, B. P. G. L. SILVA, F. L. H. MADRUGA M. S. SANTANA, D. P. **Aplicação da Metodologia de Planejamento Fatorial de Superfície de Resposta para Otimização da Fermentação Alcoólica**. *Química Nova*, Vol. 31, No. 5,p 1073-1077, 2008.
- SILVA, O. R. R. DA; BELTRÃO, N. E. M. **O Agronegócio Do Sisal No Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA/CNPA, 1999. Associação Brasileira De Normas Técnicas.
- SOUSA, M., MESQUITA, F.M.R.; FREITAS, M.M.M , SANTOS J.C.S.;SÁ, T.N.M, PINTO,G.A.S. **Fermentação Alcoólica Utilizando Suco Do Pedúnculo De Caju (AnacardiumOccidentale L.)**.Anais XVII Congresso Brasileiro De Engenharia Química, Foz Do Iguaçu - PR, 2010.
- VOLP P. L. O.; **Estudo da Fermentação Alcoólica de Soluções Diluidas de Diferentes Açúcares Utilizando Microcalorimetria de fluxo**; *Química Nova*, vol 20, p 528-534, 1997.

WALECKX, E. GSCHAEDLER, A. COLONNA-CECCALDI, B. MONSAN, P. **Hydrolysis of fructans from Agave tequilana Weber var. azul during the cooking step in a traditional tequila elaboration process.** Food Chemistry, v. 108, p. 40-48. 2008.

# CAPÍTULO XXI

## GESTÃO EDUCACIONAL SUSTENTÁVEL: A ESCOLA COMO AGENTE DE TRANSFORMAÇÃO AMBIENTAL

### SUSTAINABLE EDUCATIONAL MANAGEMENT: THE SCHOOL AS AN AGENT OF ENVIRONMENTAL TRANSFORMATION

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-21

André Fontana Weber <sup>1</sup>  
Geraldo Generoso Ferreira <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia na Universidade Federal de Santa Maria. MBA em Perícia e análise Ambiental. É Engenheiro Agrônomo e de Segurança do Trabalho, licenciado em Matemática pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci (Uniasselvi).

<sup>2</sup> Pós-doutor em Letras pelas PUC-RS. Doutor em Linguística pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE. Mestre em Linguística Aplicada pela Universidade de Taubaté, UNITAU. É Técnico em Assuntos Educacionais no CEFETMG lotado da Diretoria de Graduação, DIRGRAD. Desenvolve pesquisas voltadas para o ensino como trabalho na perspectiva discursiva. É líder do Grupo de Pesquisa LINFORPRO/CNPq.

#### RESUMO

Práticas ambientais são exigidas na formação multidisciplinar dos alunos, durante a passagem pela escola. Assim, o espaço de estudos deve propiciar que os alunos desenvolvam a sua formação integral, por meio de estratégias de ensino efetivas e transformadoras. Sabendo-se que a escola contempla grande parte dos conhecimentos necessários para a formação do ser humano para o desempenho de suas funções sociais com responsabilidade buscou-se por meio de artigos científicos, propostas educacionais que permitam inserir no espaço escolar estratégias de abordagem dos conteúdos relacionados às questões de desenvolvimento sustentável que possam tornar o modelo de gestão escolar mais sustentável, a fim de que possa servir como parâmetro principal para elaboração de conteúdos planejamento didático e modelo educacional em escolas, a fim de ampliar os conhecimentos sobre este assunto e inserir práticas viáveis no planejamento educacional. A pesquisa mostrou um conjunto de estratégias que podem ser inseridas no ensino, abrangendo a formação integral e crítica do sujeito, desde a infância até o ensino superior, contemplando diversas temáticas.

**Palavras-chave:** Educação. Sustentabilidade. Desenvolvimento Sustentável.

#### ABSTRACT

Environmental practices are required in the multidisciplinary education of students during their time at school. Thus, the study space should enable students to develop their comprehensive education through effective and transformative teaching strategies. Knowing that the school encompasses a large part of the knowledge necessary for the formation of human beings to perform their social functions responsibly, this study sought through scientific articles, educational proposals that allow the insertion of strategies in the school space to approach content related to sustainable development issues that can make the school management model more sustainable. This is so that it can serve as the main parameter for the elaboration of content planning, didactic planning, and educational model in schools, in order to expand knowledge on this subject and insert viable practices into educational planning. The research showed a set of strategies that can be inserted into teaching, covering the comprehensive and critical formation of the individual, from childhood to higher education, encompassing various themes.

**Keywords:** Education. Sustainability. Sustainable Development.

## 1. INTRODUÇÃO

Enquanto a sustentabilidade aborda conceitos relacionados à degradação ambiental e aos impactos humanos sobre o meio ambiente, o desenvolvimento sustentável está aliado às estratégias de planejamento participativo e a criação de modelos de gestão que envolvem uma esfera holística trazendo conceitos que vão muito além do econômico e ambiental. O desenvolvimento sustentável foca na produção tendo como premissa básica o não esgotamento dos recursos, objetivando que estes sejam garantidos às futuras gerações (PACHECO; KAWANISHI; NASCIMENTO, 2019; FEIL; SCHREIBER, 2017).

Ao estudar as dimensões da vida humana, interligando conhecimento, preparo para o mercado de trabalho e formação integral do sujeito, a escola é um espaço de formação que contempla a realidade social de seus alunos, a partir de modelos e propostas de ensino que valorizam um estilo de vida que põe em prática o desenvolvimento sustentável da sociedade, capaz de inserir o estudante no meio ambiente social, familiar e do trabalho, espera-se que esse seja capaz de refletir sobre a sua pegada ecológica<sup>1</sup> (WWF, 2021).

A partir das ideias trazidas pelo planejamento sustentável das ações humanas, idealizadas como modelo educacional filosófico, sistêmico e integrado, a escola pode definir ações e atividades que contribuem com o bem-estar de seus alunos e seus familiares, no meio ambiente em que se encontram. As ações envolvem a construção de um modelo mental capaz de observar o meio e intervir em situações-problema, possíveis de serem ajustados, a fim de garantir a qualidade de vida (CAIRES, 2019; SOUZA *et al.*, 2020).

Por meio da educação é possível questionar o modelo mental da sociedade, quanto à prática dos conceitos de desenvolvimento sustentável, de forma mais assertiva e concreta, dentro do currículo escolar, contextualizado com as diferentes realidades que os alunos pertencem. Ao fazer o estudo da vida humana na Terra, seja no emprego de ferramentas cartográficas, para a caracterização da paisagem, seja na ecologia, na matemática, na geografia geopolítica, por exemplo, ao estudar as formas de organização, produção e ocupação do meio, observa-se a inter-relação do ser humano com a natureza e como esta

---

<sup>1</sup> Pegada ecológica: Criada pelos pesquisadores Mathis Wackernagel e William Rees, da Global Footprint Network (GFN), a Pegada Ecológica é uma metodologia de contabilidade ambiental que permite avaliar a demanda humana por recursos naturais renováveis, com a capacidade regenerativa do planeta. É uma forma de traduzir, em hectares (ha), a extensão de território que uma pessoa, cidade, país, região ou até a população do mundo todo utiliza, em média, para suprir suas demandas de consumo: produtos, bens e serviços. Mais informações em: WWF BRASIL. Pegada ecológica: nosso estilo de vida deixa marcas no planeta. Rio de Janeiro, 2p. 2021. Link de acesso em: <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/)>. Acesso em: 18 out. 2021.

relação molda o espaço geográfico e altera o estilo de vida, as formas de organizações sociais, bem como o desempenho econômico das regiões.

Considerando-se um modelo educacional que enfatiza as questões ambientais como situação problema, busca-se, por meio deste estudo, partindo de uma pesquisa bibliográfica, estratégias de abordagem dos conteúdos relacionados às questões de desenvolvimento sustentável que possam tornar o modelo de gestão escolar mais sustentável, a fim de que possa servir como parâmetro principal para elaboração de conteúdos planejamento didático e modelo educacional em escolas, a fim de ampliar os conhecimentos sobre este assunto e inserir práticas viáveis no planejamento educacional.

O trabalho visa constituir um apanhado de ideias, por meio do apoio da literatura, estruturado a partir dos caminhos da pesquisa e da apresentação fundamentação teórica e seguindo os passos descritos na metodologia. Na sequência, apresentam-se os resultados obtidos a partir da pesquisa bibliográfica, por meio de uma discussão de ideias e finaliza-se apresentando uma síntese de ideias e as referências empregadas nesse estudo.

## **2. ABORDAGENS DA SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO**

A cultura brasileira é bastante distinta, em função da extensão do território, decorrente do processo de ocupação do território brasileiro, que contempla a elite portuguesa, a imigração europeia e também o processo de escravidão de negros e povos nativos. Essa pluralidade social requer um esforço do governo na instituição de políticas públicas que possam garantir o desenvolvimento social em meio a um território rico em recursos ambientais (SANTOS, 2019).

A má distribuição da população no território é responsável pela densidade populacional desuniforme, o que colabora para o impedimento uma aproximação da educação com parte da população em comunidades mais afastadas dos grandes centros urbanos, especialmente no campo (SANTOS, 2019). O campo transmite uma dualidade social, contracenando empresas do agronegócio, empregando técnicas da agricultura empresarial, com comunidades tradicionais e assentamentos familiares, pertencentes aos diversos movimentos sociais pela reforma agrária efetiva (SANTOS, 2017). Enquanto a maioria das cidades brasileiras apresenta problemas de saneamento, poluição, pela precariedade de serviços públicos insuficiente e padrões inadequados de uso do solo, em virtude da ocupação

premeditada de muitas áreas, sem qualidade de vida e sem preservar os espaços naturais, causando um grande desequilíbrio ecológico (ARAÚJO JÚNIOR *et al.*, 2018).

Nesse cenário dual de lutas pela reforma agrária em defesa da pequena propriedade, Santos (2017) defende que a educação foi inserida nesse meio como conquista pelos movimentos sociais, por meio de políticas públicas, como reconhecimento da necessidade de qualificação, para atender às demandas do campo. Nas grandes propriedades, a educação foi baseada nas oportunidades dos grandes centros, impulsionada pela revolução industrial e a expansão de núcleos educacionais.

A preocupação com a insustentabilidade dos sistemas urbanos e rurais parte da percepção humana sobre os eventos ambientais catastróficos e a permanência da espécie humana no planeta, colocando em xeque valores éticos humanos, fato que motivou a inserção dos assuntos relacionados ao desenvolvimento sustentável no espaço escolar brasileiro (HENNING, 2019; LUCENA, 2019), por meio de políticas públicas, especialmente a Lei de Educação Ambiental. Esta lei prevê o ensino dos conteúdos relacionados ao meio ambiente diluídos nas diversas disciplinas, formando competências para a conservação do meio ambiente (BRASIL, 1999).

A educação ambiental surge a partir de 1960 como resposta aos movimentos sociais em busca da qualidade de vida, sustentabilidade produtiva e proteção ao meio ambiente, defendendo novas formas de pensar a política de cuidado com o ambiente. E, em sua essência busca se inserir nos currículos escolares trazendo a ideia de respeito à dimensão essencial da educação, tratando o ambiente como a casa da humanidade, onde há as condições para a manutenção da vida. Assim, inúmeros órgãos governamentais, legislações, instituições reguladoras, organizações não-governamentais, associações, grupos de voluntário, trabalhos e eventos passaram a ser organizados para tratar sobre as questões relacionadas ao convívio do ser humano com o planeta (SOUZA, 2018).

Oliveira; Parente e Domingues (2017) explicam que a prática da educação está baseada nas percepções sobre a realidade local e depende da articulação entre a educação técnica e humana e o trabalho produtivo, considerando as condições culturais locais, às quais variam entre as regiões e povos. Napolis *et al.* (2018) observam ainda que a suficiência dos recursos de produção para o atendimento das necessidades humanas depende do conhecimento humano sobre o uso sustentável desses recursos. Para estes autores, a educação ambiental é o ponto de princípio para o estabelecimento de mudanças comportamentais e superação das

formas de produção que degradam o meio ambiente. Para Ramos (2006, p. 104), educação ambiental permite a “compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos” e que busca trabalhar os problemas ambientais em suas dimensões econômicas, sociais, tecnológicas e políticas, de forma holística e integrada, promovendo um verdadeiro desenvolvimento sustentável.

GALLARDO-MILANÉS; OLIVERA-PÁTARO e MEZZOMO (2019) descrevem que o conhecimento sobre as definições e propostas trazidas pelo desenvolvimento sustentável não é suficiente para alterações de padrões comportamentais, devido à sua multidisciplinaridade e quantidade de variáveis envolvidas, para formulação de uma prática efetiva de seus propósitos. Mas sim, a participação social na tomada de decisões, baseada nos princípios da democracia, que considera as necessidades das futuras gerações como um direito fundamental que deve ser garantido.

Gobbo, Nunes e Morais (2018) defendem a importância da comunidade em criar ações que visam o desenvolvimento sustentável e melhorias na qualidade de vida, isto é, a efetividade das ações para gerar mudanças. Por meio da ação popular e a articulação com o poder público, é possível criar alternativas que venham ao encontro do princípio do desenvolvimento sustentável, por meio da solidariedade.

Como parte integrante da comunidade, a escola é responsável por efetuar um intercâmbio entre a sociedade e a formação educacional de seus alunos. Nela os docentes efetuam a organização do conhecimento e efetuam pesquisa e transformam o conteúdo em conhecimento, promovendo ideias que garantam a continuidade da vida no planeta (FRIEDE *et al.*, 2019).

A partir das ideias trazidas pelos autores e observando a pluralidade cultural e condições sociais locais, ao professor, compete o planejamento e a escolha metodológica responsável, capaz de chamar a atenção dos alunos para os caminhos da sustentabilidade nos sistemas produtivos e no estilo de vida mais ecológico adotado por algumas propriedades. Baseado na interação entre diversos grupos de alunos, alunos e situação-problema, aluno e professor, com o emprego de conhecimentos multidisciplinares na resolução de problemas cotidianos, especialmente em temáticas que permeiam várias disciplinas, a fim de que possam surgir conhecimentos concretos que venham ao encontro das propostas de ensino previstas



no plano de ensino, contribuindo na compreensão do quebra-cabeça socioambiental que forma o território geográfico brasileiro (FORNAZI; OBARA, 2017).

Henning (2019) defende a necessidade do conhecimento integral, evitando-se a fragmentação de conteúdos e conceitos, a fim de encontrar caminhos que auxiliem na promoção da educação integral dos alunos e propostas de ensino que incentive os estudantes a formar conceitos e possuírem conhecimentos que lhes permitam atuar na sociedade e produzir de acordo com as necessidades da sociedade, sem causar impactos ambientais severos.

Os modelos de produção, a partir da análise das múltiplas variáveis envolvidas no uso de recursos produtivos do meio ambiente, passam pelo estudo de diversas áreas do conhecimento, e contemplam a análise de variáveis socioeconômicas, políticas e culturais que se relacionam com o meio ambiente, trazendo reflexões e projeções futuras sobre as decisões, ações e resultados dos eventos que a sociedade passou ao longo dos anos. Insere no campo de estudo do espaço geográfico os conflitos sociais dentro dos sistemas econômicos, as condições de vida em sociedade e a distribuição e acesso de recursos ambientais, energéticos e correlaciona indicações sociais com a qualidade de vida da população, em diferentes momentos históricos e em diferentes locais do planeta (SOUZA, 2018).

Nesse sentido, para Fornazi e Obara (2017, p. 18), a educação é vista como integral quando forma “um cidadão crítico, reflexivo e participativo, que seja autônomo e capaz de tomar decisões baseadas em análises e na argumentação”.

Métodos de abordagem que contemplam a análise crítica de problemas ambientais como viagens, oficinas e passeios permitem que o professor contextualize situações-problema do cotidiano dos alunos, planejando alguns conceitos e mostrando caminhos, de forma que instigue os alunos a pensar e agir diante das situações que são apresentadas. Os alunos passam a fazer uso do conhecimento obtido na sala de aula, unindo a teoria e a prática, por meio do trabalho em equipe e da percepção individual sobre os fatos, trazendo assim uma reflexão sobre os fatos, a partir da expansão do conhecimento, incidindo sobre os fatos uma visão holística (FORNAZI; OBARA, 2017).

Oliveira; Parente e Domingues (2017) apresentam o método de pedagogia da alternância, na qual o processo educacional passa por uma formação integral, por meio do trabalho, bastante utilizado no meio rural, a partir das experiências prévias obtidas pelo trabalho realizado nas propriedades dos jovens do campo. Esse método, proveniente da

França, em 1935, permite que os jovens planejem o desenvolvimento de sua região, a partir da vivência na propriedade e na escola, mesclando o estilo de vida escolar com os vários ambientes, permitindo uma ideia mais concreta sobre o meio em que se encontra, compartilhando ideias e soluções. No Brasil, tal prática passou a ser adotada em escolas agrícolas, com a missão de trazer uma visão que contemplasse a teoria com a realidade, propondo trocas de conhecimento e a produção de conhecimentos a partir da transformação do meio social. Com o passar do tempo, tal método passou a ser difundido em espaços que contemplam a agricultura tradicional e populações ribeirinhas, focando no desenvolvimento sustentável e no respeito a cultura local.

Para Henning (2019), a temática do desenvolvimento sustentável possui uma condição interdisciplinar e transversal de aplicação e deve abranger as diversas áreas do conhecimento, tratando problemas cruciais sobre o desenvolvimento da sociedade e devem trazer a conscientização da importância das relações estabelecidas entre o ser humano e o meio ambiente no qual pertence, sendo uma forma de sobrevivência para a humanidade e garantia de continuidade produtiva.

Nesse contexto, os estudos de Gallardo-Milanés; Olivera-Pátaro e Mezzomo (2019) mostraram que a formação acadêmica e o pensamento dos estudantes do curso de Geografia são inconsistentes sobre a temática da sustentabilidade. A pesquisa revelou que os estudantes não creem em uma preservação efetiva dos recursos do planeta para as gerações futuras, porém percebem que o consumismo desenfreado é uma causa nítida dos problemas ambientais do presente. Essa consideração feita pelos autores corrobora com os estudos de Motin *et al.* (2019), ao conduzir uma busca pelas publicações de trabalhos de final de curso de mestrado e doutorado, evidenciando que a temática ambiental necessita maiores avanços científicos, especialmente no tocante à compilação de conteúdo e análise mais crítica, necessária ao rigor científico.

Para superar essas inconsistências é necessária uma vivência dentro da educação ambiental, que pode ser favorecida por estágios, em que os estudantes possam aproximar a realidade com a atividade didática, em espaços educativos que possibilitem a prática de conceitos teóricos. A vivência em espaços que possibilitam a apropriação do conhecimento, contempla a valorização do saber local, a condições únicas da região e valoriza a educação e o trabalho deixando o processo docente mais dinâmico, vinculado às relações socioambientais e transparece mais a experiência vivida pelos docentes, qualificando mais os métodos de

ensino e facilita a coordenação de ações coletivas em prol do desenvolvimento sustentável (ARAÚJO; PORTO, 2019).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo bibliográfico baseou-se em uma pesquisa no portal de periódicos do Ministério da Educação, sendo as palavras-chave escolhidas para busca: Pedagogia. Educação. Sustentabilidade. Desenvolvimento Sustentável. O filtro temporal empregado na condução da pesquisa permitiu selecionar trabalhos publicados a partir de 2017, em que foram previamente selecionados os artigos relevantes. Após a leitura dos artigos, realizou-se a seleção dos mesmos com base nos objetivos, de forma a responder os questionamentos que mobilizaram esta pesquisa.

Uma segunda leitura foi realizada para buscar as ideias trazidas nos artigos, às quais foram sintetizadas e transcritas a partir da compreensão qualitativa, de forma organizada, em tópicos, formando uma sequência de dialógico, comparando as opiniões dos autores, para que o leitor possa compreender e se apropriar das informações deste estudo.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As obras consultadas trouxeram uma vastidão de ideias para abordar a temática ambiental no espaço de formação escolar. Segundo os textos lidos, algumas práticas podem ser implementadas, como por exemplo: grupos de estudos, viagens, oficinas pedagógicas multidisciplinares com abrangência ambiental, hortas comunitárias e pontos de coleta seletiva.

Gobbo, Nunes e Morais (2018) apresentaram a proposta de interação de grupo sociais para o desenvolvimento de ações a partir da avaliação das potencialidades do desenvolvimento local de forma harmônica. A percepção do grupo permite a troca de ideias baseada no diálogo, em que se constroem projetos educativos coordenados de ação social com finalidade pedagógica. Essa forma de trabalho reforça valores e envolve os sujeitos na responsabilidade social, pelo exercício da cidadania e superação de problemas contemporâneos.

O desenvolvimento de viagens e grupos de estudos deve considerar a possibilidade dos professores em acompanhar os alunos, nesse processo de apropriação do conhecimento, isto é, orientação, quando requer uma abordagem mais prática, considera-se também a extensão do processo educativo, a fim de que o planejamento não venha a comprometer uma

metodologia muito abrangente que possa não surtir os efeitos desejados. Quando a prática pedagógica surte efeitos positivos, há uma nítida melhoria no processo de discussão, produção textual e pode vir a resultar na produção de artigos científicos, como modelo de abordagem efetivo (OLIVEIRA; PARENTE; DOMINGUES, 2017).

Fornazi e Obara (2017) ao estudarem a aplicação de uma oficina pedagógica no ensino multidisciplinar de Ciências observaram que a problematização do conteúdo gerou impactos positivos no aprendizado dos alunos, mobilizando-os a participarem ativamente das atividades propostas nas aulas. Quanto aos métodos de ensino, tal conteúdo mostrou-se bastante atual, requerendo uma formação continuada que permita aos professores uma troca de experiência para aperfeiçoamento de práticas docentes. A abordagem permitiu avançar em temáticas sobre preservação de recursos hídricos, mata ciliar, proteção de nascentes dentro do contexto de uma bacia hidrográfica, como desmatamento, assoreamento de cursos d'água, desenvolvendo uma análise crítica e compreendendo na prática os fenômenos estudados, fixando alguns conhecimentos abstratos encontrados na literatura por meio da análise da realidade em que se encontra.

Oliveira; Parente e Domingues (2017) fazem a sugestão de viagens organizadas, por meio de projetos escolares que contemplem a diversidade de ambientes e a elaboração de projetos que possam ter aplicações na prática, em comunidades agrícolas, assentamentos e grupos sociais menos expressivos, como quilombolas, indígenas e comunidades tradicionais, porém, devido à dificuldade em organizar essas atividades, em função do custo e os riscos relacionados à viagem requer uma certa quantidade de recursos que em muitos casos pode inviabilizar a prática, sendo uma prática mais comum no ensino superior, uma vez que possui maior facilidade de obter subsídios de projetos e órgãos de fomento à pesquisa.

Lucena (2019) sugere que o ensino das questões ambientais pode se iniciar a partir de desenhos, em que os alunos efetuam o desenho à mão livre, sobre conteúdos relacionados ao bioma local, inserindo aspectos paisagísticos, de fauna e flora, permitindo ao professor conduzir a discussão sobre uma série de eventos que abordam o reconhecimento dos biomas e ecossistemas e as problemáticas que afetam a região. O autor defende que a apropriação do conteúdo e a percepção, por meio do desenho contribuem para uma maior aprendizagem e reflexão sobre o conteúdo estudado, fornecendo ao professor uma série de informações sobre a percepção ambiental de seus alunos. Napolis *et al.* (2018) ainda sugerem que os

desenhos podem ser recortados e colados agrupados de forma que a estrutura se pareça com árvores e possa compor uma espécie de mural na escola, ideal para trabalhos com crianças.

A partir desta linha de raciocínio, no ensino superior é muito comum ocorrer a organização de oficinas, palestras, viagens e eventos para divulgação de ações sociais, contemplando o desenvolvimento sustentável, com ou sem o apoio de instituições financiadoras, especialmente quando remetem a alguma temática que mesclam o tripé: ensino, pesquisa e extensão, permitindo o intercâmbio de ideias e a promoção do conhecimento. Nessas ocasiões, há o contato com diversos públicos, em que há a possibilidade de as escolas levarem as crianças e jovens ao encontro dos estudantes do ensino superior, despertando a curiosidade e os primeiros contatos com o universo acadêmico.

A possibilidade de construção de hortas comunitárias é trazida por Zancanella e Detgni (201) na qual se reforça a prática profissional agrícola e conhecimentos sobre produção vegetal. Reforça o contato com o solo e a integração de conhecimentos que vão desde o entendimento dos fatores de produção até a venda de produtos ou o preparo para consumo na escola e na família. A ideia da horta abrange a componente curricular de biologia e o entendimento de fatores relacionados ao manejo de plantas, como ervas e pragas, reconhecimento e aplicação de práticas de defesa do sistema de cultivo. Essa prática requer a capacitação docente e a disponibilidade de áreas para cultivo.

A escola pode realizar a instalação de pontos de coleta de resíduos sólidos domiciliares em locais do pátio, os quais podem ser trabalhados dentro da ideia de seleção e reaproveitamento, além da reciclagem e do artesanato, envolvendo uma compreensão mais profunda acerca da necessidade de consumo e descarte, mostrando a adesão dos participantes e pessoas que não estavam engajadas na ideia também mostraram interesse. A proposta trouxe reflexões sobre as formas de manejar os resíduos, a necessidade de separação e destinação correta e o destino do material quando encaminhado para a coleta por meio de caminhões (FRIEDE *et al.*, 2019).

A forma de abordagem das variáveis ambientais deve superar os desafios das diferentes culturas que formam a sociedade e a distribuição geográfica dos alunos, permitindo que cada cultura possa expor as suas problemáticas e discutir situações-problema a fim de encontrarem um denominador comum e um ponto de partida. Nesse sentido, a abordagem deve ser pensada de modo que contemple uma educação que não se encerra na sala de aula.

ARAÚJO JÚNIOR *et al.* (2018) defendem a necessidade de uma formação educacional não formal, além das escolas, envolvendo a comunidade a fim de promover a educação ambiental e surtir efeitos mais significativos. Nessa ideia, traz-se as concepções ambientais para a realidade local, engajando os alunos dentro da proposta da educação ambiental permitindo que os estudantes visitem espaços de preservação ambiental e vivenciem a experiência harmônica no meio ambiente sustentável.

Os modelos propostos trazem uma concepção da realidade local e dialogam com os modelos de desenvolvimento encontrados na literatura, que segundo Lucena (2019), permitem a abordagem de uma vastidão de conteúdo, a partir das relações entre os estudantes com o meio ambiente ao seu redor e as inter-relações envolvidas nos processos de vida, consumo e trabalho.

Estudos feitos com estudantes universitários UNESPAR-Brasil mostrou a importância dada às questões ambientais, pelos estudantes dessa Instituição, a partir do julgamento crítico demonstrado sobre os fatos que envolvem as questões ambientais, motivando-os a participarem de atividades que envolvem o cuidado com o meio-ambiente. Contudo, o estudo mostrou a complexidade da temática ambiental, tendo em vista as catástrofes ambientais que se sucedem, passando despercebido aos olhos das instituições de ensino. Nesse sentido, os autores propõem uma maior abordagem da sustentabilidade dentro do processo de formação acadêmica, inserindo os jovens em projetos articulados focados na conservação, preservação e proteção do meio ambiente, de forma que as ações se repliquem ao deixar o espaço acadêmico, influenciando as atividades posteriores da vida e continuação profissional (GALLARDO-MILANÉS; OLIVERA-PÁTARO MEZZOMO, 2019).

Oliveira; Parente e DOMINGUES (2017) defendem a necessidade de formar profissionais para a diversidade social e cultural, inserindo espaços de debates durante a formação acadêmica, para que possam ser receptivos na escola com a comunidade, quebrando antigos paradigmas, especialmente em relação à população rural e comunidades ribeirinhas, fortalecendo a educação integral e contemplando a diversidade. Nessa visão, Araújo e Porto (2019, p. 7) defendem a importância do estudante realizar estágios em sua formação acadêmica, a fim de “promover a reflexão acerca da forma como os saberes docentes são adquiridos e aplicados, pois alia conhecimento acadêmico com a experiência vivencial do ambiente de trabalho” consolidando conhecimentos que serão úteis ao longo da carreira profissional, contribuindo na prática de ensino ao trazer suas experiências,

percepções e habilidades, que se refletem na orientação de projetos e no momento de sanar dúvidas aos estudantes.

HENNING (2019) coloca como desafio para a educação ambiental a abordagem da continuidade dos processos produtivos sustentáveis, ao considerar a necessidade de produção para atender à demanda mundial e a mudança de comportamento humano, políticas e estratégias práticas que permitam o uso dos recursos de produção e a preservação e recuperação ambiental.

Diante disso, a abstração desses conhecimentos trazidos pelo estudo das temáticas ambientais, envolvendo os princípios do desenvolvimento sustentável implica o repensar do desenvolvimento contemporâneo, trazendo um elo de ligação entre as variáveis ambiental, social, econômica, política e educacional, deixando de dar a maior importância ao homem e suas necessidades, passando a planejar o tratamento do meio ambiente com responsabilidade e comprometimento, sendo assim, a partir da mudança de pensamento sobre as ações humanas é que se pode minimizar o consumismo e usar dos recursos ambientais de forma racional (GALLARDO-MILANÉS; OLIVERA-PÁTARO MEZZOMO, 2019).

## **5. CONCLUSÃO**

O ensino é um grande desafio à docência, hoje, com a evolução tecnológica e as alterações constantes na legislação e na forma como o mundo vem se comportando diante dos desafios impostos pela globalização. Pensar geografia é compreender que o mundo muda, balizado pela evolução social que se constrói a partir de valores inseridos no processo de fazer sociedade. Assim, insere-se a preocupação com a sustentabilidade dos processos produtivos e a consciência do fazer parte da transformação, que por meio da educação, faz crianças tornarem-se responsáveis na construção de uma sociedade ética e justa.

A inserção de muitas das práticas de ensino vistas por meio dos artigos estudados permite a elaboração de um programa didático para a disciplina de Geografia que contemple todos os conteúdos, além, de trabalhar, de forma mais prática, os conteúdos possuem uma aplicação prática e constituem-se como propostas de intervenção social, abrangendo uma esfera multidisciplinar de conhecimentos.

Com planejamento, recursos e espaço as escolas poderão implementar as estratégias de ensino e aplicarem na comunidade algumas intervenções, além de estabelecer parcerias com a sociedade no desenvolvimento de ações concretas. As estratégias trazidas pelos



autores auxiliam na formação integral do sujeito e envolvem do primário ao ensino superior, mostrando a necessidade e a aplicação de uma educação ambiental efetiva, seja ela no espaço rural, seja ela no espaço urbano.

As propostas apresentadas na literatura constituem efetivamente um vasto conjunto de ideias que, aplicadas ao processo de ensinar enriquecem a didática comumente empregada, inovando as aulas e tornando a escola mais extensionista, perfazendo uma mescla da teoria e prática com diferentes realidades, auxiliando na percepção de valores e contextos multidisciplinares, que reforçam o desenvolvimento sustentável do meio social dos alunos, independentemente da idade.

O trabalho não esgota o assunto, mas traz reflexões sobre atuais métodos de ensino tradicionais, centrados na realidade e percepção do professor, com o apoio da literatura, voltando-se à realidade da escola e dos alunos, bem como do contexto social que se aplica. Assim, sugere-se que pesquisas aplicadas possam ser realizadas em diferentes contextos, a partir das questões trazidas nesta reflexão, a fim de proporcionar um verdadeiro desenvolvimento sustentável, que se inicia na percepção de um estudante de geografia em sua aula.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Andiará dos Santos; PORTO, Klayton Santana. Vivências de estágio supervisionado em Ciências da Natureza em uma escola do campo: reflexão das práticas pedagógicas na formação inicial de professores da Educação do Campo **Revista Brasileira de Educação do Campo**: Tocantinópolis, v. 4, 17p. 2019.

ARAÚJO JÚNIOR, Antônio Carlos Ribeiro; SANTOS, Alexandre Ribeiro dos; PEREIRA, Rodrigo Laurena; OLIVEIRA, Francisco Diniz. Práticas ambientais no parque ecológico bosque dos papagaios, Boa Vista/RR. **GEO UERJ**: Rio de Janeiro, n. 33, e, 30187, 2018.

BRASIL. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, Coleção de Leis do Brasil, v. 4, p. 1831, 27 abr. 1999.

CAIRES, Taísa Cecília de Lima (Ed.). **Caderno de atividades de Educação para Sustentabilidade**. São Bernardo do Campo, SP: Fundação Espaço ECO, 196p. 2019.

FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Caderno EBAPE.BR**, v. 14, nº 3, Artigo 7, Rio de Janeiro, jul./set. 2017.

- FORNAZI, Valéria Brumato Regina; OBARA, Ana Tiyomi. O uso de oficinas pedagógicas como estratégia de ensino e aprendizagem: a bacia hidrográfica como tema de estudo. **Investigações em ensino de ciências**: Porto Alegre, v. 22, p. 166 – 185, ago. 2017.
- FRIEDE, Roy Reis; REIS, Danielle de Souza; AVELAR, Katia Eliane Santos; MIRANDA, Maria Geralda de. Coleta seletiva e educação ambiental: reciclar valores e reduzir lixo. **Educação & Formação: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação**: Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, v. 4, n. 11, p. 117 – 141, maio/ago. 2019.
- GALLARDO-MILANÉS, Olga Alicia; OLIVERA-PÁTARO, Cristina Satiê de; MEZZOMO, Frank Antonio. *El estudiantado universitario de UNESPAR - Brasil: sus percepciones sobre el desarrollo sostenible*. **Revista Educación**: Universidade de Costa Rica Costa Rica, v. 43, n. 1, 16p. 2019.
- GOBBO, Giovanna Del; NUNES, Eduardo José Fernandes; MORAIS, Anaie Leite Silva. Círculo de estudos, observatório de educação e turismo de base comunitária: contribuições de metodologias participativas para o desenvolvimento local. **Revista FAEBA – Educação e Contemporaneidade**: Salvador, v. 27, n. 52, p. 60-71, maio/ago. 2018.
- HENNING, Paula Corrêa. Verdades educacionais no Brasil e na Espanha: tensionamentos ambientais sob análise. **Educação Temática Digital**: Campinas/SP, v.21 n.3 p.674-694 jul./set. 2019.
- LUCENA, Mycarla Míria Araújo de. Percepção ambiental como metodologia dialógica no ensino de geografia no IFRN-Campus avançado de Parelhas. **Revista HOLOS**: Bela Vista/RN, ano 35, v.7, 12p. 2019.
- MOTIN, Sirlene Donainski; GONÇALVES, Raquel Maistrovicz Tomé; CASSINS, Dircelia Maria Soares de Oliveira; SAHEB, Daniele. Educação ambiental na formação inicial docente: um mapeamento das pesquisas brasileiras em teses e dissertações. **Investigações em Ensino de Ciências**: Porto Alegre, v. 24, p. 81-102, abr. 2019.
- NAPOLIS, Patrícia Maria Martins; CURVO, Lucimar Rodrigues Vieira; LUCA, Alexander Stein de; LIMA, Aguiel Messias de; GOMEZ, Luis Paoli Schiffino; ALENCAR, Sonia Biaggi Alvez de; FERREIRA, Gecilene. Educação ambiental: implementação da agenda 21 no Centro Municipal de Educação Infantil Monte Verde em Teresina/PI - (Brasil). **Revista Internacional de Ciências**: Rio de Janeiro, v. 08, n. 01, p. 3-26, jan-jun, 2018.
- OLIVEIRA, Assis da Costa; PARENTE, Francilene de Aguiar; DOMINGUES, William César Lopes. Pedagogia da Alternância e(m) Etnodesenvolvimento: realidade e desafios. **Educação & Realidade**: Porto Alegre, v. 42, n. 4, p. 1545-1565, out./dez. 2017.
- PACHECO, Juliana Thaisa Rodrigues; KAWANISHI, Juliana Yuri; NASCIMENTO, Rafaelly do. **Meio ambiente e desenvolvimento sustentável**. V. 1. Editora Atena: Ponta Grossa/PR, 386p. 2019.

- RAMOS, Elisabeth Christmann. **A abordagem naturalista na educação ambiental:** uma análise dos projetos ambientais de educação em Curitiba. 232p. 2006. Tese (Doutorado em Ciências Humanas), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2006.
- SANTOS, Arlete. Os movimentos sociais do campo e a Reforma Agrária do Consenso. **Mundo Agrário: La plata/Argentina**, v. 18, nº 38, 21p. ago. 2017.
- SANTOS, Edmilson Santos; VELLOSO, Tatiana Ribeiro; NACIF, Paulo Gabriel Soledade; SILVA, Gilvania. Offer of Schools of Quilombola School Education Center in the Northeast/BR. **Educação & Realidade:** Porto Alegre, v. 44, n. 1, 22p. 2019.
- SOUZA, Janielede Brito; MOURA-FÉ, Marcelo Martins; OLIVEIRA, Marcus Vinícius de; NADAE, Jeniffer de. As Dimensões do Desenvolvimento Sustentável e suas implicações na Educação Ambiental no Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 15. N. 5, 89-108p. 2020.
- SOUZA, Tiago Zanquêta. A educação ambiental popular: contribuições em práticas sociais. **Motricidades: Revista da Sociedade de pesquisa qualitativa em motricidade humana:** São Carlos/SP, v. 2, n. 1, p. 60-70, jan.-abr. 2018.
- ZANCANELLA, Yolanda; DETGNI, Andreia Aparecida. Pedagogia da Alternância proposta de formação: Casa Familiar do município de Coronel Vivida – PR. **RBEC: Revista Brasileira de Educação do Campo:** Universidade Federal do Tocantins, Tocantinópolis, v. 4. 28p. 2019.

# CAPÍTULO XXII

## IMPACTOS AMBIENTAIS E URBANOS DECORRENTES DA REATIVAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO NA CIDADE DE QUIXADÁ-CE

### ENVIRONMENTAL AND URBAN IMPACTS RESULTING FROM THE REACTIVATION OF THE LANDFILL IN THE CITY OF QUIXADÁ, CEARÁ

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-22

Michael Jackson Alves de Oliveira <sup>1</sup>  
João Pedro Castro Bezerra <sup>2</sup>  
Daniela Lima Machado da Silva <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará – UFC

<sup>2</sup> Graduando do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará – UFC

<sup>3</sup> Professora adjunta da Universidade Federal do Ceará – UFC

#### RESUMO

A revolução industrial se destacou por evoluir os meios de manufaturação, aumentando exponencialmente a coleta de matéria prima e a quantidade de produtos gerados pelos novos centros industriais. A produção desenfreada de resíduos sólidos e o descarte inadequado desse material se tornou um dos principais problemas dos centros urbanos e das pequenas cidades em desenvolvimento. A ausência de fiscalização referente ao despejo desses, assim como a falta de centros de reciclagem responsáveis pela coleta seletiva e pelo manejo correto no gerenciamento dos resíduos, acarretou no crescimento do número de lixões não regulamentados e de aterros sanitários superlotados e ineficientes, incapazes de atender a demanda de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados nas pequenas e grandes cidades. Com o intuito de verificar a magnitude dos impactos ambientais causados por determinadas atividades potencialmente poluidoras, surge a avaliação de impacto ambiental como uma ferramenta utilizada para identificar, prever e avaliar possíveis impactos ambientais negativos de aterros irregulares. Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar as consequências e os impactos ambientais e antropológicos causados, após a reativação do depósito de resíduos sólidos urbanos no município de Quixadá, cidade localizada no interior do estado do Ceará, utilizando os métodos de checklist e o índice de qualidade de aterros sanitários.

**Palavras-chave:** Resíduos. Aterro Sanitário. Impacto Ambiental. Ineficiência. Avaliação.

#### ABSTRACT

The Industrial Revolution was marked by advancements in manufacturing processes, exponentially increasing the extraction of raw materials and the volume of products generated by new industrial centers. The rampant production of solid waste and its improper disposal has become one of the main issues in urban centers and developing small towns. The lack of oversight regarding waste disposal, along with the absence of recycling centers responsible for selective collection and proper waste management, has led to the growth of unregulated dumps and overcrowded, inefficient landfills unable to meet the demand for urban solid waste generated by small and large cities. In order to assess the magnitude of the environmental impacts caused by certain potentially polluting activities, environmental impact assessment has emerged as a tool used to identify, predict, and evaluate possible negative environmental impacts of irregular landfills. Therefore, this study aims to analyze the environmental and anthropological consequences and impacts following the reactivation of the urban solid waste landfill in the municipality of Quixadá, a city located in the interior of the state of Ceará, using the checklist method and the landfill quality index.

**Keywords:** Solid Waste. Sanitary Landfill. Environmental Impact. Inefficiency. Assessment.

## 1. INTRODUÇÃO

O depósito de RSU de Quixadá foi fundado em 2003 como um aterro controlado e planejado. Esse projeto foi considerado uma proposta inovadora para a cidade. No entanto, ao longo dos anos, a estrutura sofreu sucateamento e perdeu a eficiência prevista antes de sua construção. A ausência de projetos de coleta seletiva, o despejo inadequado de rejeitos industriais e lixo hospitalar, somados ao aumento da população e ao crescimento da cidade, transformaram o espaço em um grande lixão a céu aberto, incapaz de atender à demanda de resíduos produzidos, tornando-o um grande dilema para a população e para o meio ambiente e gerando grandes transtornos.

O surgimento de vetores provenientes do lixão e o mau odor causado pelos gases começaram a se tornar um grande problema para as habitações situadas nas proximidades. De acordo com Lima et al. (2022), a qualidade da água de pequenas lagoas usadas para irrigação e pastagem próximas a aterros irregulares pode ser comprometida, dependendo da distância em relação à lagoa de lixiviado e da profundidade do lençol freático. Além disso, o problema mais abrangente são os incêndios recorrentes, que formam extensas nuvens de fumaça tóxica que se alastram por todo o território quixadaense e chegam a alcançar as cidades vizinhas, dependendo da intensidade e do descontrole do incêndio.

As ocorrências de incêndios e os problemas decorrentes a esses, já foram alvo de grandes denúncias noticiadas por canais de diversas regiões do Nordeste, manifestando a indignação da população e apontando os crimes ambientais, além das possíveis consequências geradas à saúde da população que entra em contato com a fumaça tóxica durante esses episódios.

As denúncias levaram ao desligamento completo do aterro em 2017, quando se iniciou o projeto de limpeza e reabilitação do local; também ocorreu o transporte de resíduos para a cidade de Senador Pompeu-CE. Todavia, em 2021, houve a reativação do depósito de RSU, e, atualmente, os problemas antigos persistem.

## 2. OBJETIVOS

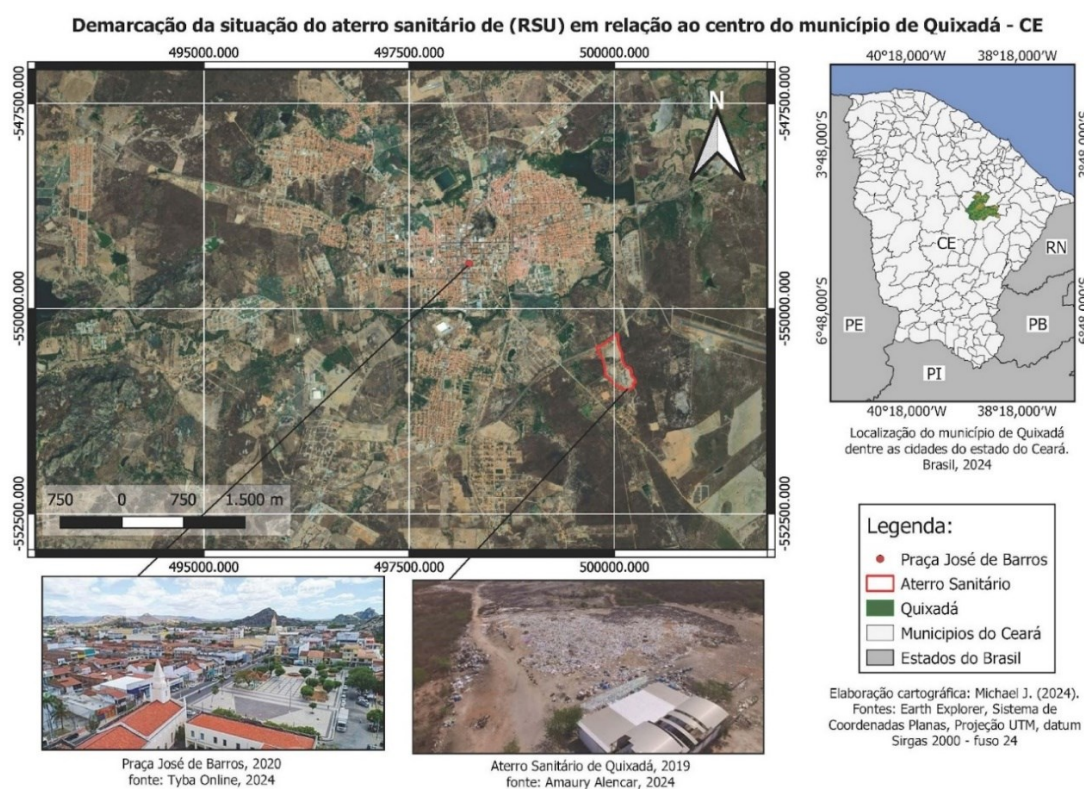
- Esse estudo visa como objetivo, evidenciar e contribuir para o diagnóstico dos impactos ambientais provenientes do uso indevido do aterro sanitário de Quixadá-CE, que mesmo após seu encerramento em 2017, continua a operar de forma ineficaz.

- Entender a problemática envolta do funcionamento inadequado do lixão presente na cidade de Quixadá, como também, os danos causados à população e ao meio ambiente desde a sua fundação em 2002.
- Refletir sobre os impactos causados pela má gestão pública referente gestão de resíduos sólidos e os impactos direcionados a sociedade e a natureza.

### 3. DESIGNAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1. MUNICÍPIO DE QUIXADÁ

Quixadá é um município localizado no estado do Ceará, com uma população aproximada de 80.600 habitantes conforme dados do IBGE de 2022. Sua área abrange 2.019,8 km<sup>2</sup>, resultando em uma densidade demográfica de 39,90 habitantes por km<sup>2</sup>. A cidade apresentou um constante crescimento populacional durante as últimas décadas e se tornou um polo universitário de destaque no interior do estado do Ceará.



#### 3.2. HISTÓRICO DO DEPOSITO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM QUIXADÁ-CE

Em 2002 o desenvolvimento da cidade já era perceptível e como plano de proposta do governo do estado para a gestão integrada dos resíduos sólidos e sua destinação final de cada



município, Quixadá estava na linha de frente pronto para receber o investimento de R\$ 450 mil para iniciar o projeto de um aterro sanitário. (Diário do Nordeste, 2003).

A construção do aterro foi um marco. Todavia, alguns anos após a construção o mesmo já enfrentava sucateamento e funcionamento ineficaz, a coleta seletiva e separação dos resíduos não estava sendo feita de maneira adequada e o local já se portava como um lixão, os meios de comunicação local, noticiam que tal feito deu-se por conta do crescimento exacerbado da zona urbana e do aumento da população, a falta de gerenciamento e de investimento em mão de obra qualificada também são citados. (Monólitos Post, 2021).

### 3.3. COLETA DE INFORMAÇÕES

As observações e visitas ao local ocorreram 5 vezes entre os anos de 2023 e 2024, sendo a última observação no final do mês de junho de 2024, vale ressaltar, que além da visão dos altos volumes de lixo exposto é possível visualizar uma lagoa de lixiviado sem tratamento a céu aberto.

Segundo o jornal (monólitos post, 2017), a desativação do lixão de Quixadá surgiu devido ao caos iniciado pelos problemas que o mesmo vinha causando para a população e para o meio ambiente, como; incêndios, poluição, degradação ambiental da área e problemas de saúde para a vizinhança local.

## 4. METODOLOGIA

Utilizou-se os softwares *Qgis – versão 3.22* para a confecção do mapa de situação dos objetos de estudo e o *Google Earth* para o mapeamento dos desníveis geológico de referenciamento da área de situação do aterro. Para realizar a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), foi utilizado o método de checklist, proposto por Campos (2008) e adaptado por Araújo (2015), além do Índice da Qualidade de Aterros de Resíduos (IQAR). A escolha desses métodos foi baseada nas preconizações da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O quadro 1, indica os itens listados no método do *check list*.

Aspectos	Patametros de agravo	Critérios	
Solo/subsolo	Apresenta sinais de erosão	Sim	Não
	Alteração na capacidade de uso de terra	Sim	Não
	Danos ao relevo	Sim	Não
	Permeabilidade do solo	Sim	Não
Ar	Emissão de odores	Intenso   Fraco   Moderado	



	Presença de dutos de gases	Sim	Não
	Queima de resíduos	Sim	Não
	Proximidade ao núcleo habitacional	D < 1000m	
<b>Mananciais superficiais</b>			
Água	Comprometido	Sim	Não
	Presença de chorume a céu aberto	Sim	Não
	Distancia	D < 200m	D ≥ 200m
	Equilíbrio	Sim	Não
	Reequilíbrio	Natural	Intervenção humana
	Utilidades	Consumo hum/anim/irriga	Não utilizado
Paisagem	Alteração na paisagem	Sim	Não
	Alteração na paisagem original	Sim	Não
	Existe projeto de readequação	Sim	Não
Outros	Presença de animais	Sim	Não
	Desvalorização de terrenos vizinhos	Sim	Não
	Presença de vetores de doenças	Sim	Não
	Presença de catadores	Sim	Não
	Danos á saúde de quem transita	Sim	Não

Quadro 1. Checklist para avaliação dos aspectos e parâmetros.

Fonte: Sobral et al. (2007), adaptado por Oeiras e Bezerra (2022).

O método do *check list* seguiu a metodologia descrita por Tommasi (1993), onde indica que deve ser atribuído um peso variando de 1 a 5 de acordo com a importância para cada atividade, para as consequências atribui-se notas entre -5 e 5, onde -5 indica um impacto negativo, 0 (zero) quando não houver impacto e +5 quando o impacto for positivamente acentuado. O índice de impacto (IQR) foi calculado através da Equação (1), como descrito por Gomes et al. 2015.

Eq.(1)

$$I_{\text{impacto}} = \frac{\Sigma(PA \times NC)}{\Sigma(PA)}$$

Onde:

$I_{\text{impacto}}$  = Índice de impacto

PA = Peso das ações

NC = Nota das consequências

Para determinar o índice de qualidade de aterros (IQR), foram verificadas as principais características do local, como a infraestrutura implantada e condições de operação, em seguida, aplicadas ao formulário proposta padronizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2007). Com base no resultado seguindo o método, pode-se avaliar os

valores, atribuir pontuações e classificá-los, conforme demonstrado os valores abaixo para classificação do IQR.

Faixas de valores para classificação do IQR.

Iqr	Avaliação
0 a 6	Condições inadequadas
6,1 a 8	Condições controladas
8,1 a 10	Condições Adequadas

Fonte: CETESB (2007).

Após a atribuição de peso e pontos, o IQR foi obtido através da Equação 2:

Eq.(2)

$$IQR = \frac{Carac. Local. + Carac. Infra. + Carac. Operac.}{13}$$

Onde:

**Carac.Local.** = Avaliação das características locais

**Carac.Infra.** = Avaliação das características infraestrutura

**Carac.Operac.** = Avaliação das características operacionais.

## 5. RESULTADOS

Após o período de visitas e observações no perímetro do local de estudo, os dados coletados foram aplicados utilizando a metodologia padrão da CETESB, empregando o método de lista de verificação (*check list*).

Quadro 1. Checklist para avaliação dos aspectos e parâmetros

Aspectos	Patametros de agravo	Critérios	
Solo/subsolo	Apresenta sinais de erosão	Sim	Não
	Alteração na capacidade de uso de terra	Sim	Não
	Danos ao relevo	Sim	Não
	Permeabilidade do solo	Sim	Não
Ar	Emissão de odores	Intenso   Fraco   Moderado	
	Presença de dutos de gases	Sim	Não
	Queima de resíduos	Sim	Não
	Proximidade ao núcleo habitacional	D < 1000m	
<b>Mananciais superficiais</b>			
Água	Comprometido	Sim	Não
	Presença de chorume a céu aberto	Sim	Não
	Distancia	D < 200m	D ≥ 200m
	Equilíbrio	Sim	Não

	Reequilíbrio	Natural	Intervenção humana
	Utilidades	Consumo hum/anim/irriga	Não utilizado
Paisagem	Alteração na paisagem	Sim	Não
	Alteração na paisagem original	Sim	Não
	Existe projeto de readequação	Sim	Não
Outros	Presença de animais	Sim	Não
	Desvalorização de terrenos vizinhos	Sim	Não
	Presença de vetores de doenças	Sim	Não
	Presença de catadores	Sim	Não
	Danos á saúde de quem transita	Sim	Não

Fonte: Sobral et al. (2007), adaptado por Oeiras e Bezerra (2022).

De acordo com o quadro 1, pode-se inferir que, dentre as análises feitas, o meio físico apresenta diversos impactos negativos, como poluição do meio ambiente, danos à saúde da população, contaminação do lençol freático, sendo o mais acentuado, os impactos causados ao solo por lixiviado e erosão.

O quadro 2, apresenta a análise e a listagem de controle utilizada na avaliação dos impactos ambientais causados pelo depósito de resíduos sólidos urbanos (RSU) em estudo.

Quadro 2. Índice de impacto no depósito de RSU de Quixadá-CE.

Peso	Ação	Notas	Peso * Notas
4	Alteração do uso do solo	-5	-20
5	Alteração das características do solo	-4	-20
3	Perda de espécies vegetais	-4	-12
4	Perturbação da fauna local	-5	-20
2	Atropelamento e morte de animais silvestres	0	0
5	Alteração na estética da área	-5	-25
4	Alteração na drena natural local	-5	-20
4	Aceleração de processos erosivos	-4	-16
2	Morte de animais silvestres	0	0
3	Compactação do solo	-5	-15
5	Aumento do nível de ruídos	-5	-25
4	Assoreamento de corpos hídricos	-2	-8
4	Alteração da qualidade das águas	-5	-20
4	Alteração do relevo local	-4	-16
5	Aumento do risco de doenças infecciosas e respiratórias	-5	-25
5	Contaminação do solo	-5	-25
5	Contaminação do lençol freático	-5	-25
5	Contaminação das águas superficiais	-5	-25
5	Poluição dos corpos d'água superficiais	-5	-25
5	Risco de incêndios	-5	-25
5	Aumento de micro e macro vetores transmissores de doenças	-5	-25

5	Aumento de risco de catadores e moradores que residem próximo ao depósito de RSU contraírem doenças infecciosas e respiratórias	-5	-25
2	Risco de acidentes na BR-116	0	0
5	Poluição do ar	-5	-10
<b>TOTAL: 100</b>		<b>- 4,0</b>	<b>427</b>

Fonte: Sobral et al. (2007), adaptado por Oeiras e Bezerra (2022).

Após o preenchimento do formulário, aplicou-se os dados na equação (1), para realizar o cálculo do índice de impacto (IQR).

**Eq.(1)**

$$I_{\text{impacto}} = \frac{\Sigma(427)}{\Sigma(100)} = 4,27$$

Os resultados para depósito de RSU analisado, indica que o IQR=4,0. Isso implica que o aterro gera diversos danos ambientais no entorno. Dessa forma, constata-se que a disposição inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) provoca poluição do ar, devido à decomposição do material orgânico presente nos resíduos, além de contaminar o solo e as águas superficiais e subterrâneas. (Ismael et al., 2013; Andrade et al., 2015).

Quadro 3. Resultados da avaliação das características infraestrutura implantada de resíduos sólidos com seus pontos correspondentes no depósito de RSU de Quixadá-CE

<b>CARACTERÍSTICAS DO LOCAL</b>			
<b>Sub-item</b>	<b>Avaliação</b>	<b>Peso</b>	<b>Pontos</b>
Capacidade de suporte do solo	Inadequada	<b>0</b>	<b>0</b>
Permeabilidade do solo	Alta	<b>0</b>	<b>0</b>
Proximidade de núcleos habitacionais	Muito Próximo	<b>0</b>	<b>0</b>
Proximidade de corpos d'água	Próximo	<b>0</b>	<b>0</b>
Profundidade do lençol freático	1m a 3 m	<b>1</b>	<b>1</b>
Disponibilidade do material para recolhimento	Suficiente	<b>4</b>	<b>4</b>
Qualidade do material para recolhimento	Ruim	<b>0</b>	<b>0</b>
Condição de sistema viário trânsito de acesso	Suficiente	<b>3</b>	<b>3</b>
Isolamento visual da vizinhança	Ruim	<b>0</b>	<b>0</b>
Legalização da localização	Desligado	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Sub-total</b>	<b>Máximo</b>	<b>40</b>	<b>8</b>

Fonte: Adaptação Daniela L. et al. (2023)

Para a determinação do IQAR da área de disposição dos RSU, utilizou-se o método de aplicação através das características do local (Quadro 3), estrutura implementada (Quadro 4) e as condições operacionais (Quadro 5), consoante a metodologia prescrita em CETESB, 2012.

Quadro 4. Resultados da avaliação das características infraestrutura implantada de resíduos sólidos com seus pontos correspondentes no depósito de RSU de Quixadá-CE

CARACTERÍSTICAS DO LOCAL			
Sub-tem	Avaliação	Peso	Pontos
Cercamento da área	Possui	0	2
Portaria/guarita	Ineficiente	0	2
Controle de recebimento de cargas	Ineficiente	0	2
Acesso a frente de trabalho	Ruim	0	0
Trator de esteira ou compatível	Inexistente	0	0
Outros equipamentos	Ineficiente	0	1
Impermeabilidade da base do aterro	Ineficiente	0	2
Drenagem de chorume	Inexistente	0	0
Drenagem de águas pluviais	Inexistente	0	0
Drenagem de gases	Inexistente	0	0
Sistema de tratamento de chorume	Inexistente	0	0
Monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0	0
Monitoramento de águas superficiais, lixiviados e gases	Inexistente	0	0
Monitoramento da estabilidade maciços de solo e de resíduos	Inexistente	0	0
Atendimento a estipulações de projeto	Não	0	0
<b>Subtotal</b>	<b>Máximo</b>	<b>44</b>	<b>10</b>

Fonte: Adaptação Daniela L. et al. (2023)

Quadro 5. Resultados da avaliação das condições operacionais de resíduos sólidos com seus pontos correspondentes no depósito de RSU de Russas-CE

CONDIÇÕES OPERACIONAIS			
Sub-tem	Avaliação	Peso	Pontos
Presença de elementos dispersos vento	Sim -	0	0
Recobrimento diário dos resíduos	Não	0	0
Compactação dos resíduos	Inadequada	2	2
Presença de urubus	Sim	0	0
Presença de moscas em grandes quantidades	Sim	0	0
Presença de queimadas	Sim	0	0
Presença de catadores	Sim	0	0
Criações de animais (bois)	Não	3	3
Descarga de resíduos de saúde	Sim	0	0
Descarga de resíduos industriais	Sim	0	0
Funcionamento da drenagem de chorume	Não	0	0
Funcionamento da drenagem pluvial definitiva	Não	0	0
Funcionamento da drenagem pluvial provisória	Inexistente	0	0
Funcionamento da drenagem de gases	Inexistente	0	0
Funcionamento do sistema de tratamento de chorume	Inexistente	0	0
Funcionamento do sistema de monitoramento de águas subterrâneas	Inexistente	0	0
Funcionamento do sistema de monitoramento das águas sup., lix. E gás.	Inexistente	0	0
Funcionamento do sistema de monitoramento da estabilidade dos maciços	Inexistente	0	0

CONDIÇÕES OPERACIONAIS			
Sub-tem	Avaliação	Peso	Pontos
Medidas corretivas	Não	0	0
Dados gerais sobre o aterro	Ineficiente	0	1
Manutenção dos acessos internos	Péssimas	0	0
Plano de fechamento de aterro	Ineficiente	0	1
<b>Subtotal</b>	<b>Máximo</b>	<b>52</b>	<b>7</b>

Fonte: Adaptação Daniela L. et al. (2023)

Com base nos resultados presentes nos quadros, (3) (4) e (5), realizou-se o cálculo IQAR, através da Eq. (2). Onde ( $IQAR = 8 + 10 + 7 / 13 = 1,923$ ), que como indicado nas faixas de valores para classificação do IQR, o aterro é classificado com condições inadequadas, pois o resultado encontra-se entre os valores de 0 a 6. Com isso, confirmou-se que a área não cumpre de maneira adequada vários aspectos relacionados às características locais, à infraestrutura e às condições operacionais.

## 5.1. POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

De acordo com (Andrade, R. C. et al. 2022) inúmeras são as atividades antrópicas que causam contaminação da água, dentre elas irrigação, atividades industriais, de mineração, despejo de esgoto doméstico e disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos (RSU). A figura (1) mostra a disposição da lagoa de lixiviado no depósito de RSU em estudo.

Figura 8. Lagoa de Lixiviado

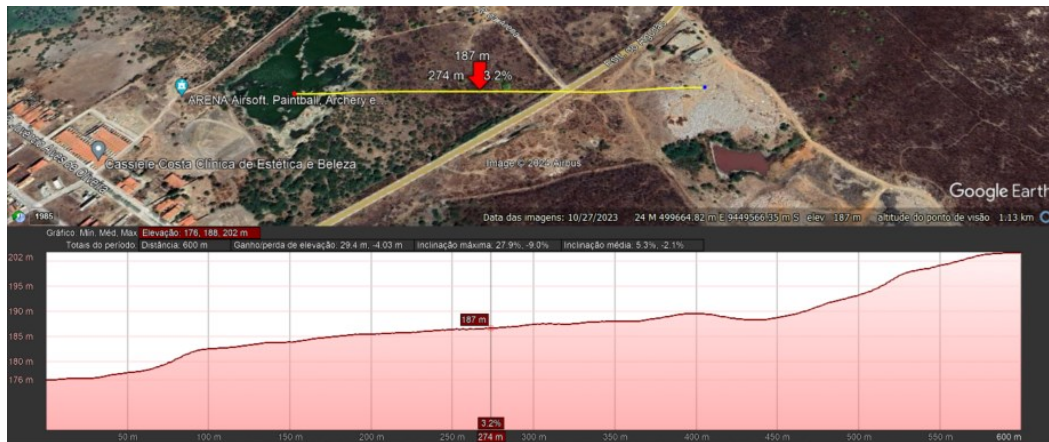


Fonte: Secretaria de meio ambiente de Quixadá-CE, 2017

No que se refere à disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos (RSU), o principal problema ambiental é a produção de lixiviado. Se não tratado, esse lixiviado pode causar graves problemas de contaminação das águas, devido às altas concentrações de contaminantes, como metais pesados (SHADI et al., 2020). A figura 2 abaixo mostra a distância

entre a lagoa de lixiviado e um corpo hídrico, utilizado como fonte de água para a criação de animais.

Figura 9. Curva de Elevação entre o aterro referente aos corpos hídricos vizinhos



Fonte: Secretaria de meio ambiente de Quixadá-CE, 2017

A distância mínima entre aterros sanitários e corpos hídricos é fundamental para proteger a qualidade da água e evitar contaminações por lixiviado e outros poluentes. A Resolução CONAMA nº 404/2008 recomenda uma distância mínima de 200 metros.

## 5.2. POLUIÇÃO DO AR

Por meio das visitas realizadas ao local, não foi observada a presença de queima de resíduos ou fumaça, uma vez que, no depósito de RSU, a queima de resíduos é evitada pelos catadores e vigiada por um segurança que monitora o espaço. Entretanto, em períodos mais secos, quando as temperaturas diurnas são elevadas, a situação do aterro favorece a ocorrência de grandes incêndios, que se repetem anualmente nos meses de maior estiagem.

Segundo Lima (2004), a decomposição de resíduos sólidos, por meio da ação de microrganismos, resulta na produção de biogás, composto por hidrogênio, nitrogênio, gás sulfídrico, dióxido de carbono e metano. Este último é altamente inflamável e, em contato com o ar, pode formar uma mistura explosiva; por essa razão, é comum a combustão espontânea de lixo em lixões a céu aberto. Além disso, tanto o metano quanto o dióxido de carbono contribuem para intensificar o efeito estufa (SISINNO, 2002).

Figura 10 e 4. Representação dos incêndios de grande escala e a poluição do ar com fumaça tóxica em Quixadá-CE





Fonte: Fig. (3) – Sala de Imprensa, 2021. Fig. (4) – Revista Central, 2018.

Este último é altamente inflamável e junto com o ar pode formar uma mistura explosiva; por isso é comum a combustão espontânea do lixo em vazadouros a céu aberto. Cabe ressaltar que o metano e o dióxido de carbono contribuem para a intensificação do Efeito Estufa (SISINNO, 2002).

### 5.3. POLUIÇÃO DO SOLO

Os principais impactos identificados no lixão analisado foram o aumento do processo erosivo, a compactação do solo, a contaminação do solo e do lençol freático, o estresse e a redução da fauna local, além da diminuição da biodiversidade nativa. No local, há um histórico de incêndios em larga escala e de longa duração. De acordo com a revista EPA (2024), a queima de lixo em aterros sanitários pode contaminar o solo com substâncias tóxicas, como metais pesados, dioxinas e furanos, além de liberar produtos químicos perigosos provenientes de plásticos e materiais eletrônicos. O calor intenso pode compactar o solo, alterando sua estrutura e reduzindo sua permeabilidade à água, o que facilita a erosão.

Figura 11 e 5 - Registro do solo e após incêndios de larga escala no depósito de RSU de Quixadá



Fonte: Fig. (4 e 5) – Monólitos Post, 2018.

A biota do solo, essencial para a saúde e fertilidade do terreno, também é prejudicada, resultando em solos menos produtivos. Cinzas tóxicas geradas pela queima podem misturar-

se ao solo, aumentando a contaminação, e poluentes podem infiltrar-se até os lençóis freáticos, comprometendo o abastecimento de água potável. (EPA, 2024).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O descaso observado no lixão situado em Quixadá, reflete as falhas do exercício do poder público referente a gestão adequada de resíduos sólidos, dentre as principais, pode-se destacar, a escassez de cuidados necessários durante a coleta dos resíduos até a disposição final dos mesmos, a regulamentação deficiente e a ausência de vigilância, a falta de investimento para a manutenção e reabilitação do aterro e a inexistência de planos de controle e de gestão, que evitem a ocorrência dos impactos ambientais e urbanos, que comumente ocorrem por negligência para com o tratamento dos aterros sanitários.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. C. et al. **Impacto ambiental de lixões e aterros sanitários em recursos hídricos.** 2022. Disponível em: [https://www.btdt.ueg.br/bitstream/tede/1070/2/DISSERTAC%CC%A7A%CC%83O\\_RODRIGO\\_DA\\_COSTA\\_ANDRADE%2-%20Rodrigo%20Andrade.pdf](https://www.btdt.ueg.br/bitstream/tede/1070/2/DISSERTAC%CC%A7A%CC%83O_RODRIGO_DA_COSTA_ANDRADE%2-%20Rodrigo%20Andrade.pdf). Acesso: 05 jun. de 2023.
- ARAUJO, T, B. **Avaliação de impactos ambientais em um lixão inativo no município de Itaporanga-PB.** 2015 48f. Monografia (Bacharelado de Engenharia Sanitária e Ambiental) Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.
- CAMPOS, L. R. **Aterro sanitário simplificado: instrumento de análise de viabilidade econômico-financeira, considerando aspectos ambientais.**122f. Dissertação de Mestrado (Escola Politécnica) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008. Disponível em: <https://ppec.ufba.br/files/cp084140.pdf>. Acesso em: 27 de abr. de 2023.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos.** São Paulo, 2017. 126 p.
- COSTA,T.G.A. et al. Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent. [online]. 2016, vol.3, n.4, p.79-86. ISSN2359-1412. Disponível em: DOI:10.21438/rbgas.030408. Acesso em: 15 mai. 2023.
- DIÁRIO DO NORDESDE, 2003. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/moderno-aterro-sanitario-de-quixada-e-referencia-1.615469>. Acesso em: 25 de Jul. de 2024.
- DANIELA L. et al. (2023). **Impactos ambientais decorrentes de um depósito de resíduos sólidos urbanos no município de Russas – CE.** Disponível em:

<https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RGES/article/view/14350>. Acesso em: 15 de Jul de 2024.

GOMES, P. N et al. **Uma aplicação do índice de qualidade do aterro (IQR) na área de disposição dos resíduos sólidos urbanos do município de Corrente-PI. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 445-459, 2020.

LIMA, P. M. et al. **Análise de custos do planejamento estratégico do sistema integrado de resíduos sólidos urbanos em Campo Grande/MS. Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 27, n. 4, p. 749-759, 2022.

LIMA, M. Q. **Lixo: Tratamento e biorremediação. 3ª Ed. São Paulo: Hemus Editora Ltda, 2004. 265 p.**

MONÓLITOS POST, 2017. Disponível em: <https://saladeimprensa.com.br/noticia/680/incendio-no-aterro-sanitario-de-quixada-causa-transtornos-e-preocupa-moradores>.

MONÓLITOS POST, 2021. **Lixão de Quixadá pega fogo mais uma vez.** Canal de notícias de Quixadá, Disponível em: <https://www.monolitospost.com/2013/01/15/lixao-de-quixada-pega-fogo-mais-uma-vez/>, acesso: 25/07/2024.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12 p. 515-523, 1996.

SOBRAL, I. S. et al. **Avaliação dos impactos ambientais no Parque Nacional Serra de Itabaiana-SE. Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 24, p. 102-110, 2007.

SHADI, et al 2020, haracterization of stabilized leachate and evaluation of LPI from sanitary landfill in Penang, Malaysia. **Desalination and Water Treatment**. Vol. 189, p. 152-164, 2020.

TOMMASI, L. R. 1993, **Estudo de Impacto Ambiental**. CETESB: Terragraph Artes e Informática, 1993. 354p. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2019/12/Manual\\_EIA\\_RAP\\_v\\_02.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2019/12/Manual_EIA_RAP_v_02.pdf). Acesso em: 25 de Jul. de 2024.

# CAPÍTULO XXIII

## LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO: TECNOLOGIA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS

### STABILIZATION PONDS: DOMESTIC SEWAGE TREATMENT TECHNOLOGY

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-23

Daiane Farias Veras <sup>1</sup>  
Marcelo de Freitas Medeiros Neto <sup>2</sup>  
Márcio William Celestino dos Santos <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tecnóloga em Saneamento Ambiental, Instituto Federal do Ceará (IFCE)

<sup>2</sup> Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Instituto Federal do Ceará (IFCE)

<sup>3</sup> Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

#### RESUMO

O saneamento é o conjunto de medidas que objetivam preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças, promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população (MOTA, 2012). Dentro desse contexto, diferentes tecnologias de tratamento de esgotos foram desenvolvidas ao longo dos anos, dentre elas, as Lagoas de Estabilização se destacam devido a sua simplicidade operacional e elevada eficiência na remoção de matéria orgânica, associadas ao baixo custo de manutenção e operação, além de serem favorecidas pelas condições climáticas no País (SILVEIRA, 2011). Por fim, esse capítulo de livro permite que estudantes, profissionais e curiosos da área ambiental, o utilizem como uma fonte de aprendizagem, permitindo o conhecimento e possíveis discussões acadêmicas e profissionais sobre a temática, ampliando o impacto e a relevância do capítulo dentro da área ambiental.

**Palavras-chave:** Lagoas de Estabilização. Tratamento de efluentes. Meio Ambiente.

#### ABSTRACT

Sanitation is the set of measures that aim to preserve or modify environmental conditions with the purpose of preventing diseases, promoting health, improving the population's quality of life (MOTA, 2012). Within this context, different sewage treatment technologies have been developed over the years, among them, Stabilization Lagoons stand out due to their operational simplicity and high efficiency in removing organic matter, associated with low maintenance and operation costs, in addition to to be favored by the climatic conditions in the country (SILVEIRA, 2011). Finally, this book chapter allows students, professionals and curious people in the environmental field to use it as a source of learning, allowing knowledge and possible academic and professional discussions on the topic, expanding the impact and relevance of the chapter within the area. environmental.

**Keywords:** Stabilization Ponds. Wastewater treatment. Environment.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é o constituinte natural mais essencial para a manutenção da vida. De acordo com a história antiga, durante séculos, o homem se preocupou em obter água de qualidade e em quantidade suficiente a fim de atender suas necessidades básicas. Antigamente, com uma população mundial reduzida, havia um equilíbrio entre o que era retirado da natureza pelo ser humano e o que o meio ambiente, de forma natural, conseguia produzir (VERAS, 2018).

Ao longo do tempo, o crescimento populacional e o aumento da complexidade dos possíveis usos da água, levaram a humanidade a um aumento no consumo desta e, conseqüentemente, na geração de esgotos que vem degradando o meio, principalmente os recursos hídricos. Com isso, houve um despertar da consciência da degradação ambiental, em que o ser humano começou a repensar suas ações em relação ao consumo e ao descarte inadequado de resíduos, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos. Juntamente a isso, foram estabelecidas normas e parâmetros, na maioria dos países do mundo, com o intuito de proteger esse recurso tão valioso que é a água (VERAS, 2018).

Nesse contexto, diferentes tecnologias de tratamento biológico de esgotos foram desenvolvidas, dentre elas: filtros biológicos, lodos ativados e reator UASB. Dentre estas variadas tecnologias, no Brasil, as lagoas de estabilização se destacam devido, principalmente, a sua simplicidade operacional e elevada eficiência na remoção de matéria orgânica, associadas ao baixo custo de manutenção e operação, e por ainda serem favorecidas pelas condições climáticas no País (SILVEIRA, 2011).

Desse modo, o presente capítulo de livro tem como objetivo, explanar sobre o funcionamento da tecnologia de tratamento por lagoas de estabilização.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. SANEAMENTO, SAÚDE PÚBLICA E MEIO AMBIENTE

O saneamento é o conjunto de medidas que objetivam preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças, promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e facilitar a atividade econômica. Por isso, o saneamento tem um caráter preventivo, pois objetiva proporcionar um ambiente que garanta, para a população, condições adequadas para a promoção da saúde (MOTA, 2012).

O saneamento básico é um direito assegurado e garantido para todos os brasileiros pela Constituição Federal Lei nº 11.445/2007. Um dos princípios, da referida Lei, é a

universalização dos serviços de saneamento básico, para que todos tenham acesso ao abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficientes às suas necessidades, à coleta e ao tratamento adequado do esgoto e do lixo, e ao manejo correto das águas pluviais (BRASIL, 2007).

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referentes ao ano de 2021, cerca de 16% da população nacional não possui acesso ao sistema de abastecimento de água, e mais de 44% dos brasileiros não contam com o serviço de esgotamento sanitário.

Em termos absolutos, isso equivale a mais de 33 milhões de habitantes sem água potável e a quase 93 milhões de habitantes sem coleta nem tratamento de esgoto (ITB, 2024a).

Ademais, é importante ressaltar, que a base de dados do SNIS, é a fonte mais completa sobre o setor de saneamento básico no Brasil. O sistema reúne informações de prestadores estaduais, regionais e municipais de serviços de acesso à água, coleta e tratamento de esgoto, além de resíduos sólidos (ITB, 2024a).

Em 2022, o SNIS reuniu informação da prestação de serviços públicos de abastecimento de água em 5.451 municípios (97,9% dos 5.570 do país), abrangendo 201,7 milhões de habitantes (99,3% da população total). Desses, 5.424 municípios contavam com sistemas públicos (99,5% da amostra), enquanto 27 municípios não contavam (0,5% da amostra), utilizando soluções alternativas para o atendimento, como poços, cisternas e caminhões-pipa (ITB, 2024a).

Analogamente, em 2022, o Sistema reuniu informação da prestação de serviços públicos de esgotamento sanitário em 5.150 municípios (92,5% dos 5.570 do país), abrangendo 198,0 milhões de habitantes (97,5% da população total). Desses, somente 2.902 municípios contavam com sistemas públicos (56,3% da amostra), enquanto 2.248 municípios não contavam (43,7% da amostra), utilizando soluções alternativas para o atendimento, como fossa séptica, fossa rudimentar, vala a céu aberto e lançamento em cursos d'água, sendo somente a primeira dessas considerada adequada pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) (ITB, 2024a).

Atualmente no Brasil, a carência da assistência do serviço de esgotamento sanitário, principalmente em regiões carentes, tem acelerado o aparecimento de doenças relacionadas com o risco de contaminação por fezes. Logo, torna-se essencial investir no setor de

saneamento, bem como em novas tecnologias de tratamento a fim de atenuar a situação de calamidade pública atual (VERAS, 2018).

## 2.2. ESGOTO DOMÉSTICO OU ÁGUA RESIDUÁRIA

O termo esgoto, ou água residuária é utilizado para caracterizar os despejos líquidos advindos de diversos usos da água dentro da sociedade, como em residências, comércios, indústrias e qualquer outra atividade que a água seja descartada após uso. Os esgotos são classificados em dois grupos: os esgotos industriais e os esgotos domésticos.

Os esgotos industriais advêm de qualquer atividade que utilize água dentro da indústria. Desse modo, os efluentes industriais diferem entre si e apresentam características particulares, pois as indústrias têm processos industriais específicos (JORDÃO e PESSÔA, 2014).

De acordo com a literatura, os esgotos domésticos são os despejos líquidos advindos de pias de cozinha, lavatórios, banheiros e descargas de vasos sanitários das residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou qualquer outro imóvel que possua instalações como cozinha, banheiro e lavanderia. Além disso, pode conter restos de alimentos, óleos, gorduras, detergentes e produtos de limpeza em geral (FUNASA, 2006 e NUNES, 2012a).

Esses líquidos contêm cerca de 99,9 % de água. A fração restante de 0,01% apresenta partículas sólidas (orgânicas e inorgânicas), em suspensão ou dissolvidas no meio líquido, assim como microrganismos patogênicos (VON SPERLING, 2014).

As características dos esgotos são em função dos usos aos quais a água foi submetida. Tais usos dependem de fatores como a região atendida, as atividades realizadas naquela determinada região, hábitos de higiene, nível socioeconômico da população, dentre outros (JORDÃO E PESSÔA, 2014). Em seguida, será exposto nas Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3 as principais características físicas, químicas e biológicas dos esgotos domésticos, respectivamente.

Tabela 1. Principais características físicas dos esgotos domésticos

Parâmetro	Descrição
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ligeiramente maior do que a da água de abastecimento;</li><li>- Influência na atividade microbiana;</li><li>- Influência na solubilidade dos gases;</li><li>- Influência na viscosidade do líquido.</li></ul>
Cor	<ul style="list-style-type: none"><li>- Esgoto fresco: levemente cinza;</li><li>- Esgoto séptico: cinza escuro ou preto.</li></ul>



Parâmetro	Descrição
Odor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esgoto fresco: odor relativamente desagradável;</li> <li>- Esgoto séptico: odor fétido, devido ao gás sulfídrico e a outros produtos.</li> </ul>
Turbidez	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Causada por uma grande variedade de sólidos em suspensão;</li> <li>- Esgotos mais frescos ou mais concentrados: geralmente maior turbidez.</li> </ul>

Fonte: Von Sperling, 2014.

Quadro 2. Principais características químicas dos esgotos domésticos.

Parâmetro	Descrição
Matéria orgânica	Mistura heterogênea de diversos compostos orgânicos, sendo os principais componentes: proteínas, carboidratos e lipídios.
DBO5	<p>Demanda bioquímica de oxigênio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• É uma medida de oxigênio consumido após 5 dias pelos microrganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica;</li> <li>• Medida a 5 dias, 20°C.</li> </ul>
DQO	<p>Demanda química de oxigênio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Representa a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar quimicamente a matéria orgânica carbonácea;</li> <li>• Utiliza fortes agentes oxidantes em condições ácidas.</li> </ul>
COT	<p>Carbono Orgânico Total.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• É uma medida direta da matéria orgânica carbonácea;</li> <li>• É determinado por meio da conversão do carbono a gás carbônico;</li> </ul>
Nitrogênio total	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclui o nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato.</li> <li>• É um nutriente indispensável para o desenvolvimento dos microrganismos no tratamento biológico.</li> </ul>
Nitrogênio orgânico	Nitrogênio na forma de proteína, aminoácidos e uréia.
Amônia	Produzida como primeiro estágio da decomposição do nitrogênio orgânico;
Nitrito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estágio intermediário da oxidação da amônia;</li> <li>• Praticamente ausente no esgoto bruto.</li> </ul>
Nitrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produto final da oxidação da amônia.</li> </ul>
pH	Indicador das características ácidas ou básicas do esgoto.

Fonte: Von Sperling, 2014.

## 2.3. TRATAMENTO DE ESGOTOS

O tratamento dos esgotos é classificado através dos seguintes níveis: Preliminar, Primário, Secundário e Terciário. De modo geral, o tratamento preliminar tem o objetivo de remover sólidos grosseiros, enquanto que o tratamento primário, remove sólidos sedimentáveis e, em decorrência, parte da matéria orgânica. Ou seja, em ambos, predominam os mecanismos de sedimentação (VON SPERLING, 2014).

Por sua vez, o tratamento secundário visa a remoção de matéria orgânica e determinados nutrientes, como fósforo e nitrogênio. Por fim, o tratamento terciário tem o objetivo de remover materiais específicos, são eles: materiais tóxicos e/ou compostos não biodegradáveis. Além de remover poluentes que não foram removidos na etapa anterior (VON SPERLING, 2014). Ademais, na Tabela 3, estará explanado os níveis de tratamento de esgotos e suas respectivas características principais, quanto à remoção.

Tabela 3. Níveis de tratamento dos esgotos.

Níveis	Características quanto à remoção
Preliminar	Sólidos em suspensão grosseiros.
Primário	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sólidos em suspensão sedimentáveis;</li><li>• DBO em suspensão.</li></ul>
Secundário	<ul style="list-style-type: none"><li>• DBO em suspensão (caso não haja tratamento primário: DBO associada à matéria orgânica em suspensão, presente no esgoto bruto);</li><li>• DBO em suspensão finamente particulada (DBO associada à matéria orgânica em suspensão não sedimentável, não removida no tratamento primário);</li><li>• DBO solúvel (associada à matéria orgânica na forma de sólidos dissolvidos, presentes, tanto nos esgotos brutos, quanto no efluente do tratamento primário, uma vez que sólidos dissolvidos não são removidos por sedimentação).</li></ul>
Terciário	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nutrientes;</li><li>• Organismos Patogênicos;</li><li>• Compostos não biodegradáveis;</li><li>• Metais pesados;</li><li>• Sólidos inorgânicos dissolvidos;</li><li>• Sólidos em suspensão remanescentes.</li></ul>

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 2014.

Após a coleta dos esgotos domésticos pela rede geral, estes são encaminhados para um sistema de tratamento particular, denominado de Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Conforme a Resolução COEMA 02/2017:

"A ETE é o conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades, cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto e condicionamento da matéria residual proveniente do tratamento."

## 2.4. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

O processo de tratamento de efluentes por lagoas de estabilização consiste basicamente em reter o esgoto por um longo período, sendo este, suficiente para que ocorram os processos naturais de estabilização da matéria orgânica (SILVEIRA, 2011).

De modo geral, essas lagoas são basicamente biorreatores, de águas lânticas, relativamente rasas, construídas para armazenar resíduos específicos, como os domésticos e industriais, e devem resultar na estabilização da matéria orgânica através de processos biológicos.

Ainda, segundo Nunes (2012a), a tecnologia das lagoas de estabilização é uma alternativa simples e eficaz para o tratamento biológico do esgoto doméstico pelos seguintes aspectos:

- Facilidade de operação e manutenção;
- Tratamento essencialmente natural (biológico);
- Clima favorável, principalmente em países e regiões de clima tropical;
- Simplicidade de construção;
- Baixo custo de operação, pois não há a necessidade de equipamentos mecânicos (excetuando as lagoas aeradas) e todo o sistema de tratamento funciona por diferença de cotas topográficas (gravidade).

Algumas condições no ambiente externo às lagoas estão relacionadas aos processos de tratamento biológico; a radiação solar que influencia na fotossíntese, a temperatura que influencia na taxa de decomposição bacteriana e o vento que influencia nas condições de mistura (VON SPERLING, 2014).

O tratamento biológico pode ocorrer em condições anaeróbias, facultativas ou aeróbias, de acordo com a disponibilidade de oxigênio dissolvido, da atividade biológica predominante, da carga orgânica afluyente, das características físicas de cada unidade

destinadas a tratar águas residuárias brutas ou efluentes pré-tratados, por processos naturais e artificiais (FILHO, 2007).

O mecanismo de depuração dos efluentes sanitários pode ser referido de acordo com o tipo de lagoa de estabilização adotado. Em geral, são adotados os seguintes sistemas (NUNES, 2012a):

- Lagoas anaeróbia e facultativa;
- Lagoas anaeróbia + facultativa + maturação (uma ou mais);
- Lagoa facultativa única;
- Lagoa facultativa + maturação (uma ou mais);
- Lagoa facultativa aerada;
- Lagoa aerada de mistura completa;
- Lagoas aeradas de mistura completa + decantação;
- Lagoas aeradas de mistura completa + decantação + maturação (uma ou mais).

Dentre os sistemas mencionados anteriormente, para este capítulo de livro, será enfatizado sobre o sistema: **Lagoas anaeróbias + facultativas + maturação (uma ou mais)**.

## **2.5. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO - LAGOA ANAERÓBIA**

São lagoas dimensionadas para receber altas cargas orgânicas na ausência de oxigênio. Essas lagoas demandam uma área menor, porém são mais profundas (4- 5m). Por terem menores dimensões e menor espelho d'água, na Lagoa Anaeróbia, a fotossíntese praticamente não ocorre. No balanço entre o que é consumido e o que é produzido, em relação ao oxigênio, o consumo deste é amplamente maior (VON SPERLING, 2014).

Segundo Nunes (2012a), as lagoas anaeróbias costumam receber altas cargas orgânicas, pois dentro da ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) é a primeira lagoa a receber o esgoto bruto, advindo do tratamento preliminar anterior. Sendo assim, as lagoas anaeróbias se encontram dentro do nível primário de tratamento por removerem principalmente a matéria orgânica particulada em suspensão.

## **2.6. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO - LAGOA FACULTATIVA**

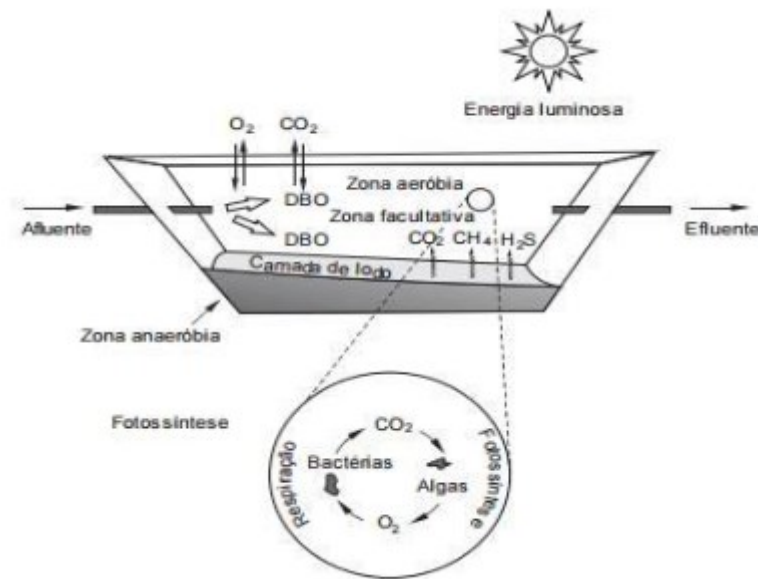
Conforme Von Sperling (2017), o esgoto entra em uma extremidade da lagoa e sai tratado, em uma extremidade oposta. Ao longo desse percurso, que demora vários dias, uma série de mecanismos contribui para a purificação dos esgotos. Estes mecanismos ocorrem nas três zonas da lagoa, denominadas: **zona aeróbia, zona facultativa e zona anaeróbia**:

- **Zona aeróbia:** A camada superficial da lagoa apresenta OD (oxigênio dissolvido), que é utilizado por microrganismos aeróbios, para oxidar a matéria orgânica. O oxigênio é produzido por microalgas através da fotossíntese. Para que ocorra fotossíntese, é de fundamental importância, que a luz solar penetre na massa líquida da lagoa. Normalmente, isso ocorre em uma profundidade média de 15 a 40 cm. Durante o dia, as algas produzem O<sub>2</sub> (oxigênio) e no período da noite, consomem O<sub>2</sub> através da respiração (JORDÃO e PESSÔA, 2014).
- **Zona facultativa:** É a região intermediária da lagoa (entre a superfície e o lodo de fundo) onde a matéria orgânica é digerida por microrganismos facultativos que sobrevivem tanto na presença, como na ausência de oxigênio. O termo “facultativa” se dá devido a predominância das bactérias facultativas, que alternam o uso de oxigênio e nitrato (somente na ausência de oxigênio) para degradar a matéria orgânica em seu processo de respiração (JORDÃO e PESSÔA, 2014).
- **Zona anaeróbia:** A penetração da luz na massa líquida da lagoa diminui conforme aumenta a profundidade. Desse modo, ocorre a predominância do consumo de oxigênio (respiração) sobre a produção de oxigênio (fotossíntese), com a eventual ausência de oxigênio dissolvido em uma determinada profundidade e conseqüentemente no lodo de fundo. Neste último, o consumo de matéria orgânica se dá pela ação de bactérias anaeróbias e arqueas metanogênicas (FILHO, 2007).

É fato, que nas lagoas facultativas, não existe uma competição entre microalgas e bactérias pelo mesmo alimento. O que existe é uma interação entre esses dois grupos microbianos, denominada de simbiose, onde as microalgas fornecem oxigênio (através da fotossíntese) para as bactérias e as bactérias fornecem gás carbônico (através da respiração aeróbia) para as algas. Sendo assim, os organismos que competem pela degradação da matéria orgânica são principalmente as bactérias, arqueas, fungos e protozoários (NUNES, 2012b).

A Figura 1, abaixo, ilustra o funcionamento de uma lagoa facultativa e também evidencia a importância do equilíbrio entre respiração e fotossíntese, realizado pelas bactérias e pelas algas, no processo de tratamento.

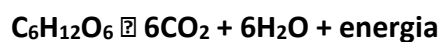
Figura 1. Funcionamento Lagoa Facultativa.



Fonte: Von Sperling, 2014.

Para favorecer a fotossíntese e consequentemente a oxigenação da massa líquida do sistema, as lagoas facultativas apresentam um espelho d'água maior com uma profundidade menor (entre 1 e 2 metros), de modo a necessitarem de grandes áreas para sua construção. Ainda, devido ao processo de tratamento estar ocorrendo de forma natural (sem mecanização) o tempo de detenção hidráulico (TDH) do sistema precisa ser alto com valores usualmente superiores a 20 dias (VON SPERLING, 2014).

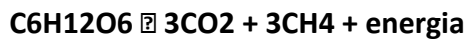
Em virtude das lagoas facultativas apresentarem três zonas distintas, é essencial discorrer sobre os processos de digestão aeróbia e anaeróbia. Assim, tratando-se de processos de digestão aeróbia, em condições aeróbias, exemplificando a matéria orgânica com a glicose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), tem-se a reação abaixo:



A partir da reação é possível concluir que há o consumo de oxigênio, a produção de gás carbônico, a produção de água e a liberação de energia. Tal energia é bem superior se comparada com a produzida na respiração anaeróbia, o que indica um processo mais rápido e mais eficiente na remoção de DBO (NUNES, 2012a). Ainda de acordo com o autor:

"Após a oxidação da matéria orgânica carbonácea, cuja DBO é denominada de primeiro estágio (DBO carbonácea), se além da presença do OD houver condições favoráveis, dá-se início a oxidação da amônia (nitrificação) denominada de DBO de segundo estágio (DBO nitrogenada). No processo de oxidação, a amônia é convertida a nitrito e posteriormente a nitrato. Este processo denominado de nitrificação é efetuado por bactérias autótrofas quimiossintetizantes em que o gás carbônico é utilizado como principal fonte de carbono."

Por outro lado, tratando-se de processos de digestão anaeróbia, a reação química em condições com a ausência de oxigênio é:



Nesse tipo de processo, não existe o consumo de oxigênio livre. A remoção da matéria orgânica ocorre devido à emissão do metano para a atmosfera. Esse tipo de digestão, em particular, se processa por meio das etapas de hidrólise, acidogênese, acetogênese, metanogênese e sulfetogênese (NUNES, 2012a).

Em cada uma dessas etapas ditas anteriormente, é realizada por diferentes grupos de microrganismos, em sintrofia. Ou seja, variados grupos de organismos envolvem-se, para garantir a troca de fontes de energia entre eles.

A etapa da hidrólise degrada compostos de alta massa molecular como os lipídios, os polissacarídeos e as proteínas em substâncias orgânicas mais simples e solúveis, como a sacarose, os ácidos graxos, a glicerina e os aminoácidos. Esse processo ocorre pela ação de enzimas extracelulares excretadas pelas bactérias hidrolíticas (AMARAL et al., 2024).

Quando a matéria orgânica presente é complexa e de difícil degradação, a hidrólise tem grande importância na velocidade global de degradação, podendo ser considerada como etapa limitante da velocidade da digestão anaeróbia. O tempo de duração da etapa de hidrólise varia de acordo com as características do substrato, sendo de poucas horas para carboidratos e alguns dias para proteínas e lipídios (AMARAL et al., 2024).

Na acidogênese, os carboidratos, como a glicose, são degradados em piruvato. Esse produto é convertido em ácido láctico por Lactobacillales e em etanol pela ação de leveduras. Os ácidos graxos são degradados, por exemplo, pela Acetobacter por  $\beta$ -oxidação. Essa reação resulta na formação de acetato, amônia, dióxido de carbono e sulfeto de hidrogênio (AMARAL et al., 2024).

A terceira etapa da digestão anaeróbia é considerada crítica ao processo, sendo conduzida por um grupo de bactérias denominadas acetogênicas. Nessa etapa os ácidos de cadeia longa são transformados em ácidos com apenas um ou dois átomos de carbono (fórmico e acético), com a concomitante produção de hidrogênio e dióxido de carbono. A etapa final, metanogênese, ocorre em condições estritamente anaeróbias.

Deste modo, o carbono contido na biomassa é convertido a dióxido de carbono e metano através da ação das arqueas metanogênicas (AMARAL et al., 2024).



## 2.7. LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO - LAGOA DE MATURAÇÃO

Em um sistema de lagoas de estabilização, estas são utilizadas ao final, com a finalidade de completar o sistema de tratamento biológico. O objetivo, com isso, é a melhoria da qualidade do efluente a partir da redução de bactérias, vírus, ovos de helmintos, cistos de protozoários e a atenuação de possíveis doenças de veiculação hídrica. Dessa forma, pode-se concluir o aspecto de proteção à saúde pública que esse tipo de lagoa apresenta (JORDÃO e PESSÔA, 2014).

A remoção de microrganismos patogênicos ocorre devido às condições adversas encontradas pelos mesmos na lagoa. Quanto às bactérias patogênicas, há o predomínio de condições ambientais que não são naturais para elas, como o elevado pH, elevada concentração de OD, radiação ultravioleta, ausência de nutrientes, além da predação por outros organismos. Quanto aos ovos de helmintos e cistos de protozoários, a tendência é a sedimentação no lodo de fundo da lagoa (VON SPERLING, 2014). Algumas estações de tratamento apresentam várias lagoas de maturação em série, dispostas após a lagoa facultativa, de forma a elevar a eficiência de remoção de coliformes no sistema de tratamento biológico (VON SPERLING, 2014 e MOTA, 2012).

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no que foi apresentado neste capítulo de livro, é de suma importância essas obras, para aumentar a visibilidade do conteúdo, alcançar um público mais amplo e estimular o interesse de pessoas que possuem afinidade pela temática das Lagoas de Estabilização ou que querem aprender sobre o assunto.

Dessa forma, o capítulo de livro: “LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO: TECNOLOGIA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS”, permite que estudantes, profissionais e curiosos da área ambiental, e principalmente da área de tratamento de efluentes, o utilizem como uma fonte de aprendizagem, permitindo o conhecimento e possíveis discussões acadêmicas e profissionais sobre a temática, ampliando o impacto e a relevância do capítulo dentro da área ambiental.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, André Cestonaro; Ricardo Luis Radis STEINMETZ, Ricardo Luis Radis; KUNZ, Airton.

**Capítulo I: O processo de Biodigestão.** 2024. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197604/1/final9154.pdf>>.

Acesso em: 27 jul. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

FILHO, Pedro Alves Da Silva. **Diagnóstico operacional de lagoas de estabilização:** Dissertação de mestrado. Natal - RN, 2007. 767 p.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** 3 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 407 p.

ITB (Instituto Trata Brasil). **16ª edição do Ranking do Saneamento.** 2024a. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/04/Relatorio-Completo-Ranking-do-Saneamento-de-2024-TRATA-BRASIL-GO-ASSOCIADOS.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2024.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos.** 7 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2014. 1050 p.

MAXWELL. **Microbiologia dos Lodos Ativados.** 2024. Disponível em: <[https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/15510/15510\\_3.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/15510/15510_3.PDF)>. Acesso em: 27 jul. 2024.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental:** 5 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2012. 525 p.

NUNES, José Alves. **Tratamento biológico de águas residuárias:** 3ed. Aracaju- Sergipe: J.Andrade, 2012a. 277 p.

NUNES, José Alves. **Tratamento físico-químico de águas residuárias:** 6ed. Aracaju- Sergipe: J.Andrade, 2012b. 315 p.

SILVEIRA, Ana Gláucia Magalhães. **Análise de eficiência e confiabilidade em sistemas de baixo custo de tratamento de esgotos do tipo lagoas de estabilização:** Dissertação de mestrado. Fortaleza, 2011. 109 p.

VERAS, Daiane Farias. **Avaliação do tratamento de efluentes domésticos por sistemas de lagoas de estabilização. Estudo de caso: ETER Guadalajara, Caucaia/CE:** Trabalho de Conclusão de Curso. Fortaleza, 2018. 68 p.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 4 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 470 p.

VON SPERLING, Marcos. **Lagoas de estabilização.** 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017. 196 p.

# CAPÍTULO XXIV

## MIGRAÇÃO, INVISIBILIDADE E VULNERABILIDADE DOS VENEZUELANOS DA ETNIA WARAO NA CIDADE DE CAMETÁ-PARÁ

### MIGRATION, INVISIBILITY AND VULNERABILITY OF VENEZUELANOS OF THE WARAO ETHNICITY IN THE CITY OF CAMETÁ-PARÁ

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-24

Leidiane Mendes Alves<sup>1</sup>  
Marcel Ribeiro Padinha<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Geografia pela Universidade Federal do Pará – UFPA. Pesquisadora IC do projeto "Cidades Orgânicas, Sociedades Híbridas e Temporalidades Urbanodiversas: as formas-conteúdo das cidades ribeirinhas do Baixo Tocantins".

<sup>2</sup> Professor Doutor Adjunto do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Pará – UFPA. Coordenador do Projeto de Pesquisa "Cidades Orgânicas, Sociedades Híbridas e Temporalidades Urbanodiversas: as formas-conteúdo das cidades ribeirinhas do Baixo Tocantins", desenvolvido junto a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-graduação - PROPESP/UFPA.

#### RESUMO

Este trabalho investiga a migração dos venezuelanos da etnia Warao para a cidade de Cametá, estado do Pará, Brasil. A migração dos Warao é um fenômeno complexo, resultante de fatores socioeconômicos e políticos em seu país de origem, que os leva a buscar melhores condições de vida no Brasil. A pesquisa tem por objetivo analisar o impacto dessa migração na preservação da identidade cultural e nas condições de vida dos migrantes. A metodologia utilizada foi qualitativa, envolvendo pesquisa exploratória, observação sistemática e coleta de dados etnográficos por meio de entrevistas e observações participantes. Os resultados revelaram que os Warao enfrentam significativas barreiras de integração, incluindo preconceitos e a falta de políticas públicas adequadas, o que contribui para sua invisibilidade social. A pesquisa destaca a urgência de ações que promovam a inclusão e o respeito à diversidade cultural, visando garantir os direitos humanos aos migrantes. A pesquisa contribui para o entendimento das dinâmicas migratórias contemporâneas e propõe reflexões sobre a necessidade de um compromisso coletivo para enfrentar os desafios da migração forçada.

**Palavras-chave:** Migração. Warao. Vulnerabilidade. Direitos Humanos. Cidade de Cametá-PA.

#### ABSTRACT

This work investigates the migration of Venezuelans from the Warao ethnic group to the city of Cametá, state of Pará, Brazil. Warao migration is a complex phenomenon, resulting from socioeconomic and political factors in their country of origin, which leads them to seek better living conditions in Brazil. The research aims to analyze the impact of this migration on the preservation of cultural identity and the living conditions of migrants. The methodology used was qualitative, involving exploratory research, systematic observation and collection of ethnographic data through interviews and participant observations. The results revealed that the Warao face significant barriers to integration, including prejudice and the lack of adequate public policies, which contribute to their social invisibility. The research highlights the urgency of actions that promote inclusion and respect for cultural diversity, aiming to guarantee human rights to migrants. The research contributes to the understanding of contemporary migration dynamics and proposes reflections on the need for a collective commitment to face the challenges of forced migration.

**Keywords:** Migration. Warao. Vulnerability. Human Rights. City of Cametá-PA.

## 1. INTRODUÇÃO

A migração dos venezuelanos da etnia Warao para a cidade de Cametá, no Pará, representa um fenômeno complexo e desafiador, suscitando a necessidade de compreensão e intervenção. *Nesse contexto, a problemática que motivou esta pesquisa foi a seguinte: Como a migração dos Warao afeta sua identidade cultural, ou seja, como fora construído seu processo de integração social e, ainda, quais as situações de vulnerabilidade experienciadas por esses migrantes em Cametá?*

Os objetivos delineados para esta investigação foram os seguintes: objetivo geral: analisar o impacto da migração dos venezuelanos da etnia Warao em Cametá, com foco na preservação da identidade cultural e nas condições de vida desses migrantes. Já os objetivos específicos permitem:

- a) investigar as motivações que levaram os Warao a migrar para Cametá;
- b) avaliar as condições de vida e integração dos migrantes com a comunidade local;
- c) compreender as estratégias adotadas pelos Warao para preservar sua identidade cultural em um contexto distinto.

A justificativa para este estudo reside na importância de compreender e atuar frente aos desafios enfrentados pelos migrantes Warao, em um cenário de migração forçada e vulnerabilidade. A pesquisa busca contribuir para o desenvolvimento de políticas e ações que promovam a inclusão, respeitem a diversidade cultural e protejam os direitos humanos desses migrantes.

A metodologia adotada neste trabalho envolveu uma abordagem qualitativa, dividida em dois momentos distintos. Inicialmente, realizou-se uma pesquisa exploratória para mapear o contexto e as questões-chave relacionadas à migração dos Warao. Em seguida, foram conduzidas uma observação sistemática e a coleta de dados etnográficos, por meio de entrevistas e observações participantes, visando a uma compreensão mais aprofundada das experiências e perspectivas dos migrantes.

Os principais resultados alcançados com esta pesquisa incluem a identificação das motivações para a migração, a análise das condições de vida dos Warao em Cametá, a compreensão das estratégias de preservação cultural adotadas e a evidência da invisibilidade e vulnerabilidade enfrentadas pelos migrantes.

## 2. A CONDIÇÃO ESPACIAL DOS SUJEITOS SOCIOESPACIAIS DESLOCADOS

Desde o ano de 2014 iniciou-se a chegada de migrantes indígenas Venezuelanos da etnia Warao no Brasil tendo-se, a partir de 2016, uma intensificação desse fluxo migratório. Porém, a chegada dessa população migrante só começa a ser registradas no ano de 2019, conforme aponta o relatório da agência do Alto Comissariado das Nações Unidas para Refugiados (ACNUR), cerca de 5.799 (cinco mil, setecentos e noventa e nove) refugiados e migrantes indígenas venezuelanos estavam no Brasil no ano de 2021.

O deslocamento forçado devido à crise na Venezuela tem levado um número significativo de imigrantes da etnia Warao a procurarem refúgio em outras regiões, inclusive no Brasil. Nesse contexto, compreender a condição espacial desses sujeitos socioespaciais deslocados em seu novo ambiente se torna fundamental para analisar as dificuldades enfrentadas e propor políticas públicas adequadas que promovam sua integração e proteção na cidade de Cametá, Estado do Pará.

Para chegar ao estado do Pará, os migrantes de etnia Warao percorreram cerca de 3,6 mil quilômetros por caminhos terrestre e fluvial, passando pelo estado do Amazonas, sendo que não falavam a língua portuguesa, o que causou maiores barreiras para sua chegada no estado do Pará, tendo em vista que o próprio processo de deslocamento já é bastante complicado.

Surge então a necessidade de conceituar a “*Condição Espacial*”, conforme discutida por Ana Fani A. Carlos (2011), refere-se à compreensão do espaço como uma categoria fundamental na análise geográfica e na interpretação da sociedade contemporânea. A autora destaca que o espaço não é meramente um cenário neutro onde ocorrem as atividades humanas, mas sim um produto social que reflete e influencia as transformações sociais, políticas e econômicas ao longo da história.

Ao considerar o espaço como uma condição para a realização das próprias condições da existência humana, Carlos (2011) ressalta a importância de compreender a produção do espaço como parte integrante da produção social. Nesse sentido, o espaço não é apenas um ambiente físico, mas também um meio e um produto da reprodução social, sendo moldado e transformado de acordo com as necessidades do modo de produção capitalista.

A discussão sobre a “condição espacial” proposta por Ana Fani A. Carlos convida à reflexão sobre a importância de analisar o espaço não apenas como um dado objetivo, mas

como um produto social construído e transformado pelas relações sociais e econômicas. A compreensão da produção do espaço como uma condição essencial para a reprodução da vida e das relações sociais revela a complexidade e a dinâmica presentes na construção do mundo contemporâneo.

No município de Cametá, a chegada de indígenas de etnia Warao, se deu no dia 29 de setembro de 2021, onde vinte e sete migrantes foram inicialmente alojados na sede do Centro de Referência Especializado de Assistência Social (CREAS), com intuito de proteção das ações climáticas, como calor intenso e chuvas, haja vista que estavam vulneráveis em praça pública. O grupo era composto de treze pessoas do sexo masculino e quatorze do sexo feminino, sendo treze maiores de dezoito anos, treze de zero a dezessete anos e uma criança recém-nascida, da qual os pais não souberam definir quantos meses de nascitura.

Para buscar compreender um pouco mais sobre o tema desta pesquisa, qual seja a migração, o tópico seguinte busca apresentar o quadro socioespacial de migrantes e refugiados Venezuelanos de etnia Warao no Brasil, apresentando os fatores políticos, econômicos e culturais que os levaram a sair de seu país, em busca de outras condições de vida e possibilidades em outras nações, como o Brasil, em especial, em um município amazônida, localizado no estado do Pará, a cidade de Cametá.

### 3. OS VENEZUELANOS

A crise política, econômica e humanitária na Venezuela tem sido um fator determinante para o aumento significativo da migração de venezuelanos para outros países, incluindo o Brasil. Para compreender o quadro socioespacial dos migrantes e refugiados venezuelanos no Brasil, é fundamental examinar o contexto histórico e as causas subjacentes a essa migração em massa.

A crise na Venezuela remonta ao início dos anos 2000, quando o país começou a enfrentar uma série de desafios políticos e econômicos. Durante o governo do presidente Hugo Chávez, que assumiu o poder em 1999, a Venezuela passou por uma série de mudanças políticas e econômicas que impactaram profundamente o país e sua população, conforme apresentado em matéria pela BBC News no ano de 2018.

A matéria informa ainda que, governo de Chávez foi marcado por uma política conhecida como "Revolução Bolivariana", que buscava promover uma agenda socialista, nacionalizar setores-chave da economia e redistribuir a riqueza. Embora tenha havido

esforços para melhorar a inclusão social e reduzir a pobreza, essas políticas também geraram um alto grau de polarização política e econômica no país.

Essa combinação de fatores – crise econômica, escassez de alimentos e medicamentos, violações dos direitos humanos e repressão política – tem levado muitos venezuelanos a buscar refúgio em outros países, dentre eles o Brasil. Esses migrantes e refugiados buscam melhores condições de vida, segurança e oportunidades econômicas que não estão disponíveis em seu país de origem.

Com base no vivenciado no município de Cametá, pode-se afirmar que em resposta a essa crise, o Brasil tem implementado medidas para lidar com o fluxo migratório, incluindo a criação de abrigos temporários, programas de interiorização, regularização migratória e ações de integração social. No entanto, os desafios persistem, e é necessário um esforço conjunto entre governos, organizações não governamentais e comunidades locais para enfrentar os impactos socioeconômicos e promover a integração dos migrantes e refugiados venezuelanos no Brasil.

Portanto, é necessário saber que os migrantes e refugiados devem receber proteção do Direito Internacional dos Direitos Humanos e do Direito Internacional dos Refugiados, segundo Thiago Augusto Lima Alves (2021, p. 8): *“O Direito Internacional dos Refugiados garante a eles um sistema específico de proteção, ao passo que também podem buscar o sistema universal da ONU, conseguindo acesso aos direitos humanos. Esse sistema é composto por vários tratados internacionais de proteção da pessoa humana e tem o objetivo de efetivar os direitos conquistados ao longo de décadas.”*

Logo, o autor destaca a importância do Direito Internacional dos Refugiados como um sistema específico de proteção para aqueles que fogem de perseguição e violações graves dos Direitos Humanos. Esse sistema assegura aos refugiados a possibilidade de buscar abrigo e amparo em outros países, garantindo que seus direitos fundamentais sejam respeitados. Ao mesmo tempo, em que o autor ressalta que os refugiados também têm acesso ao sistema universal de direitos humanos estabelecido pela ONU. Isso significa que eles podem reivindicar e desfrutar de todos os Direitos Humanos reconhecidos internacionalmente.

A existência desse sistema legal e normativo reforça o compromisso global de proteger os direitos e a dignidade das pessoas que são forçadas a deixar seus países de origem devido a circunstâncias adversas. Os tratados internacionais de proteção dos direitos humanos e o Direito Internacional dos Refugiados são fundamentais para garantir que os refugiados



tenham acesso a abrigo, segurança, cuidados de saúde, educação e outros direitos básicos, conforme apontam os relatórios da ACNUR Brasil.

No entanto, é importante reconhecer que ainda existem desafios significativos na implementação efetiva desses instrumentos legais. A proteção dos refugiados requer a colaboração e o compromisso dos Estados para cumprir suas obrigações sob o direito internacional. Além disso, a sensibilização e a solidariedade da comunidade internacional são essenciais para garantir que os refugiados sejam tratados com respeito e dignidade.

Para dar continuidade à discussão e apresentar outros aspectos, o tópico a seguir apresentará os pontos que diferenciam os conceitos “migração” e “refúgio”, fazendo reflexões acerca da precariedade socioespacial vivenciadas por estes indivíduos venezuelanos de etnia Warao no maior país da América do Sul, o Brasil, em especial no município de Cametá, estado do Pará.

#### **4. DA MIGRAÇÃO AO REFÚGIO: DISCUTINDO MAIS A FUNDO A PRECARIEDADE SOCIOESPACIAL DOS INDIVÍDUOS DE ETNIA WARAO**

A migração e o refúgio são conceitos distintos, embora relacionados, que descrevem diferentes motivos e circunstâncias pelas quais as pessoas deixam seus países de origem e procuram viver em outros lugares. É importante entender a diferença entre esses dois termos para compreender as diversas situações enfrentadas pelos migrantes e refugiados venezuelanos no Brasil.

Para Souza e Alfaya (2022, p. 215), um dos fatores da migração venezuelana para o Brasil se dá também pela proximidade entre os dois países, pois, *“sendo o Brasil vizinho imediato da Venezuela e maior país da América do Sul, seja em termos econômicos ou mesmo em extensão, o país tem enfrentado problemas para administrar e resolver a situação de recepção dos refugiados. Embora a União tenha adotado medidas de acolhimento, há quem tente barrar o ingresso dos venezuelanos no país.”*

Como vizinho imediato e o maior país da América do Sul, o Brasil tem sido impactado tanto em termos econômicos quanto na capacidade de lidar com a recepção e integração dos refugiados venezuelanos. Sendo compreensível que a vinda de um número significativo de migrantes possa gerar desafios e pressões para qualquer nação receptora. O Brasil tem adotado medidas de acolhimento, como a interiorização dos refugiados, buscando redistribuí-los por diferentes regiões do país. No entanto, é importante reconhecer que a resposta e a

capacidade de absorção podem ser limitadas, especialmente considerando a magnitude do fluxo migratório.

É válido mencionar que a questão migratória é complexa e envolve aspectos políticos, econômicos, sociais e humanitários. Algumas opiniões podem existir, inclusive, de pessoas que buscam impedir ou restringir a entrada dos venezuelanos no Brasil. Essas perspectivas refletem diferentes visões sobre a capacidade de absorção e integração dos migrantes, bem como preocupações relacionadas a emprego, segurança ou recursos disponíveis. No contexto da migração venezuelana para o Brasil, alguns venezuelanos estão buscando melhores condições de vida e oportunidades econômicas. Eles podem estar fugindo da crise econômica, da falta de emprego, da escassez de alimentos e medicamentos, ou podem estar buscando uma vida mais estável e segura em outro país.

Esses migrantes venezuelanos podem procurar trabalho, estudo ou reunificação familiar no Brasil. O refúgio, por outro lado, é um conceito legal e humanitário que se aplica a pessoas que fogem de seus países de origem devido a um medo bem fundamentado de perseguição, conflitos armados, violência generalizada ou violações graves e sistemáticas dos direitos humanos.

Os refugiados são protegidos pelo direito internacional e têm o direito de buscar asilo e proteção em outros países. Conforme aponta Alves (2021, p. 281): *“Depois desse esperado processo de desenvolvimento do sistema de proteção dos refugiados, encontra-se hoje um complexo conjunto de normas positivadas que tem como principal diploma o Estatuto dos Refugiados. Este, devidamente ratificado pelo Brasil, fora atualizado com o Protocolo sobre o Estatuto dos Refugiados de 1967, que ampliou o conceito de refugiado, superando-se as limitações geográficas e temporais que existiam na Convenção das Nações Unidas relativas ao Estatuto dos Refugiados de 1951.”*

Os refugiados são obrigados a deixar seus países para salvar suas vidas ou preservar sua liberdade e são incapazes ou temem regressar devido à situação perigosa em seu país de origem. Eles são reconhecidos como refugiados após passarem por um processo de solicitação de refúgio e terem sua condição avaliada pelas autoridades competentes.

No caso dos migrantes e refugiados venezuelanos no Brasil, muitos deles estão fugindo da crise política, econômica e humanitária em seu país de origem. Alguns venezuelanos podem se enquadrar na definição de refugiado e buscam proteção internacional no Brasil devido a perseguição política ou violações dos direitos humanos. Esses indivíduos têm direito

a solicitar refúgio e passar por um processo de avaliação para determinar sua condição de refugiado.

É importante ressaltar que nem todos os venezuelanos que migram para o Brasil se enquadram na categoria de refugiados. Alguns podem ser considerados migrantes econômicos em busca de melhores oportunidades, enquanto outros podem ser solicitantes de refúgio aguardando uma decisão sobre seu *status* legal. Em ambos os casos, tanto para migrantes quanto para refugiados, é fundamental que os países adotem políticas e medidas adequadas para garantir a proteção dos direitos humanos e a integração adequada dessas pessoas em suas sociedades de acolhimento.

No tópico a seguir, busca-se mostrar como a migração venezuelana tem gerado impactos socioespaciais significativos. Neste contexto, é fundamental compreender a distribuição geográfica dos migrantes venezuelanos e as condições sociais e econômicas que eles enfrentam ao buscar novas oportunidades. Além de ressaltar a importância de implementar políticas públicas adequadas para enfrentar esses desafios, garantindo o acesso às moradias dignas, infraestrutura básica, serviços essenciais, e de promover ações que visem à integração social.

## **5. VENEZUELANOS EM CAMETÁ: IMPACTOS E PERSPECTIVAS SOCIOESPACIAIS**

A chegada de imigrantes venezuelanos ao Brasil tem sido um fenômeno marcante nas últimas décadas, tendo impactos significativos em diversas regiões do país. A localização desses imigrantes é um aspecto crucial a ser considerado para compreender as dinâmicas socioespaciais que se estabelecem nesse processo migratório. A distribuição geográfica dos imigrantes venezuelanos não apenas reflete fatores como políticos de acolhimento e oportunidades de emprego, mas também influencia a forma como esses imigrantes se integram às comunidades locais e como são afetados pela nova realidade em que se encontram.

A migração venezuelana para o Brasil ocorre principalmente por meio da fronteira terrestre, especialmente pelos estados de Roraima e Amazonas. A proximidade geográfica entre os dois países e a deterioração das condições econômicas e políticas na Venezuela têm impulsionado esse fluxo migratório. Nesse contexto, a localização dos imigrantes venezuelanos no Brasil é influenciada por uma série de fatores determinantes, conforme é apresentado pelo ACNUR.

Um desses fatores é a presença de redes sociais e familiares estabelecidas em determinadas regiões do país. Muitos imigrantes buscam se reunir com parentes e amigos que já se estabeleceram em cidades específicas, o que os motiva a escolher essas regiões como destino, como observado no dia a dia. Além disso, a existência de comunidades venezuelanas pré-existentes em certas localidades também pode exercer influência na decisão de localização dos recém-chegados, já que oferecem suporte e facilitam a inserção social e econômica, como aponta O ACNUR.

Quando se pensa na questão local, a migração dos Warao para Cametá e outras regiões do Brasil está relacionada à busca por melhores condições de vida e oportunidades de trabalho e renda. A cidade de Cametá, situada às margens do rio Tocantins, tornou-se um ponto de chegada para os Warao devido à sua localização geográfica e à presença de redes de apoio, como organizações não governamentais e instituições religiosas, que procuram auxiliar os imigrantes.

Em Cametá e em outras regiões do Brasil onde ocorre a migração dos Warao, existem várias redes de apoio que desempenham um papel fundamental na assistência aos migrantes. Essas redes envolvem diferentes atores, incluindo organizações não governamentais (ONGs), instituições religiosas, grupos de voluntários e instituições públicas.

Além das organizações não governamentais e instituições religiosas, as instituições públicas também estão envolvidas na rede de apoio aos migrantes Warao. Órgãos governamentais, como prefeituras, secretarias municipais e estaduais, e outros órgãos públicos têm o papel de coordenar e fornecer assistência aos migrantes. Essas instituições podem fornecer serviços básicos, como acesso à saúde, educação e assistência social. Elas também podem desenvolver programas específicos que visam a integração dos migrantes na sociedade local e a promoção de seus direitos e bem-estar.

No contexto nacional, a questão dos Warao em Cametá reflete os desafios enfrentados pelo Brasil no acolhimento e integração de imigrantes. O Brasil tem sido um destino para diversos grupos de imigrantes, incluindo venezuelanos, haitianos e africanos, devido à sua dimensão territorial e à imagem de país acolhedor. No entanto, a resposta do Estado brasileiro em relação à migração tem sido desafiadora, pois, as políticas públicas de acolhimento e integração de imigrantes no Brasil têm sido insuficientes para lidar com o grande fluxo. A falta de estrutura e recursos adequados para atender às necessidades básicas dos imigrantes, como abrigo, alimentação, saúde e educação, tem sido uma questão recorrente.

As políticas de integração visam garantir que os imigrantes Warao tenham a oportunidade de se estabelecer e se tornarem membros ativos da sociedade brasileira. Isso envolve a promoção de programas de aprendizagem da língua portuguesa, ações de capacitação profissional, acesso a serviços públicos, como saúde e educação, e ações que promovam a inclusão social e cultural dessas comunidades.

No caso específico dos Warao em Cametá, a presença desse grupo indígena tem gerado desafios adicionais. Os Warao possuem uma cultura e língua distintas, o que pode dificultar sua interação e integração com a comunidade local. A falta de familiaridade com a língua portuguesa também pode ser um obstáculo para acessar serviços e oportunidades.

A questão dos Warao em Cametá é apenas um exemplo de como a migração de grupos específicos pode afetar uma determinada região. É importante compreender e abordar os desafios enfrentados pelos imigrantes de forma holística, considerando fatores socioeconômicos, culturais e políticos, a fim de garantir uma resposta adequada e inclusiva.

A seguir apresentam-se os impactos socioespaciais da localização onde esses indivíduos se encontram e tentam seguir suas vidas longe de país, o tópico também busca apresentar como se deu a integração e quais os maiores desafios enfrentados, além de propor possibilidades para a integração bem-sucedida e para a promoção da coesão social.

## **6. A CONDIÇÃO ESPACIAL DOS VENEZUELANOS EM CAMETÁ-PA**

O primeiro contato com o povo Warao se deu a partir de experiências vividas por alguém próximo a esta pesquisadora, que prestava assistência aos migrantes venezuelanos, sem o apoio de nenhuma instituição ou mesmo do Poder Público. Ao observar como os indígenas viviam surgiu a necessidade de ajudar. Itens mais básicos de sobrevivência era inexistente, e no que diz a respeito à alimentação a situação era mais precária. Advindos de uma cultura totalmente diferente, com costumes visto como “estranhos” pela população, a comunicação era uma barreira a mais.

A condição espacial dos imigrantes venezuelanos da etnia Warao em Cametá é marcada pela falta de acesso à moradia adequada. Devido à escassez de recursos financeiros e ao baixo apoio institucional, muitos desses imigrantes são obrigados a buscar abrigo em assentamentos precários, como ocupações irregulares ou áreas degradadas da cidade. A ausência de infraestrutura básica, como água potável, saneamento e eletricidade, tornam mais graves suas condições de vida.

A concentração dos imigrantes Warao em determinadas áreas de Cameté pode levar à formação de comunidades segregadas e marginalizadas. A falta de conhecimento da língua local e as diferenças culturais também contribuem para a segregação desses sujeitos socioespaciais. A segregação espacial limita seu acesso a oportunidades de emprego, serviços de saúde, educação e outros recursos essenciais, o que intensifica sua vulnerabilidade e dificulta sua integração social na cidade.

É crucial que as políticas públicas sejam desenvolvidas em conjunto com a comunidade de acolhimento, levando em considerações suas necessidades e promovendo a sensibilização e a empatia. Ações de capacitação e programas de inclusão social podem contribuir para a superação das barreiras linguísticas e culturais, facilitando a integração e a participação dos imigrantes Warao na sociedade local.

A manutenção da identidade Warao, mesmo em meio às adversidades, e as expectativas de um futuro mais promissor refletem a busca por condições de vida dignas, respeito às tradições e oportunidades de inclusão e crescimento. As palavras destes indígenas ecoam a necessidade urgente de apoio social, cultural e educacional para garantir a integração e o bem-estar dos venezuelanos da etnia Warao em Cameté.

É imperativo que a sociedade e as autoridades locais reconheçam e valorizem a riqueza cultural trazida pelos Warao, garantindo acesso a serviços básicos, oportunidades de emprego e educação adequada. A implementação de políticas inclusivas e programas de assistência específicos pode ser um passo crucial para melhorar suas condições de vida e promover uma convivência harmoniosa e respeitosa.

Tais narrativas são um lembrete poderoso da importância da empatia, do respeito à diversidade e da solidariedade em construir comunidades verdadeiramente inclusivas e acolhedoras para todos. Suas aspirações por um futuro mais digno e integrado merecem ser ouvidas e apoiadas com ações concretas e sustentáveis.

Deste modo, a condição espacial dos imigrantes venezuelanos da etnia Warao em Cameté revela desafios significativos que exigem ações concretas por parte das autoridades e da sociedade em geral. Por meio de políticas públicas inclusivas, que garantam acesso à moradia adequada, infraestrutura básica e serviços essenciais, é possível promover a integração e a proteção desses imigrantes, fortalecendo seus direitos e contribuindo para sua dignidade e bem-estar em seu novo ambiente em Cameté, no estado do Pará.

Era nítido ver o descaso do poder público em relação aos venezuelanos no pico da COVID19, a maioria ou totalidade dos mesmos ainda não tinha recebido uma dose se quer da vacina, pois, eles não tinham documentos e nem uma previsão para ter acesso aos mesmos. O local em que viviam era insalubre o que agravava ainda mais a situação, tanto que ao retornarem a Cametá ficaram por três dias acampados na Praça Nossa Senhora das Mercês, situação esta que só mudou quando pessoas comuns da sociedade civil, se reuniu e alugou uma casa de dois cômodos que comportou mais de trinta e 35 pessoas, entre crianças, adultos e idosos.

Durante o período da pesquisa e em que se conviveu com os indígenas Warao, o que se pôde perceber, é que o desconhecido traz consigo o preconceito, a estranheza e a falta de empatia. Os imigrantes venezuelanos vivem buscando tão pouco, as vezes apenas um teto e um pouco de comida e isso lhes foi negado. O governo cametaense, ou seja, a prefeitura municipal, cometeu erros graves quando não deu importância devida a problemática dos venezuelanos.

Vários dos princípios básicos da Constituição foram violados saúde, educação, alimentação eram negligenciados com isso a volta dos Warao é quase nula uma vez que não encontraram aqui nem o mínimo do que precisava. A pesquisa realizada sobre a migração dos venezuelanos da etnia Warao em Cametá, Pará, adotou uma abordagem metodológica que se dividiu em dois momentos distintos.

Inicialmente, foi conduzida uma pesquisa exploratória, seguindo-se de uma observação sistemática preenchida com dados etnográficos. Ao discutir a aplicação da etnografia e sua relevância na pesquisa geográfica, busca-se em Ângela Fagna Gomes de Souza (2013), um embasamento teórico rico, pois explora conceitos de renomados autores como Malinowski, Geertz e Angrosino, ressaltando a capacidade da etnografia em captar as singularidades do ambiente estudado.

A combinação desses métodos permitiu uma abordagem abrangente da migração dos Warao em Cametá, proporcionando insights significativos sobre suas motivações, condições de vida, preservação cultural e desafios de invisibilidade e vulnerabilidade. Essa metodologia enriqueceu a pesquisa, fornecendo uma compreensão mais rica e contextualizada da situação dos migrantes.

Essa articulação entre pesquisa exploratória, observação sistemática e etnografia possibilitou a construção de um quadro analítico mais robusto e aprofundado sobre a



migração dos venezuelanos da etnia Warao em Cametá, contribuindo para uma compreensão mais ampla e sensível das questões enfrentadas por esse grupo vulnerável.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que a migração dos indígenas venezuelanos é uma realidade em nosso município, faz necessária a elaboração de um trabalho acadêmico pioneiro, a fim de investigar como se deu o processo de migração e permanência do povo Warao dentro do território brasileiro, mais especificamente na cidade de Cametá, além de buscar compreender como a população e o poder público se comportam diante desse fato.

Outro fator importante para a pesquisa é mostrar o processo de invisibilização desses sujeitos, que se dá tanto pelo poder público, quanto pelas instituições e sociedade civil, buscando fazer também reflexões acerca de criar um processo de inclusão desses indivíduos na sociedade cametaense.

Além do governo, organizações da sociedade civil têm desempenhado um papel crucial na assistência aos imigrantes Warao. Essas organizações atuam na provisão de abrigo, alimentação, suporte psicossocial e assistência jurídica, contribuindo para a melhoria das condições de vida e a proteção dos direitos dos imigrantes.

No entanto, é importante reconhecer que o desafio de acolher e integrar os imigrantes Warao é complexo e contínuo. A demanda por serviços e recursos muitas vezes excede a capacidade de resposta, e podem surgir desafios relacionados à discriminação, xenofobia e dificuldades de adaptação cultural. É fundamental que a gestão municipal adote medidas efetivas para lidar com a questão dos Warao em Cametá e de outros grupos de imigrantes no Brasil. Isso inclui a implementação de políticas de acolhimento humanizado, que garantam o acesso a serviços básicos e promovam a integração socioeconômica dos imigrantes.

**Desafios socioeconômicos:** A chegada de muitos imigrantes, como os Warao, pode sobrecarregar os recursos locais, especialmente em áreas que já enfrentam desafios socioeconômicos. A demanda por abrigo, alimentação, saúde e educação aumenta significativamente, colocando pressão sobre os serviços públicos e a infraestrutura local. Isso pode levar a condições precárias de vida, falta de acesso a serviços básicos e tensões com a comunidade receptora.

**Integração e diversidade cultural:** Presença dos Warao e de outros grupos de imigrantes traz consigo uma diversidade cultural enriquecedora. No entanto, a integração

cultural pode ser um desafio, uma vez que os imigrantes podem enfrentar barreiras linguísticas, dificuldades de adaptação às normas sociais e culturais locais, além de discriminação e estigmatização.

**Impacto econômico:** A presença dos imigrantes pode ter impacto tanto positivo quanto negativo na economia local. Por um lado, os imigrantes podem contribuir para o crescimento econômico ao preencherem vagas de trabalho em setores em que há escassez de mão de obra. Por outro lado, a competição por empregos pode gerar tensões com os trabalhadores locais, especialmente em ocupações com salários mais baixos.

**Políticas públicas:** Para lidar com a questão dos imigrantes, é necessário o estabelecimento de políticas públicas abrangentes e efetivas. Isso inclui a criação de canais de regularização migratória, o fortalecimento dos mecanismos de acolhimento humanizado, a ampliação do acesso a serviços básicos, como saúde e educação, e o desenvolvimento de programas de integração socioeconômica.

Além disso, é fundamental promover a integração dos imigrantes venezuelanos nas comunidades locais, por meio de ações que incentivem a interação, o diálogo e a compreensão mútua. Investimentos em educação, aprendizado da língua portuguesa e programas de sensibilização cultural podem facilitar o processo de integração e reduzir as barreiras existentes.

No entanto, é importante ressaltar que a integração dos imigrantes venezuelanos não é responsabilidade exclusiva do Estado. A participação da sociedade civil, organizações não governamentais e empresas privadas é fundamental para promover a inclusão e o respeito aos direitos dos imigrantes. Parcerias entre diferentes atores sociais podem contribuir para o desenvolvimento de soluções mais eficazes e sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

ACNUR, Declaração de Cartagena. Colóquio sobre Proteção Internacional dos Refugiados na América Central, México e Panamá: Problemas Jurídicos e Humanitários. 1984.

ALTO COMISSARIADO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REFUGIADOS (ACNUR). Global trends: forced displacement in 2019. Copenhagen, ACNUR: 2020a. Disponível em: [www.unhcr.org/statistics/unhcrstats/5ee200e37/unhcr-global-trends-2019.html](http://www.unhcr.org/statistics/unhcrstats/5ee200e37/unhcr-global-trends-2019.html). Acesso em: 21 set. 2023.

ALTO COMISSARIADO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REFUGIADOS (ACNUR). Situation response for venezuelans. Copenhagen, ACNUR: 2020b. Disponível em: <https://data2.unhcr.org/en/situations/platform>. Acesso em: 27 abr. 2024.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>, acessado em: 12 dez. 2023.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.474, de 22 de julho de 1997. Define mecanismos para a implementação do Estatuto dos Refugiados de 1951, e determina outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9474.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9474.htm)>. Acesso em: 09 dez. 2023.

\_\_\_\_\_. Portaria Interministerial Casa Civil-PR/MJ/MS/Minfra nº 670, de 01 de abril de 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-interministerial-n-670-de-1-de-abril-de-2022-390351794>. Acesso em: 21 mar. 2024.

JUNGER DA SILVA, Gustavo; CAVALCANTI, Leonardo; LEMOS SILVA, Sarah; TONHATI, Tania; LIMA COSTA, Luiz Fernando. Observatório das Migrações Internacionais; Ministério da Justiça e Segurança Pública/ Departamento das Migrações. Brasília, DF: OBMigra, 2023.

Severino, A. J. (2022). A emancipação dos povos colonizados na proposta educacional freireana: decolonização interculturalidade. *Comunicação & Educação*, 26(2), 106-120. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9125.v26i2p106-120>. Acesso: 21 dez. 2023.

Crise na Venezuela: o que levou o país ao colapso econômico e à maior crise de sua história. Felipe Corazza e Lígia Mesquita. *BBC News Brasil em São Paulo e em Londres*. 22 outubro 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-45909515>. Acesso em: 11 nov. 2023.

OPERAÇÃO Acolhida recebeu 1,3 mil venezuelanos no país em agosto. *Radio Agência Nacional*, 14 set. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/direitoshumanos/audio/2020-09/operacao-acolhida-recebeu-13-mil-venezuelanos-no-pais-em-agosto>. Acesso em: 02 mai. 2024.

## MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A SAÚDE HUMANA - UMA REVISÃO INTEGRATIVA

### CLIMATE CHANGE AND HUMAN HEALTH - AN INTEGRATIVE REVIEW

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-25

Lara Lind de Souza Brito Ribeiro <sup>1</sup>

Márcia Nunes Bandeira Roner <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduada no Bacharelado Interdisciplinar em Ciências na Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB

<sup>2</sup> Doutora em Ciência animal. Centro de Formação em Desenvolvimento Territorial - CFDT - UFSB

#### RESUMO

Este artigo de revisão integrativa teve como objetivo verificar os achados na literatura sobre o impacto das mudanças climáticas na saúde humana, registrar e organizar os achados mais recentes sobre a temática. Para realizar esta análise foram utilizados as bases de dados Scielo, Medline, LILACS e IBECs. Para filtrar os artigos que seriam utilizados na amostra, foram utilizados critérios de inclusão e exclusão que resultaram em quatro artigos. Através da leitura dos artigos selecionados foi constatado que as mudanças climáticas têm modificado o padrão homeostático ambiental, gerando impactos na saúde humana global. Dentre os resultados discutidos foram encontradas evidências de aumento de casos de doenças transmitidas por vetores devido ao aumento de precipitação. Aumento dos casos de doenças respiratórias devido a ondas de calor, períodos de seca e aumento da precipitação. Estudo que relaciona obesidade, mudanças climáticas e doenças cardiovasculares em uma sindemia global. Por fim uma pesquisa que descreve os impactos das mudanças climáticas na saúde humana e relata a importância de haver disciplinas em escolas médicas que abordam sobre a ciência das mudanças climáticas, a fim de que os futuros médicos tenham uma visão holística sobre a saúde humana e as mudanças climáticas para melhor adaptação e diagnóstico de doenças.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas. Doenças. Meio ambiente e saúde única.

#### ABSTRACT

This integrative review article aimed to verify the findings in the literature on the impact of climate change on human health, recording and organizing the most recent findings on the topic. To carry out this analysis, the Scielo, Medline, LILACS and IBECs databases were used. To filter the articles that were used in the sample, inclusion and exclusion criteria were used which resulted in four articles. By reading the selected articles, it was found that climate change alters the environmental homeostatic pattern, generating impacts on global human health. Among the results discussed, evidence was found of an increase in cases of vector-borne diseases due to the increase in incidents. Increase in cases of respiratory diseases due to heat waves, dry periods and increased occurrence. Study that links obesity, climate change and cardiovascular diseases in a global syndemic. Finally, research that describes the impacts of climate change on human health and reports the importance of having disciplines in medical schools that address the science of climate change, so that future doctors have a holistic view of human health and how climate change for better adaptation and disease diagnosis.

**Keywords:** Climate change. Disease. Environment and one health.

## 1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são consideradas uma grande ameaça para a vida, pois perpassam diversos campos conhecidos pelo homem, seja ele: o ambiental, natural e o humano, nesse sentido, observa-se que as mudanças climáticas têm sido notórias ao longo do globo e progredindo a cada ano. Todavia, a saúde dos seres humanos, animais, de outros organismos vivos e o meio ambiente estão intrinsecamente ligados. É a partir desse pressuposto que nasce o movimento *One Health*, criado para promover o pensamento e a conexão sobre a saúde humana, animal e ambiental a fim de melhorar a detecção, prevenção e tratamentos de doenças (MACEDO & BRANDESPIM, 2020; CARNEIRO & PETTAN- BREWER, 2021).

Em sua pesquisa, Pereira, Valverde e Asmus (2022) destacam que as mudanças climáticas têm impactos diretos na saúde humana. Para ilustrar essas consequências, os autores detalham efeitos, incluindo alterações no perfil epidemiológico de doenças diarreicas e transmitidas por vetores, modificações nas condições ambientais que provavelmente agravarão problemas de proteção, além de preocupações relacionadas à segurança alimentar que podem resultar em um aumento de casos de desnutrição. Além disso, foi abordada a ocorrência de lesões e óbitos associados à exposição a condições climáticas extremas, como secas e aumento na frequência de ondas de calor.

Um fator determinante para a mudança do perfil epidemiológico e da situação de saúde é a urbanização, especialmente nas grandes cidades, no qual as condições de vida vêm se deteriorando, seja pelo resultado direto da poluição, da expansão industrial e do aumento populacional. Esse fenômeno é agravado pelas grandes desigualdades sociais globais (BARCELLOS et al., 2009). No contexto dos desafios de saúde atribuídos às mudanças climáticas, destaca-se o aumento do índice pluviométrico como um fator contribuinte para a propagação de doenças transmitidas por meio da água e dos alimentos.

Os riscos associados às mudanças climáticas para a saúde humana exigem repensar o processo decisório dos gestores e o modo de vida da sociedade. Assunção, Corrêa e Uehara (2022), avaliaram a relação entre a pandemia de COVID-19 com mudanças climáticas e exposições zoonóticas. Os autores expõem que o cenário pandêmico ressaltou a importância de uma atenção ampliada às questões ambientais em diversos contextos, enfatizando a

necessidade de pesquisas interdisciplinares sobre emergências e problemas de saúde pública, integradas de forma colaborativa com as questões ambientais.

Até recentemente, os setores da saúde não demonstravam um grande engajamento com a agenda internacional das mudanças climáticas. Entretanto, esse cenário começou a mudar à medida que evidências mais sólidas surgiram, destacando o risco iminente para a saúde da população em decorrência do agravamento do aquecimento global. É importante ressaltar que, de acordo com esses autores, nos últimos 25 anos, não observamos melhorias significativas na redução das emissões de gases de efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono. Além disso, não foram feitos investimentos substanciais para adaptar a economia global às demandas das circunstâncias futuras. Essa falta de ação pode ser identificada como um dos fatores que contribuirão para um aumento no número de pessoas impactadas pelas mudanças climáticas (Oseebaard e Lachman 2021).

Nesse sentido, a abordagem do conceito de Saúde Única, em inglês “*One Health*” tem ganhado destaque nos estudos científicos na atualidade, embora tenha surgido no final do século XIX e início do século XX, com os Drs. Rudolf Virchow e William Osler. Eles foram visionários para compreender a ligação entre saúde humana, animal e ambiental. Em 2008, a iniciativa “Um Mundo, Uma Saúde” foi lançada conjuntamente pela Organização Mundial de Saúde (OMS), a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Nesse contexto, o termo “*One Health*” foi proposto como um conceito para ilustrar a indissociabilidade que existe entre a tríade de saúde humana, animal e ambiental (MACEDO e BRANDESPIM, 2020; CARNEIRO e PETTAN-BREWER, 2021).

O uso da perspectiva *One Health* no contexto do surgimento de doenças emergentes e reemergentes contribuem ainda mais para uma análise minuciosa das mudanças que vêm ocorrendo no globo. Torna-se cada vez mais necessário adotar essa abordagem, engajando profissionais de diversas áreas do conhecimento e criando sistemas de ensino cada vez mais interdisciplinares, assim como na Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB), instituição de ensino dos autores deste artigo. Essa perspectiva possibilita a detecção precoce de novas doenças, o desenvolvimento de ferramentas para controle de vetores, a identificação de populações mais vulneráveis às mudanças climáticas e a criação de terapias eficazes para cada enfermidade. Destaca-se que abordagens intersetoriais e interdisciplinares são indispensáveis

para potencializar os avanços na mitigação dos impactos das mudanças climáticas na saúde humana (Ellwanger *et al.* 2021)

Desse modo, permeando a temática, o presente artigo de revisão integrativa de literatura tem como objetivo central, verificar os achados na literatura sobre o impacto das mudanças climáticas na saúde humana, registrar e organizar os achados mais recentes sobre a temática.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com a possibilidade do aumento de eventos climáticos extremos, a atenção especial deve ser dada às consequências para a saúde da população mundial. Com os surtos de diarreia associados a eventos climáticos como o aumento de precipitação e episódios de inundação e enchentes, a rede de distribuição de água para o consumo humano pode ficar afetada. Vale ressaltar que o fornecimento de água pode ficar comprometido resultando na falta de água potável ou ainda a distribuição de água contaminada por agentes infecciosos. Estes fatores contribuem para um quadro de vulnerabilidade, morbimortalidade por doenças diarreicas e infecciosas, além de representar um grave problema de saúde no Brasil e no mundo, relacionada a fatores como condições climáticas, ambientais e de vida da população (DUARTE *et al.*, 2019).

Nos casos como a dengue, o mosquito (*Aedes Aegypti*) é adaptado às áreas urbanas porque requer pequenos acúmulos de água, que podem ser encontrados em latas, embalagens, garrafas, pneus velhos, vasos de plantas, etc ( MENDES, 2013). O vetor da dengue está comumente associado às mudanças e flutuações climáticas, que incluem: aumento da temperatura, variações na pluviosidade e umidade relativa do ar, condições estas que favorecem maior número de criadouros disponíveis e conseqüentemente o desenvolvimento do vetor. A dengue está fortemente relacionada com as variáveis meteorológicas, a variabilidade sazonal da temperatura e a pluviosidade que influenciam na dinâmica do vetor, sendo fatores cruciais para o aumento da incidência dos casos (VIANA; IGNOTTI, 2013).

Os fatores sociais podem reduzir ou ampliar os impactos na saúde populacional de acordo com a apropriação diferencial dos recursos disponibilizados. É necessário nesse sentido que as pesquisas ressaltem o problema para uma tentativa de capacitar os indivíduos, grupos e comunidades a responderem potenciais perigos desencadeados por eventos relacionados às mudanças ambientais e climáticas (ALPINO, *et al.*, 2016). As projeções de



mudanças climáticas futuras relatadas pelo Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas de 2021 (IPCC) geralmente consideram apenas o impacto dos aumentos antropogênicos de gases de efeito estufa e outros fatores relacionados ao homem no clima. Dessa forma, as mudanças climáticas estão associadas ao aquecimento global devido ao aumento das concentrações de gases de efeito estufa e às mudanças no uso da terra. Embora a contribuição do Brasil para as concentrações globais seja menor do que a dos países industrializados, a contribuição dos incêndios (fumaça e aerossóis) é consideravelmente maior (BLANK, 2015).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se como método a revisão integrativa da literatura (RIL), uma forma de sintetizar os resultados da literatura com o objetivo de catalogar referências que abordam os impactos das mudanças climáticas na saúde humana. Para isso, usufruímos as cinco etapas recomendadas por Wittemore e Knafl (2005) para a construção da revisão integrativa, sendo elas: identificação do problema; busca na literatura; avaliação dos dados; análise dos dados; e apresentação dos resultados. Nesse sentido, a pergunta norteadora da primeira etapa foi: como as mudanças climáticas afetam a saúde humana?

Na segunda etapa, após a análise da questão norteadora foi necessário identificar os descritores que serão usados nas bases de dados. Nesse sentido, foram selecionados quatro Descritores Controlados em Ciências da Saúde (DeCS) na língua portuguesa e seus equivalentes no Medical Subject Headings (MeSH). Os termos selecionados foram “Mudanças Climáticas”, (Climate Change), “doenças” (disease), “meio ambiente” (environment) e “Saúde Única (*One Health*).

Na busca dos artigos selecionaram-se os que estavam indexados nas seguintes bases de dados: Scientific Electronic Library Online (SciELO); Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Índice Bibliográfico Español en Ciencia de la Salud (IBECS). Com base nos descritores selecionados, foi montada a seguinte estratégia de busca: (mudanças climáticas) OR (climate change) AND (doenças) OR (disease) AND (meio ambiente) OR (environment) AND (saúde unica) OR (one health).

Os critérios de inclusão adotados abrangiam artigos em língua portuguesa, inglesa e espanhola publicados entre 2018 e 2023 que respondessem integralmente à pergunta da

pesquisa, que estivessem com acesso aberto em plataforma online e publicações nacionais e internacionais.

Os critérios de exclusão compreendiam artigos de revisão de literatura, revisão integrativa e revisão sistemática, bem como duplicatas, de acesso fechado, resumos e artigos que restringiam sua abordagem a uma delimitação geográfica específica, seja por cidade, país ou continente. Além disso, foram excluídas publicações anteriores a 2018 que não tratavam da temática da pesquisa.

Inicialmente, os títulos, resumos e palavras-chave dos artigos localizados foram examinados em uma fase de pré-seleção. Posteriormente, após passar pelos critérios de inclusão e exclusão, os textos pré-selecionados foram submetidos a uma leitura completa, e apenas aqueles que efetivamente abordavam a questão orientadora foram incluídos na amostra final da revisão integrativa.

A terceira etapa consistiu na avaliação e síntese dos dados coletados. Para este propósito, os pesquisadores utilizaram um instrumento de coleta de dados em formato de tabela contendo variáveis como base de dados, autor(es), ano de publicação, método de pesquisa, objetivos e resultados.

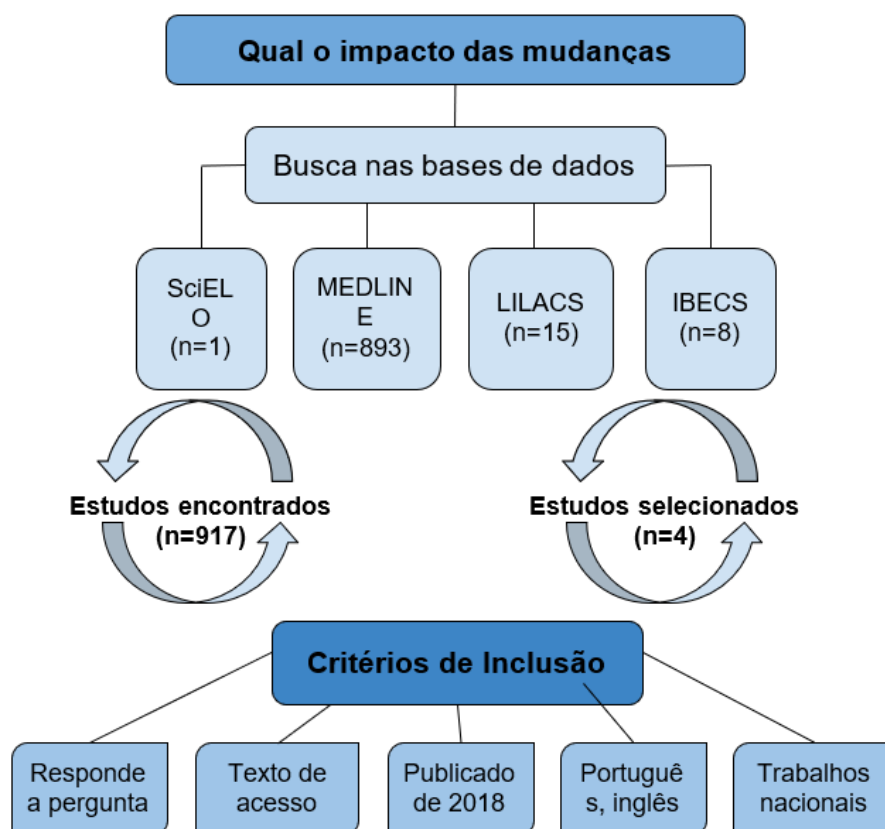
Na quarta etapa, destinada à análise dos estudos, procedeu-se à identificação das seguintes categorias, a saber: caracterização da amostra, avaliação dos artigos e produção científica. Por fim, a quinta e última etapa da pesquisa compreendeu a apresentação e discussão dos resultados e foi concluída com o presente artigo de revisão integrativa.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA**

A busca nas bases de dados resultou em 917 artigos, 1 indexado no SciELO, 893 no MEDLINE, 15 no LILACS e 8 no IBECs. Na sequência foram aplicados os métodos de exclusão e inclusão, leitura dos títulos, resumos e as palavras-chave, 41 artigos foram selecionados. Em seguida foi realizada a leitura dos artigos que estavam com o texto disponível completo online e após aplicados os fatores de inclusão e exclusão foram selecionados 4 artigos para fazerem parte da amostra final.

Na figura 01, o fluxograma demonstra de maneira visual como se deu a seleção dos artigos:



Dos quatro artigos selecionados para a discussão (Quadro 1), fica evidente que cada um destaca consequências específicas das mudanças climáticas na saúde humana. Por meio desses estudos, percebemos a centralidade e a aplicação da perspectiva de saúde única (One Health), mesmo que este conceito não seja explicitamente mencionado, tornando impraticável adotar uma visão isolada, dada a interação intrínseca entre a saúde humana, animal e ambiental (Goshua et al., 2021; Clearfield et al., 2018 e D'Amato et al. 2018). A maioria dos estudos encontrados foram os de prognóstico. Esses estudos buscam prever ou estimar condições futuras, além de que são muito utilizados para tomadas de decisões na clínica para cuidados com os pacientes e planejamento de intervenções (Patino e Ferreira, 2017).

A seguir, cada pesquisa será abordada em tópicos específicos conforme o tema do estudo de cada pesquisa, obedecendo à sequência no quadro 1.

Quadro 1. Distribuição dos artigos segundo as variáveis selecionadas.

Base	Autor(es) e ano de publicação	Método de pesquisa	Objetivos	Principais resultados encontrados
MEDLINE	Grobusch & Grobusch (2021)	Estudo de Etiologia	Investigar o impacto das alterações climáticas nas doenças infecciosas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A dengue e a malária são cada vez mais recorrentes como resultado das mudanças climáticas;</li> <li>- Prevê-se que a mortalidade e a morbidade induzidas pelas alterações climáticas, tanto por doenças infecciosas como não infecciosas, entre outros cenários adversos, irão aumentar globalmente no futuro.</li> </ul>
MEDLINE	Goshua et al. (2021)	Estudo Prognóstico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analisar brevemente os impactos na saúde relacionadas às alterações climáticas;</li> <li>- Examinar a existência de disciplinas nos cursos de medicina relacionadas às mudanças climáticas;</li> <li>- Incentivar a oferta de disciplinas relacionadas à ciência das mudanças climáticas nos cursos de medicina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mulheres grávidas são particularmente vulneráveis ao ambiente calor, pois o aumento das temperaturas pode ter um efeito direto no tempo gestacional humano, aumentando o risco de parto prematuro e defeitos de nascença;</li> <li>- Doenças transmitidas pela água levam ao crescimento de fungos e bolores que aumentam doenças respiratórias relacionadas à asma;</li> <li>- Apenas um terço das escolas de medicina dos Estados Unidos incluíam educação climática na grade curricular.</li> </ul>
MEDLINE	Clearfield et al. (2018)	Estudo diagnóstico / Estudo de etiologia / Estudo de prevalência / Estudo prognóstico / Fatores de risco	Explorar a sindemia da obesidade e das mudanças climáticas como um propulsor para doença cardiovascular.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A sinergia entre a obesidade metabólica, alterações climáticas e poluição aumentam a aterosclerose, inflamação subclínica e subsequente eventos cardiovasculares;</li> <li>- As populações de baixa renda são as mais vulneráveis às mudanças climáticas.</li> </ul>
IBECS	D'Amato et al. (2018)	Estudo Prognóstico	Compreender que a redução da poluição do ar pode ajudar a melhorar os sintomas de doenças respiratórias obstrutivas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A asma é uma doença heterogênea que é fortemente influenciada por fatores ambientais, como eventos meteorológicos e mudanças climáticas, que variam em tipo e intensidade em todo o mundo;</li> <li>- A exposição às mudanças climáticas e à poluição atmosférica está ligada a muitos sinais de doenças respiratórias obstrutivas (por exemplo, exacerbação da asma).</li> </ul>

## **4.2. IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA SAÚDE: DOENÇAS INFECCIOSAS**

Conforme o Grobusch & Grobusch (2021) ao estudar o impacto das alterações climáticas nas doenças infecciosas, os autores relatam que essas doenças são apenas uma parcela das enfermidades que vem aumentando conforme o avanço das mudanças climáticas. No relatório do Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas de 2021 (IPCC), foi descrito que as mudanças climáticas irão aumentar os casos de doenças transmitidas por vetores, como por exemplo, malária e a dengue. Com as mudanças climáticas ocorrem os impactos nas distribuições de vetores transmissores de doenças e até mesmo de patógenos. Isso ocorre devido o aumento da temperatura e o aumento de precipitação, tornando, em algumas regiões, o ambiente propício para criadouros.

Debate-se com frequência, assertivamente, que existe uma urgência na diminuição das mudanças climáticas, já que o assunto é muito debatido porém sem grandes progressos nos últimos anos na redução da emissão de gases de efeito estufa. Vale ressaltar que devido a falta de avanços na busca pela diminuição da temperatura global, existem algumas ações que estão sendo realizadas para que haja a adaptação às doenças infecciosas e outras doenças causadas devido às mudanças climáticas (Grobusch e Grobusch, 2021).

De acordo com Barcellos et al. (2009), as mudanças climáticas afetam a saúde humana de forma direta e indireta. As ondas de calor, furacões e inundações estão inseridas na primeira via, de forma direta. Em relação a segunda, quando falamos de alterações no meio ambiente, mudanças dos ecossistemas e dos ciclos biogeoquímicos, estes fatores ocasionam um aumento na incidência de doenças infecciosas, desnutrição e distúrbios mentais de uma forma indireta. Os autores concluem dizendo que se as ações para melhorias e transformações para um meio ambiente mais saudável, minimizaria um quarto da carga de doenças em nível global, além de que reduziria o número de mortes prematuras em todo mundo, podendo chegar a 13 milhões de vidas poupadas.

## **4.3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS SEUS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA**

De acordo com Goshua et al. (2021) dificilmente teremos grandes avanços na diminuição das mudanças climáticas sem que os principais países industrializados diminuam suas taxas nas emissões de gases de efeito estufa. Conforme os autores, o aumento da

temperatura terrestre tem sido grande responsável nos aumentos de casos de doenças crônicas. É de conhecimento geral que as pessoas mais afetadas pelas mudanças climáticas e pelas doenças devido ao aumento da temperatura são as crianças, idosos, mulheres grávidas, pessoas de baixa renda e as que possuem doenças pré-existentes. No caso das mulheres grávidas as altas temperaturas podem ter efeito direto na gestação, ocasionando nascimentos pré-termo (premature) e defeitos congênitos.

De acordo com Yuzen et al. (2023) durante a gestação a mulher passa por diversas alterações fisiológicas nos sistemas: cardiovascular, respiratório, imunológico e endócrino. Diante dessas alterações o estresse térmico (condição extrema de temperatura corporal que excede a capacidade do organismo de manter a termorregulação), desencadeia diversos efeitos adversos no período da gestação, podendo acarretar desde a prematuridade, natimorto e baixo peso fetal. Vale ressaltar que alterações no ciclo menstrual e a diminuição da taxa de fertilidade podem ser acarretadas devido ao aumento da temperatura corporal. A progesterona é um grande marcador pois quando há um aumento deste hormônio durante a gestação pode-se explicar a susceptibilidade ao estresse térmico.

O que pode-se observar atualmente são uma instabilidade nas estações, gerando tempos de secas maiores em algumas regiões e aumento da precipitação em outras, além de ondas de calor que estão aumentando a cada ano. A ausência de estabilidade climática emerge como um impulsionador de múltiplas patologias, predispondo determinadas regiões ao aumento de reprodução de mosquitos vetores, enquanto o aumento das precipitações favorece a expansão de fungos e bolores em ambientes residenciais, acarretando o aumento nos registros de doenças respiratórias. Ademais, o agravamento da poluição atmosférica tem sido associado a um maior número de casos nos índices de mortalidade prematura (Goshua et al. 2021).

Outro fator existente é que cada vez mais relaciona-se distúrbios mentais com as mudanças climáticas devido ao estresse climático, questões ligadas às migrações forçadas, insegurança alimentar e ondas de calor extremas. Ainda convém lembrar que os casos mais recorrentes em alguns contextos são: depressão, estresse pós-traumático, violência doméstica, ansiedade generalizada e até uso de substâncias ilícitas. De acordo com Goshua et al. (2021) foi observado que em períodos de temperaturas elevadas nos Estados Unidos, são recorrentes a procura de serviços de urgência para emergência de saúde mental e casos de morte.

Em segundo plano, ainda de acordo com os autores, a temática da importância de haver componentes curriculares nas escolas médicas para que os futuros médicos estejam preparados e que compreendam os riscos para a saúde associada às mudanças climáticas. Vale ressaltar que é necessário que profissionais médicos estejam engajados nas causas de mitigação, adaptação e políticas públicas em torno das alterações climáticas (Goshua et al. 2021).

#### **4.4. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A SINDEMIA GLOBAL**

No artigo de Clearfield et al. (2018) os autores trazem informações sobre as doenças cardiovasculares que são as causadoras dos maiores números de morte no mundo. Na sequência do artigo os autores abordam que a obesidade e as mudanças climáticas fazem parte de um conceito de sindemia (dois ou mais problemas de saúde interligados que são potencializados quando estão em conjunto), ocasionando uma inflamação vascular subclínica que desenvolve para uma aterosclerose progressiva, o que permite a progressão para a afirmação inicial do texto.

De acordo com Clearfield et al. (2018) as partículas menores (PM) encontradas na poluição do ar, após serem inaladas produzem uma resposta inflamatória, induzindo a liberação de macrófagos que ativam o sistema imunológico adaptativo. Essa resposta inflamatória causada pelas partículas menores são semelhantes às que ocorrem em pacientes metabolicamente obesos, essas formas de respostas inflamatórias, promovem a aterosclerose.

À medida que o aquecimento global se intensifica, ocorre a acidificação dos oceanos, o que provoca uma redução na capacidade de absorção do dióxido de carbono presente na atmosfera. Esse processo resulta na permanência das partículas menores (PM) no ar. Para se ter uma ideia, a exposição a estes poluentes explicam as causas de desregulação da glicose e resistência à insulina, o que corresponde ao aumento de casos de obesidade e diabetes em algumas comunidades específicas.

De acordo com Machado et al. (2021) a sindemia global é um grande desafio na atualidade. Antes os fatores de obesidade, desnutrição, doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) e mudanças climáticas eram vistas de forma individualizada, porém na atualidade estão sendo reconhecidas como fatores sinérgicos, interagindo nos campos biológico, psicológico e social. Os autores ainda alertam sobre a importância do Sistema Único de Saúde



(SUS) no combate à pandemia global e no desenvolvimento de sistemas alimentares sustentáveis. Eles relatam o reconhecimento da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) de que desnutrição, obesidade, carências nutricionais, sobrepeso e DCNT são desafios que fazem parte da sindemia global.

O conceito sindêmico, apresentado por Clearfield et al. (2018), oferece uma perspectiva abrangente ao correlacionar a obesidade, as mudanças climáticas e o aumento de casos de doenças cardiovasculares. Essa abordagem nos permite compreender de maneira mais ampla a interação complexa entre fatores ambientais, sociais e de saúde, conforme é preconizado nos conceitos de saúde única. Adquirir conhecimento sobre esses elementos não só facilita uma prevenção mais eficaz, mas também uma adaptação no presente e no futuro.

Infelizmente, muitos profissionais de saúde parecem desconectados dessas inter-relações, optando por abordagens que lidam apenas com os sintomas dos pacientes, em vez de abordar as raízes subjacentes dos problemas. Essa lacuna na abordagem pode limitar as estratégias de intervenção e destaca a necessidade de uma compreensão mais holística para melhorar os resultados de saúde.

#### **4.5. MUDANÇAS CLIMÁTICAS, POLUIÇÃO DO AR E AS DOENÇAS RESPIRATÓRIAS**

D'Amato et al. (2018) constataram que a diminuição da poluição do ar pode contribuir para a melhoria dos sintomas de doenças respiratórias obstrutivas, como a asma, resultando em uma redução significativa da carga dessas enfermidades. Nota-se que a asma é uma das doenças respiratórias obstrutivas que mais é influenciada pelos fatores ambientais como as mudanças climáticas.

Conforme os autores as mudanças climáticas, poluição do ar e as doenças respiratórias estão intimamente ligadas. O que se sabe é que o agravamento das emissões de gases de efeito estufa, poluentes químicos, entre outros, têm colocado os problemas respiratórios como a asma e a doença pulmonar obstrutiva crônica no ranking das dez principais condições crônicas. Com o aumento da temperatura global, período mais seco, incêndios florestais, ondas de calor e inundações, são fatores que colocam em risco a saúde respiratória da população.

Outro fator existente é um fenômeno chamado de asma trovoada (thunderstorm asthma), que nada mais é do que o aumento de casos de broncoespasmo após a ocorrência de tempestades no período do pólen em alguns lugares pelo mundo. Isso vem ocorrendo

devido ao grande aumento de precipitação em período que outrora não eram tão chuvosos, pois de forma geral as mudanças climáticas têm alterado a dinâmica das estações pelo mundo (D'Amato et al. 2018).

Os segmentos populacionais mais vulneráveis aos impactos da poluição atmosférica incluem crianças, idosos e aqueles com histórico de doenças respiratórias (DR) e cardiovasculares. Em crianças, particularmente, doenças respiratórias, como infecções respiratórias agudas, asma e bronquite, estão associadas a níveis elevados de poluição do ar, representando causas graves de morbimortalidade. Além disso, é importante destacar que as doenças respiratórias continuam sendo a principal causa de hospitalização em idosos (Bitencourt, 2013).

A seguir, será apresentado uma síntese das principais patologias identificadas, acompanhadas das alterações ambientais mais relevantes associadas a elas, conforme evidenciado nas análises dos estudos (Quadro 2).

Quadro 2. Principais doenças citadas nos artigos selecionados e demais alterações ambientais relacionadas às doenças.

BASE	Autor(res) e ano de publicação	Principais doenças citadas	Alterações ambientais relacionadas
MEDLINE	Grobusch e Grobusch (2021)	- Doenças Infecciosas - Malária - Dengue	- Precipitação - Aumento da temperatura global
MEDLINE	Goshua et al. (2021)	- Prematuridade natal - Defeitos congênitos - Doenças respiratórias - Doenças infecciosas	- Precipitação - Seca - Aumento da temperatura global

MEDLINE	Clearfield et al. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obesidade</li> <li>- Arteriosclerose</li> <li>- Doenças cardiovasculares</li> <li>- Diabetes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da temperatura global</li> <li>- Acidificação dos oceanos</li> </ul>
IBECS	D'Amato et al. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asma</li> <li>- Doença Respiratória Obstrutiva Crônica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ondas de Calor</li> <li>- Aumento da temperatura global</li> <li>- Inundações</li> <li>- Seca</li> </ul>

Fonte: Autoria Própria (2023).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise sobre os efeitos das mudanças climáticas na saúde humana, revela uma rede de desafios no presente e no futuro, demandando a atenção imediata dos órgãos competentes e da sociedade. Durante a pesquisa foram encontrados poucos artigos relacionados às mudanças climáticas e à saúde humana que não fossem de revisão. Isso ocorre porque a maioria dos artigos publicados avaliam de forma isolada as mudanças climáticas e a saúde humana. Vale ressaltar que os estudos relacionando as duas temáticas são mais recentes, principalmente após a pandemia da COVID-19, que elucidou as vias de estudos com uma abordagem da saúde humana, animal e ambiental.

Não se trata apenas do aumento de casos de uma patologia isolada, mas de diversas alterações nos sistemas do corpo humano que acarretam alterações que podem ser definitivas. Com os resultados obtidos neste trabalho, podemos destacar que a cada ano que passa os índices de mortalidade aumentam, sendo destacada a morte precoce dos indivíduos como um problema de saúde pública global.

Fatores como reduções significativas nas emissões de gases de efeito estufa em nações com altas taxas de poluição, aliada a busca por mudanças sustentáveis, desempenharia um papel crucial na preservação não apenas da humanidade, mas também da fauna e do meio ambiente. No Brasil temos a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC), em que se estabeleceu um compromisso do Brasil na redução de gases de efeito estufa (GEE), junto às Nações Unidas. Esta iniciativa surgiu após a criação da Lei nº 12.187 em 2009, que busca

garantir que o desenvolvimento econômico e social contribua para a proteção do sistema climático global.

A abordagem interdisciplinar, conforme preconizada pelo conceito de saúde única, revela-se necessária como impulsionadora de transformações e adaptações em diversos setores. O diálogo entre áreas distintas de conhecimento e a implementação de estratégias específicas são um caminho promissor a ser trilhado.

Vale ressaltar que, cada vez mais, busca-se a realização de estudos sobre os efeitos das mudanças climáticas na saúde humana, com o intuito de compreender e desenvolver formas de adaptação diante das condições extremas que possivelmente enfrentaremos no futuro. Salientamos que a tomada de medidas urgentes para mitigar os impactos das mudanças climáticas integra um dos objetivos de desenvolvimento sustentável, evidenciando um apelo global para garantir tais transformações até 2030.

As mudanças climáticas intensificam os desafios de saúde, agravando as doenças infecciosas, aumentando eventos climáticos extremos e impactando a qualidade do ar e da água. Todos esses fatores contribuem de forma negativa para a saúde humana. Para se obter uma resposta eficaz, é necessário ações coordenadas que não abordam apenas as emissões de gases de efeito estufa, mas também promovam sistemas de saúde resilientes, adaptabilidade e estratégias de prevenção. Devemos construir um caminho mais sustentável para proteger e promover o bem-estar global.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meu orientador da vida. Agradeço à minha orientadora Dr<sup>a</sup> Márcia Roner por ser uma das minhas maiores incentivadoras e referência na pesquisa. Agradeço ao meu esposo por seu empenho em sempre criar meios para que eu possa me dedicar aos estudos e pesquisa. Quero agradecer aos meus pais por terem sido os primeiros a me incentivarem a sonhar a ser pesquisadora ainda quando eu era apenas uma criança.

## REFERÊNCIAS

ALPINO TA, et al. Desastres relacionados à seca e saúde coletiva - uma revisão da literatura científica. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2016;21(1):809-820.

ASSREUY, A. M. S.; PONTE, E. L.; RIBEIRO, A. L. C.; SOUSA, K. D. P. et al. One Health: conceito, história e questões relacionadas—revisão e reflexão. *Pesquisa em Saúde & Ambiente na Amazônia: perspectivas para sustentabilidade humana e ambiental na região*, 1, n. 1, p. 219-240, 2021.

- BARCELLOS, C. D. C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H. C. et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. 2009.
- BLANK, Dionis Mauri Penning. O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas. Mercator (Fortaleza), v. 14, p. 157-172, 2015.
- BITENCOURT, D. V.; DE ALMEIDA, R. N.; PEDROTTI, A.; SANTOS, L. C. P. A problemática dos resíduos sólidos urbanos. Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente, 2, n. 1, p. 25-36, 2013.
- CECCHI, L.; ANNESI-MAESANO, I.; D'AMATO, G. News on climate change, air pollution, and allergic triggers of asthma. Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology, 28, n. 2, p. 91-97, 2018.
- CLEARFIELD, M.; DAVIS, G.; WEIS, J.; GAYER, G. et al. Cardiovascular disease as a result of the interactions between obesity, climate change, and inflammation: The COCCI syndemic. Journal of Osteopathic Medicine, 118, n. 11, p. 719-729, 2018.
- DE MACEDO COUTO, R.; BRANDESPIM, D. F. A review of the One Health concept and its application as a tool for policymakers. Int. J. One Health, 6, n. 1, p. 83-89, 2020.
- DUARTE, J. L et al. Variabilidade climática e internações por doenças diarreicas infecciosas em um município da Amazônia Ocidental brasileira. Ciência & Saúde Coletiva. 2019, v. 24, n. 8, p. 2959-2970.
- ELLWANGER, J. H.; VEIGA, A. B. G. D.; KAMINSKI, V. D. L.; VALVERDE-VILLEGAS, J. M. et al. Control and prevention of infectious diseases from a One Health perspective. Genetics and Molecular Biology, 44, 2021.
- GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. Logeion: Filosofia da informação, 6, n. 1, p. 57-73, 2019.
- GOSHUA, A.; GOMEZ, J.; ERNY, B.; BURKE, M. et al. Addressing climate change and its effects on human health: A call to action for medical schools. Academic Medicine, 96, n. 3, p. 324-328, 2021.
- GROBUSCH, L. C.; GROBUSCH, M. P. A hot topic at the environment–health nexus: investigating the impact of climate change on infectious diseases. International Journal of Infectious Diseases, 116, p. 7-9, 2022.
- KOCH, C. A.; SHARDA, P.; PATEL, J.; GUBBI, S. et al. Climate change and obesity. Hormone and Metabolic Research, 53, n. 09, p. 575-587, 2021.

- LEI Nº 12.187, DE 29 DE DEZEMBRO DE 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 29 de dezembro de 2009.
- MACHADO, A. D.; BERTOLINI, A. M.; BRITO, L. D. S.; AMORIM, M. D. S. et al. O papel do Sistema Único de Saúde no combate à sindemia global e no desenvolvimento de sistemas alimentares sustentáveis. *Ciência & Saúde Coletiva*, 26, p. 4511-4518, 2021.
- MARIA ASSUNÇÃO, N.; VECHI CORRÊA, A. P.; DA SILVA ANDRÉ UEHARA, S. C. SAÚDE AMBIENTAL E COVID-19 NO CONTEXTO DA ENFERMAGEM DA ATENÇÃO PRIMÁRIA- SCOPING REVIEW. *Enfermagem Atual in Derme*, 96, n. 39, 2022.
- MENDES, C.S et al. Impacto das mudanças climáticas sobre a leishmaniose no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2016, v. 21, n. 1, pp. 263-272.
- Oliveira, B. F. A. de, Jacobson, L. da S. V. ., Perez, L. P. ., Silveira, I. H. da, Junger, W. L. ., & Hacon, S. de S. . (2020). Impacts of heat stress conditions on mortality from respiratory and cardiovascular diseases in Brazil. *Sustainability in Debate*, 11(3), 297–330.
- OSSEBAARD, H. C.; LACHMAN, P. Climate change, environmental sustainability and health care quality. *International Journal for Quality in Health Care*, 33, n. 1, p. mzaa036, 2021.
- PATINO, Cecilia Maria ; FERREIRA, Juliana Carvalho. Prognostic studies for health care decision making. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 43, n. 4, p. 252–252, 2017.
- RUSZKIEWICZ, J. A.; TINKOV, A. A.; SKALNY, A. V.; SIOKAS, V. et al. Brain diseases in changing climate. *Environmental research*, 177, p. 108637, 2019.
- URRUTIA-PEREIRA, M.; GUIDOS-FOGELBACH, G.; SOLÉ, D. Climate changes, air pollution and allergic diseases in childhood and adolescence. *Jornal de Pediatria*, 98, p. 47-54, 2022.
- VASSARI-PEREIRA, D.; VALVERDE, M. C.; ASMUS, G. F. Impacto das mudanças climáticas e da qualidade do ar em hospitalizações por doenças respiratórias em municípios da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 27, p. 2023-2034, 2022.
- VIANA, D.V; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v.16, p. 240-256, 2013.
- YÜZEN, D.; GRAF, I.; DIEMERT, A.; ARCK, P. C. Climate change and pregnancy complications: From hormones to the immune response. *Frontiers in Endocrinology*, 14, p. 1149284, 2023.

# CAPÍTULO XXVI

## O POTENCIAL DAS FLORES DE MACELA E BIOMORDENTES NO TINGIMENTO SUSTENTÁVEL DE TECIDOS DE ALGODÃO

### THE POTENTIAL OF MACELA FLOWERS AND BIOMORDANTS IN SUSTAINABLE COTTON FABRIC DYEING

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-26

Julie Namie Ono Hangai <sup>1</sup>

Márcia Gomes da Silva <sup>2</sup>

Alexandre José Sousa Ferreira <sup>3</sup>

Nívea Taís Vila <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Têxtil. Universidade Estadual de Maringá – UEM

<sup>2</sup> Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Têxtil. Universidade Estadual de Maringá – UEM

<sup>3</sup> Professor Adjunto do Campus Jandaia do Sul. Universidade Federal do Paraná – UFPR

<sup>4</sup> Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Têxtil. Universidade Estadual de Maringá – UEM

#### RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi investigar o processo de tingimento de tecidos de algodão utilizando um corante natural extraído das flores secas de macela. O estudo focou na análise do efeito desse corante natural na coloração dos tecidos e buscou entender a influência da aplicação de biomordentes no rendimento e na qualidade do tingimento. A pesquisa envolveu a preparação de várias amostras de tecidos de algodão, que foram tingidas com o extrato de flores de macela. Além disso, foram aplicados diferentes biomordentes para avaliar como esses agentes afetariam o resultado final do tingimento. Os biomordentes são substâncias que podem alterar a intensidade e a tonalidade da cor, bem como melhorar a fixação do corante nos tecidos. Os resultados demonstraram que a aplicação dos biomordentes teve um impacto significativo no rendimento tintorial, aumentando a eficiência do processo de tingimento e provocando mudanças nas tonalidades das amostras. Também foi realizada uma análise da solidez das cores obtidas, com foco na resistência à lavagem, para garantir que as cores permanecessem estáveis e duráveis. Dessa forma, o trabalho contribui para a compreensão e aprimoramento das técnicas de tingimento sustentável utilizando corantes naturais.

**Palavras-chave:** Macela, tingimento natural, mordentagem.

#### ABSTRACT

The main objective of this study was to investigate the dyeing process of cotton fabrics using a natural dye extracted from dried macela flowers. The research focused on analyzing the effect of this natural dye on the coloration of the fabrics and aimed to understand the influence of applying biomordants on the dye yield and quality. The study involved the preparation of various cotton fabric samples, which were dyed with the *macela* flower extract. Additionally, different biomordants were applied to evaluate how these agents would affect the final dyeing outcome. Biomordants are substances that can alter the intensity and hue of the color, as well as improve the dye's fixation to the fabrics. The results demonstrated that the application of biomordants had a significant impact on dye yield, increasing the efficiency of the dyeing process and causing changes in the hues of the samples. An analysis of the colorfastness of the obtained colors, with a focus on wash resistance, was also conducted to ensure that the colors remained stable and durable. Therefore, this study contributes to the understanding and improvement of sustainable dyeing techniques using natural dyes.

**Keywords:** *Macela*, natural dyeing, mordanting.



## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por produtos mais sustentáveis tem impulsionado uma mudança significativa na forma como os têxteis são produzidos, promovendo a exploração de corantes naturais como alternativa aos métodos tradicionais (Pizzicato *et al.*, 2023). O setor de beneficiamento têxtil, conhecido por ser um dos mais poluentes dentro da cadeia de produção têxtil, enfrenta desafios críticos relacionados ao uso excessivo de água e à liberação de substâncias químicas nos corpos d'água. Essas práticas resultam em sérios impactos ambientais, contribuindo para a degradação dos recursos hídricos e poluição dos ecossistemas aquáticos (Patti *et al.*, 2020). Diante desse cenário, o uso de corantes naturais surge como uma solução promissora, pois pode reduzir a dependência de produtos químicos sintéticos e mitigar os danos ambientais associados ao tingimento têxtil (Tkaczyk-Wlizło *et al.*, 2020; Pizzicato *et al.*, 2023).

A *Achyrocline satureioides*, conhecida popularmente como flor de macela, emerge como um promissor corante natural devido às suas propriedades benéficas e ao uso tradicional em práticas medicinais. Frequentemente considerada uma erva-daninha, essa planta é amplamente reconhecida por suas propriedades antioxidantes e antibacterianas, tornando-a uma opção atraente para o tingimento têxtil e destacando a importância de explorar fontes naturais e sustentáveis para a indústria da moda e do vestuário (Langová *et al.*, 2023). A extração e aplicação de corantes naturais, como os derivados da flor de macela, podem contribuir significativamente para o desenvolvimento de processos de beneficiamento têxtil ecológicos, oferecendo vantagens como maior biodegradabilidade, impacto ambiental reduzido e o potencial para apoiar a subsistência das comunidades locais por meio de práticas tradicionais de tingimento (Che & Yang, 2022).

No entanto, tingir fibras de algodão pode apresentar desafios significativos, especialmente devido às propriedades químicas das fibras e dos corantes. As fibras de algodão carregam uma carga negativa em meio aquoso, resultado da dissociação de grupamentos hidroxilas. Por outro lado, muitos corantes também têm caráter aniônico, o que cria uma repulsão entre o corante e a fibra de algodão. Essa repulsão dificulta a fixação do corante na fibra, levando a um processo de tingimento menos eficiente e com menor durabilidade da cor (Chattopadhyay *et al.*, 2007; Hassan & Carr, 2018; Kant, 2012).

Para superar essa dificuldade, o uso de mordentes tem se mostrado uma solução eficaz. Mordentes são substâncias que ajudam a melhorar a adesão do corante às fibras, formando complexos com o corante e, conseqüentemente, aumentando a fixação e a durabilidade da cor (Samanta, 2020; Ibrahim *et al.*, 2010; Dutta *et al.*, 2021). Tradicionalmente, muitos mordentes são metais pesados, como o alumínio e o ferro, que, embora eficazes, têm um impacto ambiental negativo e podem ser prejudiciais à saúde humana. Em resposta a esses problemas, pesquisadores têm buscado alternativas mais seguras e sustentáveis. O tanino, por exemplo, é um mordente natural obtido a partir de diversas plantas e é considerado uma alternativa promissora aos mordentes metálicos devido à sua origem natural e menor impacto ambiental (Pizzi, 2019; Taimenas *et al.*, 2021).

O presente estudo focou na análise do processo de tingimento de tecidos de algodão utilizando o extrato natural de macela, investigando a eficácia deste corante natural e a influência de biomordentes na fixação e no rendimento do tingimento. O estudo envolveu a aplicação de diferentes tipos de biomordentes, incluindo o tanino, para avaliar como essas substâncias afetam a intensidade e a durabilidade da cor resultante. A escolha de biomordentes naturais foi motivada pela necessidade de encontrar soluções sustentáveis que minimizem o impacto ambiental e promovam práticas mais ecológicas na indústria têxtil.

Além da aplicação prática, o estudo também buscou entender como os biomordentes interagem com o corante natural extraído da macela e como essa interação pode melhorar a performance do processo de tingimento. A análise dos resultados envolveu a comparação do rendimento do corante e da solidez das cores obtidas com e sem o uso de biomordentes. A avaliação da solidez das cores, particularmente a resistência à lavagem, é crucial para determinar a viabilidade do corante natural em aplicações comerciais e para garantir que o produto final tenha a durabilidade necessária para uso cotidiano.

A importância de utilizar corantes naturais e mordentes ecológicos reflete uma tendência crescente na busca por práticas mais sustentáveis na indústria têxtil (Elsahida *et al.*, 2020). A adoção desses métodos não apenas reduz o impacto ambiental, mas também promove uma abordagem mais responsável e consciente em relação aos recursos naturais e à saúde humana (Datta *et al.*, 2022). O estudo, portanto, não só contribui para o avanço do conhecimento sobre o tingimento com corantes naturais, mas também reforça a necessidade de continuar explorando e desenvolvendo soluções que alinhem eficiência técnica com responsabilidade ambiental.

Em resumo, a pesquisa destacada neste trabalho ilustra o potencial da flor de macela como corante natural e a eficácia dos biomordentes na melhoria do processo de tingimento de tecidos de algodão. Ao analisar a interação entre o corante de macela e diferentes tipos de mordentes naturais, o estudo oferece insights valiosos para a indústria têxtil, promovendo práticas mais sustentáveis e ambientalmente responsáveis.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. MATERIAIS

Tecido plano 100% algodão e alvejado foi utilizado. Para a obtenção do extrato corante foram utilizadas flores secas de macela. Ácido acético e carbonato de sódio foram utilizados no ajuste do pH do extrato corante. Ácido tânico, cascas de romã, folhas secas de eucalipto e jambolão foram utilizadas como biomordentes. Tecido multifibra para os ensaios de solidez. O detergente não-iônico *Nionlab Celm* foi aplicado na lavagem dos tecidos após o tingimento.

### 2.2. PREPARAÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DE MACELA E DOS BIOMORDENTES

O extrato foi preparado adicionando 40 gramas de flores de macela em 1000 ml de água destilada. O extrato foi obtido em banho termostático a 90 °C durante 60 min e então foi filtrado para ser utilizado no processo de tingimento. Os biomordentes, com exceção do ácido tânico, foram extraídos de forma análoga ao corante, utilizando neste caso a concentração de 20 gL<sup>-1</sup>. O mordente ácido tânico foi o único preparado diretamente por dissolução da substância em água destilada.

### 2.3. PROCESSO DE TINGIMENTO

O tingimento foi realizado utilizando uma concentração de 40 gL<sup>-1</sup>, relação de banho 1:100, pH 3 e temperatura de 90 °C, durante 60 minutos no equipamento *Kimak AT1-SW*. Após o tingimento as amostras foram submetidas a uma lavagem e ensaboamento durante 10 minutos à temperatura de 60 °C, utilizando 2 gL<sup>-1</sup> de detergente não-iônico e, por fim, lavadas em água corrente e secas à temperatura ambiente. A força colorística (K/S) dos tecidos foi avaliada utilizando um espectrofotômetro *Datacolor 550*, utilizando a equação de Kubelka-Munk (Eq. 1).

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R)^2}{2R} \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde: K = Coeficiente de absorção; S = Coeficiente de dispersão; R = Reflectância difusa.

Procedeu-se também à determinação da intensidade de cor das amostras (I), utilizando-se para isso a equação 2, como descrito por Štěpánková et al (Štěpánková et al., 2011).

$$I = \sum_{\lambda=400 \text{ nm}}^{\lambda=700 \text{ nm}} \frac{K}{S}(\lambda) \times \Delta\lambda \quad \Delta\lambda = 10 \quad Eq. (2)$$

Para avaliar a influência dos biomordentes nos resultados de cor, as amostras de tecido foram pré-mordentadas com os diferentes mordentes na máquina de tingimento *Kimak AT1-SW*, na temperatura de 90 °C, RB 1:100 durante 45 minutos. Posteriormente as amostras foram tingidas com o extrato corante de macela a pH 3.






## 2.4. AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE SOLIDEZ À LAVAGEM

Os ensaios destinados à avaliação da solidez à lavagem doméstica foram realizados no equipamento *Kimak AT1-SW*, durante 30 minutos, à temperatura de 60 °C, de acordo com os procedimentos descritos na norma ISO 105-C06:2010 -Ciclo A1S.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de pré-mordentagem proporcionou maior intensidade para todos os biomordentes testados, como pode ser observado na Tabela 1. Todas as amostras ficaram mais avermelhadas como pode ser verificado com o aumento da coordenada a\*, e menos amareladas com a diminuição da coordenada b\*. Em relação a luminosidade relacionada a coordenada L\*, todas as amostras apresentaram-se mais escuras, exceptuando a amostra pré-mordentada com as folhas de jambolão. O ácido tânico foi o biomordente que proporcionou maior alteração na tonalidade.

Tabela 1. Coordenadas CIELab e intensidade de cor das amostras tingidas com extrato de macela com e sem aplicação de mordentes

Processo	Biomordente	Coordenadas de cor					Intensidade	Cor
		L*	a*	b*	C*	h		
Sem mordentagem	***	77,55	1,88	24,10	24,17	85,55	46,60	
Pré-mordentagem	Folhas de Eucalipto	75,22	2,82	18,89	19,10	81,52	68,46	
	Folhas de jambolão	77,67	2,71	17,92	18,12	81,39	75,52	
	Cascas de romã	76,52	2,11	19,57	19,68	83,84	46,99	
	Ácido tânico	71,17	5,04	16,24	17,01	72,77	60,66	

Fonte: Autoria própria.

Em relação as notas de solidez à lavagem, todos os biomordentes conferiram um aumento das notas de solidez, como se pode verificar na Tabela 2. Além disso, no geral, o manchamento do testemunho se manteve praticamente o mesmo em relação a amostra sem mordentagem.

Tabela 2. Resultados de solidez à lavagem quanto à alteração de cor e manchamento.

Amostra	Solidez à lavagem						
	Alteração de cor	Manchamento do testemunho					
		WO	PAC	PES	PA	CO	CA
Sem mordentagem	2	5	4-5	4-5	4-5	4	5
Pré-mordentada com folhas de eucalipto	3-4	4-5	5	5	5	4-5	5
Pré-mordentada com folhas de jambolão	2-3	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5
Pré-mordentada com cascas de romã	3-4	4-5	5	5	4-5	4-5	4-5
Pré-mordentada com ácido tânico	4-5	3-4	5	5	4-5	4-5	4-5

Fonte: Autoria própria.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados coletados, conclui-se que a aplicação de biomordentes melhorou significativamente o rendimento do tingimento dos tecidos com o extrato de macela. Os resultados indicam um aumento na intensidade da cor nas amostras, mostrando que os biomordentes foram eficazes em intensificar a coloração. Além disso, a utilização desses mordentes naturais contribuiu para uma melhor fixação da cor, resultando em maior solidez à lavagem das amostras. Em resumo, o uso de biomordentes não apenas aprimorou a vivacidade das cores obtidas, mas também garantiu que as cores permanecessem mais duráveis e estáveis durante o uso e a lavagem dos tecidos. Esses resultados evidenciam a

eficácia dos biomordentes no processo de tingimento, oferecendo uma alternativa sustentável e eficiente para a indústria têxtil.

## REFERÊNCIAS

- CHATTOPADHYAY, D. P.; CHAVAN, R. B.; SHARMA, J. K. Salt-free reactive dyeing of cotton. **International Journal of Clothing Science and Technology**, v. 19, n. 2, p. 99-108, 2007.
- CHE, J.; YANG, X. A recent (2009–2021) perspective on sustainable color and textile coloration using natural plant resources. **Heliyon**, v. 8, n. 10, p. e10979, 1 out. 2022.
- DATTA, D. B.; DAS, D.; SARKAR, B.; MAJUMDAR, A. Lantana camara flowers as a natural dye source for cotton fabrics. **Coloration Technology**, v. 20, n. 1, 2022.
- DUTTA, P.; MAHJEBIN, S.; SUFIAN, M. A.; RABBI, M. R.; CHOWDHURY, S.; IMRAN, I. H. Impacts of natural and synthetic mordants on cotton knit fabric dyed with natural dye from onion skin in perspective of eco-friendly textile process. **Materials Today: Proceedings**, v. 47, p. 2633-2640, 2021.
- ELSAHIDA, K.; FAUZI, A. M.; SAILAH, I.; SIREGAR, I. Z. Sustainable production of natural textile dyes industry. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 472, n. 1, p. 012036, 2020.
- IBRAHIM, N. A.; EL-GAMAL, A. R.; GOUDA, M.; MAHROUS, F. A new approach for natural dyeing and functional finishing of cotton cellulose. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, n. 4, p. 1205-1211, 2010.
- KANT, R. Textile dyeing industry an environmental hazard. **Nature and Science**, v. 4, n. 1, p. 22-26, 2012.
- LANGOVÁ, D. et al. *Achyrocline satureioides* hydroalcoholic extract as a hypoallergenic antimicrobial substitute of natural origin for commonly used preservatives in cosmetic emulsions. **Plants**, v. 12, n. 10, p. 2027, 2023.
- PATTÍ, A.; CICALA, G.; ACIERNO, D. Eco-sustainability of the textile production: waste recovery and current recycling in the composites world. **Polymers**, v. 13, n. 1, p. 134, 2020.
- PIZZI, A. Tannins: prospectives and actual industrial applications. **Molecules**, v. 9, n. 8, p. 344, 2019.
- PIZZICATO, B. et al. Advancements in sustainable natural dyes for textile applications: a review. **Molecules**, v. 28, n. 16, p. 5954, 2023.
- SAMANTA, A. K. Bio-dyes, bio-mordants and bio-finishes: scientific analysis for their application on textiles. **IntechOpen**, 2020.

ŠTĚPÁNKOVÁ, M.; WIENER, J.; RUSINOVÁ, K. Decolourization of vat dyes on cotton fabric with infrared laser light. **Cellulose**, v.18, n.2, p. 469-478, 2011.

TAIEMAS, A. K.; NGGINAK, J.; SABUNA, A. C. Identification of biomordant in Merbaun Village, West Amarasi District, Kupang Regency. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 1143, n. 1, p. 012024, 2021.

TKACZYK-WLIZŁO, A.; MITROWSKA, K.; POSYNIAK, A. Synthetic organic dyes as contaminants of the aquatic environment and their implications for ecosystems: a review. **Science of The Total Environment**, v. 717, p. 137222, 2020.



# CAPÍTULO XXVII

## OS PRINCÍPIOS DO DIREITO AMBIENTAL UTILIZADOS PARA NORTEAR A TRIBUTAÇÃO COM FINALIDADE AMBIENTAL

### THE PRINCIPLES OF ENVIRONMENTAL LAW USED TO GUIDE TAXATION FOR ENVIRONMENTAL PURPOSES

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-27

Liliane Bonadio Terra <sup>1</sup>  
Fernando Lopes Ferraz Elias <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Especialista em Direito Tributário pela Faculdade de Direito de Ribeirão Preto (FDRP) da Universidade do Estado de São Paulo (USP). liliterra@hotmail.com; (16) 99105-0762; <http://lattes.cnpq.br/9913983252897148>

<sup>2</sup> Doutor em Direito pelo Centro Universitário de Brasília (CEUB), Professor do Curso de Direito da Faculdade de Direito de Franca (FDF). fernandoelias2006@hotmail.com; (16) 98161-6250; <http://lattes.cnpq.br/5712362016183027>

#### RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo investigar os princípios do direito ambiental utilizados para nortear a tributação verde. Para tanto, realizou-se uma pesquisa dogmático-jurídica, que buscou revisar a literatura a respeito do assunto, por meio da leitura de obras específicas sobre o tema e da pesquisa de fontes doutrinárias e legais com base em dados e evidências científicas, portanto, uma pesquisa qualitativa, consoante o método hipotético-dedutivo. Obteve-se como resultado que os tributos devem induzir a concretização de comportamentos de proteção ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Tributação. Princípios do direito ambiental. Meio ambiente.

#### ABSTRACT

The present work aims to investigate the principles of environmental law used to guide green taxation. To this end, dogmatic-legal research was carried out, which sought to review the literature on the subject, through the reading of specific works on the subject and the research of doctrinal and legal sources based on scientific data and evidence, therefore, qualitative research, according to the hypothetical-deductive method. As a result, taxes should induce the implementation of behaviors to protect the environment.

**Keywords:** Taxation. Principles of environmental law. Environment.

## 1. INTRODUÇÃO

As ações voltadas ao meio ambiente devem ter caráter prospectivo, buscando dentro da melhor técnica a conservação dos ambientes naturais, porquanto a obrigação de sua conservação é compartilhada por toda a sociedade, cabendo tanto ao poder público quanto ao setor privado adotar atitudes preventivas e corretivas na tentativa de inverter danos ambientais já sofridos e evitar o acontecimento de novos, buscando garantir além da manutenção da qualidade de vida no planeta, a garantia de direitos fundamentais.

No âmbito das atribuições do poder público, cabe aos entes federados a promoção de ações e políticas públicas para a melhoria dos parâmetros de qualidade ambiental, visando ao subsídio da diminuição do uso de energia e emissão de poluentes, estimulando a aquisição e o consumo de produtos e bens social e ambientalmente responsáveis e/ou propiciando a conservação de áreas de interesse ambiental em sentido amplo, seja pelos atributos naturais, seja pelos atributos socioculturais.

O presente estudo busca delinear os princípios ambientais preconizados na implementação da tributação com finalidade ambiental, especialmente quanto ao “poluidor-pagador” e “protetor-recebedor”, norteadores dos atos administrativos e políticas públicas relacionadas.

Para isso, realizou-se uma pesquisa dogmático-jurídica, tendo como referências, doutrinas, artigos científicos, periódicos, legislação, jurisprudência e bases de dados de diversos sites relacionados ao assunto. Portanto, trata-se de uma pesquisa qualitativa teórico-doutrinária, com base no método hipotético-dedutivo.

Assim, para atingir os objetivos do estudo foram utilizadas a metodologia de pesquisa exploratória, que visa uma maior familiaridade com o tema, construído com base em hipóteses, e a metodologia de pesquisa descritiva, que busca uma análise minuciosa e descritiva do objeto de estudo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O PRINCÍPIO DO POLUIDOR-PAGADOR

O princípio do poluidor-pagador encontra lastro para sua existência nos parágrafos 3º e 4º do artigo 225 da Carta Magna, determinando àquele que explora ou degrada o meio ambiente a obrigação de repará-lo, independentemente da obrigação de arcar com eventuais

sanções administrativas e penais, em decorrência dos resultados da intervenção humana deletéria.

Tal princípio traz o reconhecimento de que o mercado nem sempre age livremente como supõe a teoria econômica, visto que é necessário considerar que os recursos ambientais são escassos e que seu uso na produção e consumo pode acarretar redução e degradação. Dessa forma, o custo gerado por esses efeitos negativos deve ser considerado. (Antunes, 2021, p. 55).

Consequentemente, o poluidor deve suportar os custos para mitigar os danos causados pelo uso dos recursos naturais, devendo refletir no custo de bens e serviços que causam poluição na produção ou consumo, conforme decidido pela autoridade pública e sem qualquer subsídio, servindo como mecanismo que encoraje o uso racional dos recursos ambientais. (Antunes, 2021, p. 56).

Alguns doutrinadores sustentam que o princípio do poluidor-pagador constitui projeção do princípio da solidariedade, em consonância com o artigo 225 da CF/88. Com isso, o tributo pode servir de mecanismo para internalizar os custos ambientais, sendo tal finalidade atingida mediante retirada dirigida de recursos do setor privado. (Schoueri, 2019, p. 396).

Ainda, apesar de paradoxal, o fato do poluidor ser obrigado a reparar os danos causados não significa que ele poderá continuar a poluir. Não sendo possível a recomposição, deve ser feito o ressarcimento dos danos pelo depósito de valores direcionados a fundos para o meio ambiente. O ressarcimento constitui medida de caráter pedagógico, promovendo o conceito da prevenção do dano. (Sirvinskas, 2021, p. 150)

O princípio do poluidor-pagador, pela sua própria definição no texto constitucional, é o que apresenta maior aptidão para justificar a implementação de medidas tributárias sobre as atividades poluidoras e/ou potencialmente poluidoras, objetivando a adequação dessas a parâmetros ambientais desejáveis. Assim sendo, o legislador deve observá-lo nas políticas públicas ambientais, como forma de justiça distributiva do ônus da conservação ambiental.

## **2.2. O PRINCÍPIO DE PROTETOR-RECEBEDOR**

Ao contrário do princípio anteriormente descrito, o protetor-recebedor preconiza a compensação pela proteção ambiental, que pode ser de grande valia para a proteção do meio ambiente, em especial dos recursos hídricos, das florestas, do solo e da biodiversidade, que

são reservas naturais finitas e que sofrem cada vez mais com a pressão antrópica, devendo ser utilizadas de maneira racional, demonstrando o caráter solidário da defesa ao meio ambiente preconizado no texto constitucional.

O princípio do protetor-recebedor define o sujeito empreendedor que realiza investimentos para proteger o meio ambiente em que atua, por meio do desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas, deixando de degradá-lo; em contrapartida, algum tipo de vantagem ou compensação lhe será concedida, um incentivo para que adote ações alternativas mais eficientes, tanto em âmbito econômico quanto ambiental, gerando externalidades positivas, que podem beneficiar a comunidade local. (Nakamoto, 2014, p. 65).

A adoção de condutas no sentido de promover os recursos naturais, sem a prévia degradação pelo agente, consiste no motivador para o pagamento por serviços ambientais, cuja remuneração será implementada e estipulada por meio de instrumentos políticos e legais, em proveito das atitudes conservacionistas praticadas pelos cidadãos por mera liberalidade. (Hupffer; Weyermüller; Waclawovsky, 2011, p. 102-104).

Como conceito, esse princípio advém da ideia de que uma pessoa que protege uma área ambiental deve receber uma compensação financeira como incentivo, deixando assim de explorar seus recursos e preservá-los, constituindo uma forma de estimular a preservação pelo pagamento dos serviços ambientais prestados. (Costa, 2010, p 150-154).

O princípio do protetor recebedor não prega a concessão de benefícios ao provedor dos serviços ambientais simplesmente para “agradá-lo”, mas sim para desestimular as suas atitudes predatórias, bem como incentivar as suas práticas conservacionistas, de modo que possam auxiliar ou otimizar os serviços ambientais da natureza. (Bechara, 2010, p. 157-173)

Nesse sentido, considerando que o ordenamento jurídico é uno, a concessão de benefícios fiscais pode decorrer da aplicação do princípio do protetor-recebedor, tendo potencial de ser dar por isenção, diminuição de alíquotas e bases de cálculos de tributos, entre outras possibilidades, com o objetivo de estimular as boas práticas ambientais, implementando a justiça distributiva pela conservação de bens naturais, cuja fruição pertence à coletividade indistintamente.

### **2.3. O PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO**

O princípio da precaução emerge da análise do contemplado no artigo 225, “caput” da CF/88, expresso pela palavra “defendê-lo”, indicando a necessidade de impedir a instalação

de atividade ou prática poluidora diante da incerteza de seus efeitos sobre o meio ambiente, por falta de dados ou comprovações que atestem os riscos ambientais envolvidos.

O referido princípio indica uma atuação racional para com os bens ambientais de forma a acautelar a existência futura dos recursos, que vai além de simples medidas para afastar o perigo. Em outras palavras, o princípio da precaução sugere uma antecipação aos riscos desconhecidos, diante da incerteza, procura afastar o perigo e qualquer tipo de ameaça ao meio ambiente. (Nakamoto, 2014).

Dessa forma, a invocação do princípio da precaução é uma decisão a ser tomada quando a informação científica é insuficiente, inconclusiva ou incerta e haja indicações de que os possíveis efeitos sobre o ambiente, a saúde das pessoas ou dos animais e a proteção vegetal possam ser potencialmente perigosos e incompatíveis com o nível de proteção escolhido. Invoca-se tal princípio diante de argumentos de ordem hipotética, situados no campo das possibilidades, e não necessariamente de posicionamentos científicos claros e conclusivos. (Milaré, 2016, p. 195-197).

A relevância de tal princípio foi incorporada na Declaração do Rio – Agenda 21, durante a Convenção da ONU sobre a Mudança do Clima - ECO92, estabelecendo no texto do documento, em seu princípio 15: “Para que o ambiente seja protegido, uma abordagem precaucionaria deverá ser aplicada pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Onde existam ameaças de riscos sérios ou irreversíveis não deverá ser utilizada a incerteza científica como razão para o adiamento de medidas com uma boa relação custo/eficácia para prevenir a degradação ambiental”. (ONU, 1992).

Diante da complexidade da reparação de um ambiente natural e a possibilidade da irreversibilidade dos efeitos dos danos, a avocação do princípio da precaução frente as incertezas de ordem técnica e científicas, faz-se necessária e desejável para a manutenção da não só do meio ambiente, mas também da saúde humana em um sentido mais amplo.

## **2.4. O PRINCÍPIO DA PREVENÇÃO**

O princípio da prevenção aparece juntamente com o princípio da precaução no texto constitucional no “caput” do artigo 225 da CF/88, expresso pela palavra “preservá-lo”, indicando a necessidade da manutenção das condições ambientais. Dessa interpretação, é possível abstrair a possibilidade de autorizar atividades, cuja mitigação dos danos seja

conhecida e de possível implementação, com o desígnio de manter as condições naturais inalteradas.

Prevenir é cuidar, controlar, evitar a poluição quando já se tem certeza do dano que determinada atividade provocará no meio ambiente. Prevenir significa adotar medidas capazes de minimizar, reduzir e, se possível, eliminar o risco do dano que já se tem como certo para o meio ambiente. (Nakamoto, 2014, p. 65).

O princípio em comento aplica-se a impactos ambientais já conhecidos, dos quais se possa, com segurança, estabelecer um conjunto de nexos de causalidade, suficiente para a identificação dos impactos futuros mais prováveis, baseado nos conhecimentos acumulados sobre o meio ambiente. (Antunes, 2021, p. 51).

A prevenção é invocada, como se disse, quando o perigo é certo e quando se tem elementos seguros para afirmar que determinada atividade é efetivamente perigosa. Na prática, tal princípio tem como objetivo impedir os danos ao meio ambiente, através de medidas acautelatórias, antes da implantação de empreendimentos e atividades consideradas efetiva e potencialmente poluidoras. (Milaré, 2016, p. 194-195).

O princípio da prevenção é materializado pela imposição legal da apresentação de estudos de impacto ambiental quando da instalação de atividades potencialmente poluidoras, que somente poderão ser instaladas após a comprovação da eficácia das medidas mitigadoras propostas no intuito de promover a sustentabilidade, a partir da necessidade das populações humanas em fazer uso do ambiente natural.

### **3. CONCLUSÃO**

A presente pesquisa procurou compreender a tributação para fins de sustentabilidade ambiental, a partir dos princípios ambientais.

O Estado tem o dever constitucional, nos termos do art. 225 da CF/88, de promover a melhoria do meio ambiente, nesse sentido, é cabível um tratamento tributário diferenciado, destinado ao proprietário ou possuidor a qualquer título de imóvel que possui áreas de preservação permanente, levando em consideração o serviço ambiental prestado pela sua conservação e a responsabilidade solidária entre poder público e sociedade civil na conservação dos bens naturais.

A tributação pode servir como política pública de caráter instrumental, ou seja, a oneração ou desoneração da carga tributária, a depender do propósito, prestam-se a auxiliar

os governos a atingir ações ou comportamentos sociais que atendam ao interesse público. Outro ponto positivo é a justiça distributiva implementada devido ao uso dos sistemas naturais, penalizando a má utilização e recompensando aqueles que mantêm o meio ambiente sustentável e em condições de prestar serviços ambientais à sociedade.

Constatou-se que o Direito Tributário, norteado pelos princípios e normas do Direito Ambiental, pode contribuir para a proteção do meio ambiente. Isso se dá de duas maneiras. A primeira, pela concessão de incentivos e benefícios econômicos, a exemplo de imunidades e isenções fiscais, aos municípios comprometidos com a preservação ambiental. A segunda, com a imposição de elevada carga tributária ao município transgressor dos princípios ambientais de modo a desestimular a prática de tais atos.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito ambiental**. 22. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

BECHARA, Erika. A compensação e a gratificação por serviços ambientais na legislação brasileira. In: GALLI, Alessandra. (Org.). **Direito socioambiental: homenagem a Vladimir Passos de Freitas**. Curitiba: Juruá, 2010. v. 2, p. 157-173.

COSTA, Dahyana Siman Carvalho. O protetor-recebedor no direito ambiental. **Revista Uniara**, Araraquara, v.13, n.2, dez. 2010.

HUPFFER, Haide M; WEYERMÜLLER, André R; WACLAWOVSKY, William G. Uma análise sistêmica do princípio do protetor-recebedor na institucionalização de programas de compensação por serviços ambientais. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. XIV, n. 1. p. 95-114. jan.-jun. 2011.

MILARÉ, Edis. **Reação jurídica à danosidade ambiental: contribuição para o delineamento de um microsistema de responsabilidade**. 2016. 380 f. Tese (Doutorado em Direito) – Faculdade de Direito, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

NAKAMOTO, Rita de Cássia Feitosa. **O princípio do poluidor pagador e o meio ambiente industrial sustentável**. 2014. 219 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Faculdade de Direito, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

ONU. **Declaração do Rio – Agenda 21**. In: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) – Rio 92. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>. Acesso em: 17 set. 2021.

SCHOUERI, Luís Eduardo. **Direito tributário**. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de direito ambiental**. 18. ed. São Paulo: Saraiva Jur, 2021.



# CAPÍTULO XXVIII

## RECICLAGEM HOSPITALAR: OPORTUNIDADES E DESAFIOS NA TRANSFORMAÇÃO DE RESÍDUOS EM RECURSOS

### HOSPITAL RECYCLING: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN TRANSFORMING WASTE INTO RESOURCES

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-28

Maria Karollyne Dos Santos Paiva <sup>1</sup>

Luiz Henrique Rodrigues <sup>2</sup>

Angelo Just da Costa e Silva <sup>3</sup>

Elia Cristina Barreto Monteiro <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6258-3585>.

<sup>2</sup> Mestrando do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4005-5498>.

<sup>3</sup> Doutor Professor do Programa de Mestrado de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) e Professor da Universidade de Pernambuco (UPE). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0759-6439>

<sup>4</sup> Doutora Professora do Programa de Mestrado de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP) e Professora da Universidade de Pernambuco (UPE); ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0842-779X>

#### RESUMO

A gestão concentrada de resíduos hospitalares, provenientes de clínicas, hospitais e centros de pesquisa tem causas ambientais e de saúde pública. Tradicionalmente, grande parte desses resíduos é destinada à incineração ou aos aterros sanitários, práticas que apresentam sérios impactos ambientais. Este trabalho apresenta o estado da arte referente à reciclagem hospitalar como uma alternativa sustentável, promovendo uma economia circular ao reaproveitar materiais como plásticos, metais e vidro. No entanto, a implementação dessa prática enfrenta desafios, incluindo a necessidade de segregação correta dos resíduos, o cumprimento das normas de biossegurança e a falta de infraestrutura adequada. Além disso, é fundamental promover a educação e conscientização entre os profissionais de saúde e a sociedade, garantindo que a reciclagem hospitalar seja integrada à gestão de resíduos. Apesar das dificuldades, a reciclagem oferece oportunidades significativas, como a redução dos custos operacionais e a criação de novos ciclos produtivos, contribuindo para a preservação ambiental e a sustentabilidade no setor da saúde.

**Palavras-chave:** Reciclagem hospitalar; Gestão de resíduos; Economia circular; Sustentabilidade; Biossegurança.

#### ABSTRACT

The concentrated management of medical waste from clinics, hospitals and research centers has environmental and public health causes. Traditionally, a large part of this waste is sent to incineration or landfills, practices that have serious environmental impacts. In this context, hospital recycling emerges as a sustainable alternative, promoting a circular economy by reusing materials such as plastics, metals and glass. However, the implementation of this practice faces challenges, including the need for correct waste segregation, compliance with biosafety standards and the lack of adequate infrastructure. Furthermore, it is essential to promote education and awareness among healthcare professionals and society, ensuring that hospital recycling is integrated into waste management. Despite the difficulties, recycling offers significant opportunities, such as reducing operational costs and creating new production cycles, contributing to environmental preservation and sustainability in the healthcare sector.

**Keywords:** Hospital recycling; Waste management; Circular economy; Sustainability; Biosafety.



## 1. INTRODUÇÃO

Os resíduos hospitalares, provenientes de estabelecimentos de saúde como hospitais, clínicas, laboratórios e centros de pesquisa, representam uma das categorias mais críticas de resíduos sólidos devido à sua natureza diversa e potencialmente perigosa. Esses resíduos são classificados em grupos distintos como resíduos infecciosos, químicos e radioativos, também como materiais recicláveis como papel, plástico e metais. A gestão inadequada desses resíduos gera sérios impactos ambientais e riscos à saúde pública, tornando a sua gestão um desafio global (Rambo, 2020).

Tradicionalmente, grande parte dos resíduos hospitalares tem como destino o incinerador ou os aterros sanitários, soluções que são eficazes para certos tipos de resíduos, como resíduos infectantes e radioativos, porém, apresentam desvantagens significativas pois a incineração, contribui para a emissão de poluentes atmosféricos, enquanto o uso de aterros sobrecarrega os sistemas de disposição final de resíduos e agrava a poluição do solo e dos lençóis freáticos. Além disso, a crescente preocupação com as mudanças climáticas e a escassez de recursos naturais reforça a necessidade urgente de alternativas mais sustentáveis para a gestão desses resíduos (UNEP, 2024)

A reciclagem hospitalar apresenta uma solução viável e necessária para transformar resíduos em recursos valiosos, promovendo uma economia circular no setor de saúde. Ao adotar práticas de reciclagem, é possível minimizar o volume de resíduos que requerem tratamento especializado, além de reaproveitar materiais como plásticos, vidros e metais, que podem ser reinseridos em novos ciclos produtivos. Esse processo de transformação, no entanto, envolve uma série de desafios técnicos, regulatórios e econômicos, que exigem uma abordagem multidisciplinar e o engajamento de diferentes setores (Delevati et al., 2020).

No entanto, a implementação eficaz dessa prática enfrenta obstáculos como a necessidade de segregação adequada dos resíduos na fonte, o cumprimento rigoroso de normas de biossegurança, a falta de infraestrutura adequada e a resistência cultural à mudança de paradigma na gestão de resíduos hospitalares (UNEP, 2024).

Este capítulo tem como objetivo abordar as principais oportunidades e desafios relacionados à reciclagem hospitalar, destacando exemplos de boas práticas, tecnologias emergentes e políticas públicas que podem contribuir para a transformação dos resíduos hospitalares em recursos úteis. Além disso, será analisada a importância da educação e

conscientização de profissionais de saúde, gestores e da sociedade em geral, para garantir que a reciclagem se torne parte integrante de uma estratégia sustentável de gestão de resíduos hospitalares.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CLASSIFICAÇÃO E IMPACTOS DOS RESÍDUOS HOSPITALARES

Os resíduos hospitalares são gerados em atividades realizadas por estabelecimentos de saúde, como hospitais, clínicas, laboratórios e centros de pesquisa. Devido à sua variada natureza, eles são classificados em categorias, que visam identificar os níveis de risco que representam para a saúde pública e para o meio ambiente (Rambo, 2020). No Brasil, a Resolução RDC nº 222 de 2018 da ANVISA, juntamente com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), define os grupos de resíduos como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Tipos de Resíduos

Grupo A (Resíduos Infectantes)	Grupo B (Resíduos Químicos)	Grupo C (Resíduos Radioativos)	Grupo D (Resíduos Comuns)	Grupo E (Resíduos Perfurocortantes)
Materiais contaminados por agentes biológicos capazes de causar infecções, como gases, seringas, luvas e objetos cortantes usados.	produtos que podem causar danos à saúde ou ao meio ambiente, como medicamentos vencidos, resíduos de laboratório, reagentes químicos, entre outros.	Resultantes de tratamentos com materiais radioativos, usados em radioterapias ou diagnósticos por imagem.	Semelhantes aos resíduos domésticos, compostos por papel, plásticos, vidro e metais que não estiveram em contato direto com agentes infecciosos.	Objetos perfurantes ou cortantes, como agulhas, lâminas de bisturi e ampolas.

Fonte: Resolução RDC nº 222 de 2018 - ANVISA

O impacto ambiental e associado a má gestão desses resíduos é grave. Estima-se que até 25% dos resíduos hospitalares gerados em países em desenvolvimento não recebem o tratamento ou descarte adequado, o que representa uma grave ameaça ao meio ambiente e à saúde pública (WHO, 2022). O abandono inadequado dos resíduos infectantes pode levar à proliferação de patógenos e à contaminação de áreas urbanas e rurais, gerando surtos de

doenças infecciosas. Os resíduos químicos, ao serem despejados sem tratamento, contaminam solos e águas, afetando a fauna e flora local e expondo a população a substâncias tóxicas. Os resíduos radioativos, caso mal administrados, podem causar exposições perigosas à radiação, com potenciais danos a longo prazo, como o desenvolvimento de câncer (Khalid et al., 2021).

Esses impactos demonstram a necessidade urgente de uma gestão responsável, que observe além da simples disposição em aterros ou incineradores. Uma gestão eficiente deve considerar a separação adequada dos resíduos na origem e a adoção de métodos mais sustentáveis, diminuindo a quantidade de resíduos perigosos enviados para tratamento final.

## **2.2. MÉTODOS TRADICIONAIS E LIMITAÇÕES**

Historicamente, a gestão de resíduos hospitalares tem dependido de duas principais formas de despojo final: incineração e aterros sanitários. Embora essas práticas sejam amplamente utilizadas e consideradas soluções viáveis para determinados tipos de resíduos, ambas apresentam limitações significativas que comprometem a sustentabilidade a longo prazo (De Pinna Mendez; Mahler; Taquette, 2020).

A incineração de resíduos hospitalares, especialmente para infectantes e perigosos, é uma prática comum por sua capacidade de destruir microrganismos patogênicos e reduzir drasticamente o volume de resíduos. É eficaz para resíduos biológicos, que precisam de um tratamento térmico para garantir que não propaguem doenças. No entanto, essa técnica tem diversas desvantagens ambientais pois são emitidos poluentes atmosféricos, como dioxinas e furanos, substâncias tóxicas e cancerígenas (Puška; Stević; Pamučar, 2022). Além disso, o processo gera cinzas tóxicas, que devem ser descartados adequadamente para evitar a contaminações. O elevado consumo de energia, também é uma desvantagem pois torna o processo economicamente custoso, especialmente em países em desenvolvimento, pois o acesso a tecnologias de controle de poluentes é limitado (Brand et al., 2021).

Os aterros sanitários é uma solução utilizada para resíduos hospitalares comuns, como papéis e plásticos, que não requerem tratamento especializado. O uso de aterros, embora controlado, também apresenta limitações pois capacidade dos aterros é finita, e em algumas regiões urbanas eles estão cada vez mais sobrecarregados, leva à necessidade de abrir novos espaços para disposição de resíduos, contribuindo para a degradação ambiental e a perda de áreas verdes. Também aterros projetados para minimizar o impacto ambiental podem falhar

ao longo do tempo, com o potencial de vazamento de chorume e outros poluentes que contaminam o solo e os lençóis freáticos (Islam, et al., 2023)

### **2.3. ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS: RECICLAGEM E ECONOMIA CIRCULAR**

A crescente preocupação com o impacto ambiental da gestão de equipamentos de resíduos hospitalares tem impulsionado a busca por soluções mais sustentáveis. Nesse contexto, a reciclagem e o modelo de economia circular destacam-se como práticas capazes de minimizar os danos ambientais e promover a reaproveitamento de materiais no setor de saúde.

A reciclagem hospitalar envolve o processo de recuperação de materiais descartados, como plásticos, metais, vidro e papel, que podem ser reaproveitados ou transformados em novos produtos. O principal objetivo é reduzir o volume de resíduos que precisam ser descartados em aterros sanitários ou incinerados, causando, assim, os impactos ambientais e os custos de tratamento. Contudo, uma separação eficiente desses resíduos na fonte é crucial para garantir que os materiais recicláveis não sejam contaminados por resíduos perigosos, ou que inviabilizaria sua reciclagem sem o tratamento adequado (Lee; Lee, 2022).

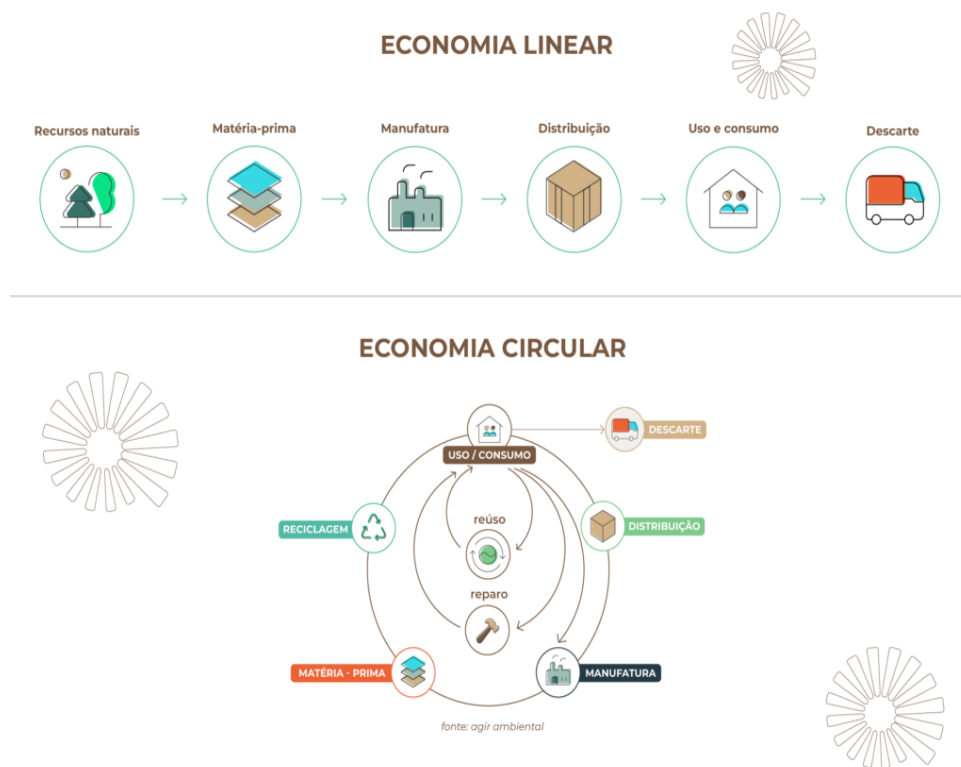
Além dos benefícios ambientais, a reciclagem também oferece vantagens econômicas. O reaproveitamento de materiais contribui para a redução dos custos operacionais das instituições de saúde e para a diminuição da dependência de matérias-primas que geralmente apresentam preços elevados. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2022), entre 15% e 25% dos resíduos hospitalares são classificados como perigosos, enquanto o restante é composto por materiais não perigosos, dos quais muitos podem ser reciclados.

A economia circular oferece uma abordagem mais abrangente e sustentável para a gestão de resíduos hospitalares, rompendo com o modelo linear de "extrair, usar e descartar". Esse conceito promove um ciclo produtivo em que os materiais e produtos sejam reutilizados, reparados ou reciclados o máximo possível, prolongando sua vida útil e minimizando a geração de resíduos (Lattanzio et al., 2022). No setor hospitalar, a economia circular pode ser aplicada através do reuso de materiais como instrumentos médicos esterilizáveis e da reciclagem de resíduos, como plásticos e metais, que podem ser transformados em novos produtos ou reintegrados ao mercado (Apevienyeku; Ampofo; Amankwaa Amoako. 2024).

A adoção dessa prática contribui para a redução do consumo de recursos naturais e para a diminuir as consequências das mudanças climáticas, diminuindo a necessidade de

extração e processamento de novos recursos - atividades que consomem grandes quantidades de energia e geram emissões de carbono (Moshkbid et al., 2024), conforme descrito na Figura 1.

Figura 1. Descrição esquemática do tratamento dos resíduos conforme a economia linear e circular.



Fonte: Agir Ambiental

## 2.4. DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA IMPLEMENTAÇÃO

A atualização da reciclagem hospitalar apresenta alguns desafios, mas também oportunidades significativas no setor de saúde. Um dos principais desafios envolve a conformidade com normas e regulamentações rigorosas, que incluem a separação de cuidados de resíduos infecciosos, químicos, radioativos e recicláveis. O cumprimento dessas diretrizes exige uma infraestrutura especializada, o que se tornar um obstáculo, especialmente para hospitais com orçamentos limitados (Sahoo et al., 2024).

Outro desafio relevante são os custos iniciais elevados. A instalação de tecnologias e a adaptação de processos internos para lidar com a atualização hospitalar exigem investimentos significativos, que estimulam a adoção dessas práticas, especialmente em instituições de saúde de pequeno porte. Além disso, é necessário capacitar os profissionais para separar corretamente os resíduos e seguir procedimentos de segurança também eleva a complexidade e os custos da implementação (Zheng et al., 2023).

Além dos desafios técnicos e econômicos, a biossegurança também é uma preocupação. Os resíduos hospitalares são potencialmente perigosos, e a segregação ecológica pode expor os trabalhadores e a população a riscos de contaminação biológica e química. A utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs) e a observância rigorosa de protocolos de segurança são essenciais para diminuir esses riscos (Sahoo, et al., 2024).

Apesar desses obstáculos, a reciclagem hospitalar oferece importantes oportunidades. Entre os benefícios está a redução dos custos operacionais a longo prazo. Ao reaproveitar materiais recicláveis, como plásticos, vidros e metais, é possível diminuir significativamente a quantidade de resíduos destinados à incineração ou aos aterros sanitários, o que resulta em economia de recursos financeiros (Çağrı, 2024).

Além disso, essa prática poderá ter novas cadeias de valor econômico, uma vez que materiais reciclados podem ser vendidos para empresas especializadas, promovendo uma economia circular e gerando retornos financeiros para as instituições de saúde. A implementação de práticas de reciclagem hospitalar também fortalece o compromisso com a sustentabilidade e a responsabilidade social. Ao reduzir a quantidade de resíduos descartados de forma convencional, os hospitais são prejudiciais para a preservação ambiental e dessa forma, melhorar sua recepção perante a sociedade (Syms; Taylor-Robinson; Trovato; 2023)

Os avanços tecnológicos oferecem oportunidades promissoras para superar os desafios da reciclagem hospitalar. Inovações, como o uso de sistemas de autoclave para esterilização de resíduos, tornam o processo de reciclagem mais seguro e eficiente, permitindo que os hospitais adotem práticas mais sustentáveis e rentáveis. Assim, apesar das dificuldades, a reciclagem hospitalar representa uma alternativa viável e necessária para transformar resíduos em recursos, promovendo uma gestão mais consciente e eficaz no setor de saúde (Macheca et al., 2024).

## **2.5. IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO E PROGRAMAS DE CONSCIENTIZAÇÃO**

A educação e os programas de conscientização desempenham um papel fundamental na implementação eficaz da reciclagem hospitalar, pois envolvimento e o conhecimento de todos os envolvidos são cruciais para garantir o sucesso desse processo. A transformação de resíduos hospitalares em recursos não se baseia apenas em tecnologias específicas, mas também em uma mudança de mentalidade entre profissionais de saúde, gestores hospitalares e funcionários responsáveis pelo descarte de resíduos (Luque-Alcaraz et al., 2024).



O treinamento adequado é essencial para garantir que os profissionais de saúde e as pessoas do apoio, compreendam a importância da separação correta dos resíduos. A falta de capacitação pode resultar em práticas confortáveis de descarte, aumentando os riscos de contaminação e prejudicando o processo de reciclagem. Através de programas de educação, é possível informar sobre os diferentes tipos de resíduos, os riscos associados a cada categoria e a maneira correta de segregá-los para facilitar o reaproveitamento de materiais recicláveis, como plásticos, vidros e metais (Sahiledengle, 2019).

Educar os profissionais sobre a relevância ambiental da reciclagem hospitalar também é crucial. Muitos ainda não percebem a dimensão dos impactos negativos causados pela incineração de resíduos e pela disposição localizada em aterros sanitários (Luque-Alcaraz et al., 2024). A conscientização sobre a importância da sustentabilidade e da redução da pegada ecológica no setor de saúde pode motivar maior adesão às práticas de reciclagem. Programas de sensibilização que mostram os benefícios para o meio ambiente e a sociedade ajudam a engajar equipes hospitalares, promovendo uma cultura de responsabilidade ambiental (Elegbede et al., 2023).

Programas de conscientização contínua, com workshops, palestras e materiais educativos, são fundamentais para manter todos os envolvidos atualizados sobre as melhores práticas de gestão de resíduos hospitalares. Esses programas incluem simulações de situações reais para que os profissionais entendam a importância de suas ações na segurança e na eficiência da reciclagem (Miamiliotis; Talias., 2024). A educação contínua garante que o pessoal esteja sempre ciente das inovações tecnológicas e regulamentares, garantindo que os protocolos de reciclagem sejam seguidos corretamente e adaptados às novas exigências. (Thakur; Kumar., 2024)

Além dos profissionais de saúde, a educação ambiental pode se estender a pacientes, visitantes e à comunidade hospitalar em geral. Informar sobre as práticas de sustentabilidade que estão sendo adotadas e o impacto positivo dessas ações cria uma rede de apoio mais ampla, reforçando o compromisso coletivo com a redução dos resíduos e a preservação do meio ambiente. Isso pode ser feito por meio de campanhas internacionais, sinalização em ambientes hospitalares e envolvimento de líderes e gestores para criar uma cultura organizacional focada em sustentabilidade (Brown; Bhatti; Harris., 2023).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que a sustentabilidade no setor de saúde é uma necessidade imperativa, especialmente frente ao crescimento contínuo dos resíduos hospitalares e seus impactos ambientais. O caminho para uma gestão eficiente e sustentável desses resíduos envolve não apenas a aplicação de tecnologias de reciclagem e economia circular, mas também a educação e conscientização de todos os envolvidos, desde os profissionais de saúde até pacientes e visitantes.

A implementação de programas de educação ambiental e de reciclagem hospitalar, com apoio de líderes e gestores, pode transformar a maneira como os resíduos são tratados, garantindo que materiais recicláveis não sejam contaminados e possam ser reintegrados em novos ciclos produtivos. O sucesso dessas iniciativas depende do comprometimento coletivo com a redução de resíduos, da capacitação contínua e da criação de uma cultura organizacional voltada para a sustentabilidade.

Apesar dos desafios econômicos e regulatórios, as oportunidades são promissoras, tanto em termos de redução de custos operacionais quanto de impacto positivo no meio ambiente. A reciclagem hospitalar, integrada num modelo de economia circular, não só diminui a pressão sobre aterros sanitários e incineradores, mas também contribui para uma cadeia de valor mais sustentável e lucrativa, fomentando um setor de saúde mais consciente e ambientalmente responsável.

Assim, a transformação de resíduos em recursos no ambiente hospitalar representa uma abordagem viável e necessária para enfrentar os desafios contemporâneos, reforçando o papel da educação, da inovação tecnológica e da liderança na construção de um futuro mais sustentável para o setor de saúde.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), a Fundação de Amparo à Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

### REFERÊNCIAS

AGIR Ambiental. **Economia Circular**. Disponível em <https://agirambiental.org.br/economia-circular/>. Acesso em: 07 de outubro de 2024.

- APEVIENYEKU, H.K.; AMPOFO, J.; AMANKWAA AMOAKO, J., Recycling potential of medical plastic waste. **Discover Environment**, v. 2, n. 1, p. 69, 2024.
- BRAND, M. A., Henne, R. A., Schein, V. A. S., & Pereira, E. R., Problem mapping of the generation and treatment of forest biomass ashes in boiler. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 1167-1192, 2021.
- BROWN, C.; BHATTI, Y.; HARRIS, M., Sustentabilidade ambiental em sistemas de saúde: papel da inovação frugal. **bmj**, v. 383, 2023.
- DELEVATI, D. S., CASTRO, M. M. R. S. D., RIES, E. F., BAYER, V. M. L., & ROCHA, V. M. P. Desafios na gestão de resíduos de estabelecimentos de saúde públicos perante a RDC 222/18, **Saúde em Debate**, v. 43, p. 190-199, 2020.
- DE PINNA MENDEZ, G.; MAHLER, C. F.; TAQUETTE, S. R., Revisão sistemática de estudos qualitativos em resíduos sólidos. **New Trends in Qualitative Research**, v. 4, p. 55-66, 2020.
- ELEGBEDE, I., MATTI-SANNI, R., MORIAM, O., & EMILY OSA, I, Sustainability Education and Environmental Awareness. **In: Encyclopedia of Sustainable Management**. Cham: Springer International Publishing, p. 1-9, 2023.
- ISLAM, S., BANO, H., BHAT, J., I. A., AZIZ, M. A., BHAT, S. U. I., NAZIR, N., & WANI, O. A., Landfill leachate a new threat to water quality: a case study from the Temperate Himalayas. **Environmental Monitoring and Assessment Environ Monit Assess**, v. 195, p. 689, 2023.
- KHALID, S., AHMED, S. A., RAHMAN, K. A., & BISWAS, T. K. Current practices of waste management in teaching hospitals and presence of incinerators in densely populated areas. **BMC Public Health**, v. 21, p. 1-10, 2021.
- LATTANZIO, S., STEFANIZZI, P., D'AMBROSIO, M., CUSCIANNA, E., RIFORMATO, G., MIGLIORE, G., ... & BIANCHI, F. P. Waste management and the perspective of a green hospital— a systematic narrative review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 23, p. 15812, 2022.
- LEE, S. M.; LEE, D., Effective medical waste management for sustainable green healthcare. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 22, p. 14820, 2022.
- LUQUE-ALCARAZ, O. M., APARICIO-MARTÍNEZ, P., GOMERA, A., & VAQUERO-ABELLÁN, M. The environmental awareness of nurses as environmentally sustainable health care leaders: a mixed method analysis. **BMC nursing**, v. 23, n. 1, p. 229, 2024.
- MACHECA, A. D. MUTUMA, B., ADALIMA, J. L., MIDHEME, E., LÚCAS, L. H., OCHANDA, V. K., & MHLANGA, S. D., Perspectives on Plastic Waste Management: Challenges and Possible Solutions to Ensure Its Sustainable Use. **Recycling**, v. 9, n. 5, p. 77, 2024.

- MOSHKBID, E., CREE, D. E., BRADFORD, L., & ZHANG, W. Biodegradable Alternatives to Plastic in Medical Equipment: Current State, Challenges, and the future. **Journal of Composites Science**, v. 8, n. 9, p. 342, 2024.
- MIAMILIOTIS, A.S.; TALIAS, M.A., Conhecimento dos profissionais de saúde sobre o processo de segregação do gerenciamento de resíduos médicos infecciosos em um hospital. **Healthcare**, v. 12, p.94, 2024.
- PUŠKA, A.; STEVIĆ, Ž.; PAMUČAR, D., Evaluation and selection of healthcare waste incinerators using extended sustainability criteria and multi-criteria analysis methods. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1-31, 2022.
- RAMBO, A. A.; DE AGUIAR DUTRA, A. R.; CUBAS, A. L. V., RESÍDUO HOSPITALAR E SEU IMPACTO: UMA REVISÃO DA LITERATURA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, p. 341-371, 2020.
- SAHOO, S., RATHOD, W., VARDIKAR, H., BISWAL, M., MOHANTY, S., & NAYAK, S. K., Biomedical waste plastic: bacteria, disinfection and recycling technologies—a comprehensive review. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 1141-1158, 2024.
- SAHILEDENGLE, B., Self-reported healthcare waste segregation practice and its correlate among healthcare workers in hospitals of Southeast Ethiopia. **BMC health services research**, v. 19, p. 1-11, 2019.
- SYMS, R.; TAYLOR-ROBINSON, S. D.; TROVATO, G., Circular medicine—being mindful of resources and waste recycling in healthcare systems. **Risk Management and Healthcare Policy**, p. 267-270, 2023.
- UNEP. Panorama Global do Manejo de Resíduos em 2024. **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**, 2024. Disponível em: <https://www.unep.org>. Acesso em: 21 set. 2024.
- THAKUR, A.; KUMAR, A., Community Engagement and Education for Eco-Conscious Health. In: Preserving Health, **Preserving Earth: The Path to Sustainable Healthcare**. Cham: Springer Nature Switzerland, p. 81-102, 2024.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health-care waste**. Disponível em: <https://www.w.int/noticias-quarto/fato-ela/detalhe/h-carro-waste> . Acesso em: 24 set. 2024.
- ZHENG, J., ARIFUZZAMAN, M., TANG, X., CHEN, X. C., & SAITO, T. Recent development of end-of-life strategies for plastic in industry and academia: bridging their gap for future deployment. **Materials Horizons**, v. 10, n. 5, p. 1608-1624, 2023.
- ÇAĞRI, Ü. N. Examine the environmental and economic dimensions of fuel production from medical plastic waste. Niğde Ömer Halisdemir University Journal of Engineering

Sciences. **Niğde Ömer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences** , v. 13, n. 1, pág. 1-1, 2024.



# CAPÍTULO XXIX

## TRABALHO E MEIO AMBIENTE: OS FIOS (IN)VISÍVEIS DO CONTEXTO LABORAL DOS PROFISSIONAIS DE TURISMO

### WORK AND ENVIRONMENT: THE (IN)VISIBLE THREADS OF THE WORK CONTEXT OF TOURISM PROFESSIONALS

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-29

Thalita Natasha Ferreira Damasceno <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pós-doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal de Sergipe. Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente na Universidade Federal do Ceará. Graduada em Psicologia (UFC) e Gestão de Turismo (IFCE).

#### RESUMO

O trabalho se institui como atividade ontológica e constituinte do sujeito, podendo trazer benefícios e malefícios para quem o desenvolve. De notar que ainda é insuficiente a quantidade de estudos voltados à análise das representações sociais sobre o prazer e sofrimento no trabalho no âmbito turístico, estes que também podem sofrer com um trabalho penoso, além da importância de se vislumbrar a influência do meio ambiente no contexto laboral. O objetivo geral do presente estudo é refletir sobre as representações sociais acerca do trabalho dos profissionais de Turismo, enfatizando os modos de expressão do sofrimento e do prazer ligados a esse trabalho, seus reflexos nos processos de saúde-adoecimento e da importância de vislumbrar uma atividade cada vez mais sustentável. Com efeito, almejamos que o estudo seja alicerce para vindouras pesquisas.

**Palavras-chave:** Meio Ambiente. Turismo. Trabalho.

#### ABSTRACT

Work is established as an ontological and constituent activity of the subject, and can bring benefits and harms to those who develop it. It should be noted that there is still an insufficient amount of studies focused on the analysis of social representations regarding pleasure and suffering at work in the tourism sector, which can also suffer from painful work, in addition to the importance of understanding the influence of the environment in the context labor. The general objective of the present study is to reflect on the social representations regarding the work of Tourism professionals, emphasizing the ways of expressing suffering and pleasure linked to this work, their reflections on the health-illness processes and the importance of envisioning an activity increasingly sustainable. Indeed, we hope that the study will be a foundation for future research.

**Keywords:** Environment. Tourism. Work.

## 1. INTRODUÇÃO

O trabalho desempenha papel central na vida humana (DEJOURS, 2001). Nas sociedades contemporâneas, o trabalho se demonstra como atividade ontológica e constituinte do sujeito, podendo ser benéfico à saúde quando se constitui como fonte de prazer e realização. Todavia, o trabalho também pode tornar-se fonte de sofrimento e doença, quando se insere em um contexto de precariedade e falta de oportunidades de manifestação do sujeito (MENDES, 2002).

No contexto produtivo, a nova estruturação intensifica as exigências sobre as pessoas, aumentando os riscos de doenças, o que amplia o desafio dos profissionais engajados na promoção da saúde do trabalhador (DEJOURS, 2001).

Ademais, a representação social é uma modalidade de conhecimento que tem por intuito a elaboração de comportamentos e a comunicação entre indivíduos. Ela possui uma função constitutiva da realidade, da única realidade que conhecíamos por experiência e na qual a maioria das pessoas se movimenta (...) é alternativamente, o sinal e a reprodução de um objeto socialmente valorizado (MOSCOVICI, 2003).

No contexto do trabalho, citamos o Turismo, pode ser conceituado como:

(...) um elaborado e complexo processo de decisão sobre o que visitar, onde, como e a que preço. Nesse processo intervêm inúmeros fatores de realização pessoal e social, de natureza motivacional, econômica, cultural, ecológica e científica que ditam a escolha dos destinos, a permanência, os meios de transporte e o alojamento, bem como o objetivo da viagem em si para a função tanto material como subjetiva dos conteúdos de sonhos, desejos, de imaginação projetiva, de enriquecimento existencial histórico-humano e profissional (BENI, 2002, p. 37).

A avaliação de todas as variáveis e de todos agentes envolvidos que podem influenciar no desenvolvimento da atividade turística é fundamental, tanto dos indivíduos que atuam, como daqueles que ali buscam a atividade. Ressalta-se que a prática turística é feita pelo turista, mas os profissionais de turismo são agentes de suma importância nessa prática, estes que também estão inseridos no contexto.

A importância de pensar a articulação entre os conceitos de trabalho e saúde mental atualmente é em virtude de que, dentre outros aspectos, o trabalho ocupou o lugar de atividade importante na inserção social e constitui fator fundamental da produção subjetiva ao longo da sociedade moderna.



São comuns relatos informais de profissionais que atuam na área do turismo que demonstram indícios de insatisfação e adoecimento no trabalho, além de se perceberem alheios à família e aos amigos, pois, além de serem submetidos a muitas cobranças, eles não conseguem organizar o tempo de trabalho com o familiar: “enquanto estou no trabalho, minha família descansa. Quando descanso, estão trabalhando ou estudando”, relata uma turismóloga.

A área de Turismo incita o interesse de conhecer as crenças, opiniões, atitudes e sentimentos sobre o prazer e o sofrimento vividos por esses trabalhadores supracitados, que têm exatamente por atribuição lidar com questões críticas para o bem-estar das pessoas, tanto na organização quanto dos turistas. Além disso, são profissionais que enfrentam no dia-a-dia de trabalho as várias mudanças impostas pela introdução das novas tecnologias e estão expostos, diariamente, às exigências e cobranças dos clientes, dos superiores hierárquicos e a um ritmo intenso de trabalho, muitas vezes com hora para iniciar e sem hora para acabar.

O objetivo deste estudo é explanar sobre o trabalho dos profissionais de Turismo, enfatizando os modos de expressão do sofrimento e do prazer ligados a esse trabalho e seus reflexos nos processos de saúde-adoecimento, além de refletir sobre a importância do meio ambiente no mosaico trabalho, saúde e sustentabilidade.

É essencial refletirmos a relação entre o trabalho, o sujeito e a natureza, pois partindo da abrangência dessa relação, entende-se que as questões ambientais e sociais ganharam relevância e outra postura é exigida da sociedade, a qual envolve as organizações, governo e sociedade civil, demonstrando o aumento da sua abordagem no contexto global no que diz respeito à relação sociedade-natureza e do seu desenvolvimento nos processos organizacionais, gerando impactos no meio ambiente.

## **2. SAÚDE MENTAL, MEIO AMBIENTE E O FENÔMENO TURÍSTICO**

O turismo, como atividade de lazer, pressupõe uma ruptura espaço-temporal em relação ao mundo do trabalho, apresentando-se como uma forma cultural alternativa diferencial e complementar. Os indivíduos têm a oportunidade de entrar em contato peculiares paisagens, territórios, lugares, meio-ambientes e valores culturais.

Como afirma Rejowski (2002), a amplitude da atividade turística relaciona vários tipos de turismo, demonstrados em dois segmentos: de massa e alternativo. O turismo de massa transfere poucas qualidades de compensação para a região receptiva, população ou base de

recursos naturais. Já o turismo alternativo ramifica-se em formas que trazem coerência com os valores natural, social e comunitário, o que permite a hospedeiros e hóspedes o desfrute de uma interação positiva e conveniente, assim como compartilhamento de experiências.

Essas ideias foram desenvolvidas em virtude do crescente debate sobre o desenvolvimento sustentável a partir dos anos de 1980, buscando-se uma alternativa social e ecológica para o turismo de massa, no sentido de garantir que as políticas públicas não se concentrem somente nas necessidades econômicas, mas enfatizem da mesma forma o interesse por um ambiente não degradado e que proporcionem também a satisfação da comunidade receptora (FENNELL, 2002).

Ruschmann (2001) explica que Turismo gera influência em vários setores do planeta, como econômicas, políticas, culturais, sociais e ambientais. O turismo, de acordo com Dias (2002), por ser um deslocamento de pessoas e, posteriormente, a volta ao seu lar de origem, compreende dois fatores: tempo e espaço.

Assevera Beni (2000) que a atividade turística deve ser considerada como um processo complexo e completo, ou seja, vai desde a divulgação coerente da imagem do local percebida pelo turista, atenção com sua permanência e satisfação, até a volta à origem, de modo que a localidade turística permaneça conservada, no longo prazo, para a continuidade do atendimento qualificado, garantia de boas condições de vida para a população local e preservação do meio ambiente. Outrossim, as singulares definições de turismo devem considerar os contextos histórico, temporal e espacial, já que a atividade envolve cultura, arte, qualidade de vida e lazer, considerando os turistas, a população local e os profissionais que atuam nesse contexto, ou seja, investigações no ambiente de trabalho no âmbito turístico são relevantes para a compreensão do fenômeno de forma holística.

Quanto mais se aprofunda a investigação do contexto de mutações do mundo de trabalho contemporâneo, mais evidente se torna a importância dos aspectos subjetivos, que revelam dados valiosos acerca do agravamento das condições de trabalho e dos riscos à saúde, e podem indicar alternativas para o desenvolvimento de políticas públicas e ações que promovam a saúde no trabalho (OLIVEIRA, 2002).

Há de se ressaltar que tanto o prazer quanto o sofrimento no trabalho são aspectos importantes de serem avaliados, pois são essenciais no entendimento dos processos de saúde-adoecimento do trabalhador. Muitos estudos trazem somente o adoecimento, mas entendemos que o prazer também é essencial nesse contexto.

Dejours (1998) considera a insatisfação no trabalho como uma das formas fundamentais de sofrimento do trabalhador e relacionada ao conteúdo da tarefa. Diretamente no âmbito da subjetividade do trabalhador, o efeito da precarização pode ser percebido através de quatro grandes movimentos: intensificação do trabalho e aumento do sofrimento subjetivo; inibição ou neutralização da mobilização coletiva contra o sofrimento, a dominação e a alienação; transformação nas bases de resistência, que de uma perspectiva de reação coletiva, passa a implicar a negação do sofrimento alheio e um silenciar profundo sobre seu próprio sofrimento; e exacerbação do individualismo.

Geralmente as pessoas possuem o final de semana para descanso e seus períodos de férias em julho e/ou dezembro. Para o profissional de turismo, é exatamente o contrário: esses períodos são os que os profissionais trabalham mais. Ademais, dependendo da atividade, ele passa até meses em outras localidades e, por serem gestores, estes profissionais sofrem muita pressão diariamente, principalmente para tornar a organização mais competitiva no mercado.

Os estudos hodiernos que explanam sobre a psicodinâmica do trabalho vislumbram a importância do trabalho para a saúde, a partir da afirmação da centralidade do trabalho. Dejours (1998) provoca o debate acerca do papel fundamental do trabalho na realização do sujeito: situa o trabalho como mediador privilegiado entre o subjetivo e o social.

O sofrimento configura-se como uma vivência de experiências dolorosas, como angústia, medo e insegurança, provenientes de conflitos e de contradições originadas do confronto entre desejos e necessidades do trabalhador e as características de determinado contexto de produção. Situações de trabalho que geram sofrimento permanente, sem possibilidades de negociação entre o sujeito e a realidade, podem desencadear perturbações psíquicas e psicossomáticas (DEJOURS, 1998).

Além da vivência do sofrimento, o prazer no trabalho é também uma vivência individual e/ou compartilhada por um grupo de trabalhadores, mas o foco é em experiências de gratificação. Essas experiências são provenientes da satisfação dos desejos e necessidades, da mediação bem-sucedida dos conflitos e contradições gerados em determinados contextos de produção de bens e serviços. O prazer no trabalho é um dos caminhos para a saúde, uma vez que possibilita ao indivíduo a criação da identidade social e pessoal (DEJOURS, 1996).

Nessa perspectiva, um ambiente de trabalho saudável favorece as vivências de prazer, que se manifestam através da vivência de situações gratificantes, em que o sujeito consegue

satisfazer seu desejo e suas necessidades no contexto de produção. Então, quando as vivências de prazer predominam significativamente sobre as de sofrimento, o trabalho promove a saúde (CASTRO-SILVA, 2006; DEJOURS, 2001).

A Teoria das Representações Sociais está relacionada com o estudo dos registros simbólicos sociais; tanto em nível macro como em micro análise. Sob outra perspectiva, é o estudo das trocas simbólicas desenvolvidas nos ambientes sociais, nas relações interpessoais, influenciando na construção do conhecimento que é partilhado (MOSCOVICI, 2003). Nesse linear, essa teoria é uma forma de descrever e explicar os fenômenos sociais, pois reproduzem pensamentos e comportamentos comuns a um grupo de indivíduos. Moscovici (2003, p. 44) afirma que “a representação social constitui uma das vias de apreensão do mundo concreto, em seus alicerces e em suas consequências”.

Nesse contexto, podemos inserir o trabalho na atividade turística. Sob o enfoque de humanização, é necessário analisar o turismo na perspectiva dos profissionais, apesar de quando são enfocados os aspectos econômicos, talvez pareça paradoxal pensar a sua humanização. Segundo Wainberg (2002), o Turismo é um fenômeno complexo, com importância nas esferas sociais, econômicas, políticas, ambientais e psicológicas. É um setor que impacta um largo número de indivíduos; não só o governo ou negociantes são os atores decisivos do fenômeno, mas sim, pessoas, humanos.

Dessa forma, insere-se nessa humanização a saúde mental dos profissionais do turismo, agentes de grande importância no desenvolvimento da atividade. Como em outras áreas, muitas vezes os gestores de turismo “vivem para o trabalho”, precisam estar conectados sempre, pois não podem perder tempo. O fator temporal passa por metamorfoses significativas, iniciadas no momento em que o homem resolve medir o tempo cotidiano e quantificar o tempo social na sociedade industrial, chegando à comercialização do próprio tempo, que se torna uma mercadoria e passa a ter valor econômico. Neste espaço, surge a pressa como um fenômeno típico da atualidade e como mola mestra para os avanços tecnológicos que fabricam equipamentos para poder ganhar mais tempo (AQUINO e MARTINS, 2007).

No caos entre necessidades econômicas e existenciais, o homem contemporâneo se vê dividido entre as obrigações impostas por suas atividades laborais e o desejo de libertar-se dessas tarefas e, assim, poder usufruir um tempo para si (AQUINO e MARTINS, 2007). Uma das formas que as pessoas procuram para libertar-se das atividades laborais é a prática do

turismo. Contudo, para o profissional que trabalha com a o Turismo, este para ele é visto como lazer ou como trabalho? Assim, é essencial a reflexão sobre a subjetividade do profissional de turismo quando confrontado pelas vivências de prazer e sofrimento no trabalho, propiciando o conhecimento sobre as vicissitudes inerentes à sua atividade.

O ambiente de trabalho dos trabalhadores do Turismo requer uma atividade que seja balizada na sustentabilidade, na conservação e na preservação dos atrativos turísticos. Dessa forma, ela relação humano-natureza é essencial nessa prática, além de uma capacitação contínua, para que seja promovida uma prática que contemple o cuidado com o potencial da região e seu desenvolvimento socioeconômico. Uma indagação relevante nessa discussão é a importância do meio ambiente como vivência de prazer no ambiente de trabalho.

Destarte, o entendimento do comportamento dos trabalhadores em seu local de trabalho pode ser entendido como uma poderosa ferramenta para promover um ambiente que gere bem-estar nos trabalhadores e minimizem impactos ambientais e a degradação do meio ambiente, enfatizando a preocupação com o meio ambiente de fato e não somente uma mera forma de geração de lucros e cumprimento da legislação ambiental.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Turismo é um fenômeno, uma ciência social aplicada que se constrói de forma complexa e interdisciplinar. Além disso, é um processo de construção social permanente e não é somente um produto organizado: sem os sujeitos implicados, não existe o turismo.

Dessa forma, o Turismo é uma prática social produzida pela história humana, e, nesse processo, de é desconstruído e reconstruído, pois todo o processo de construção de uma ciência é uma evolução, mas pode ser uma revolução, no sentido de revisitar as suas raízes.

Indo de encontro às concepções de cunho somente econômico do Turismo, entende-se a importância de entender esse fenômeno como uma forma de desenvolvimento local e forma de promover a sustentabilidade socioambiental. Além disso, é relevante perceber que são essenciais nesse processo os autóctones e os trabalhadores do turismo pois, sem eles, a prática não existiria.

Nesse sentido, o olhar mais acurado, de forma interdisciplinar, à saúde mental dos trabalhadores no contexto de turismo é campo fértil para pesquisas, além dos efeitos do Turismo no meio ambiente, ou seja, a dimensão humana e a problemática sociocultural dessa mobilidade do lazer.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, C. A. B. MARTINS, J. C. Ócio, lazer e tempo livre na sociedade do Consumo e do trabalho. **Revista Mal-estar e Subjetividade** – Fortaleza – Vol. VII – Nº 2 – p. 479-500 – set/2007. Disponível em: [http://www.ufsj.edu.br/portal-repositorio/File/dcefs/Prof.\\_Adalberto\\_Santos/4-ocio\\_lazer\\_e\\_tempo\\_livre\\_na\\_sociedade\\_do\\_consumo\\_e\\_do\\_trabalho\\_22.pdf](http://www.ufsj.edu.br/portal-repositorio/File/dcefs/Prof._Adalberto_Santos/4-ocio_lazer_e_tempo_livre_na_sociedade_do_consumo_e_do_trabalho_22.pdf). Acesso em: 01 nov. 2015.
- BENI, Mario. **Análise estrutural do turismo**. São Paulo: SENAC, 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças relacionadas ao trabalho** - Manual de procedimentos para os serviços de saúde. Brasília: DF, 2001.
- CASTRO-SILVA, L. M. **Casos de afastamento por LER/DORT e retorno ao trabalho bancário: uma análise psicodinâmica**. Brasília, 2006. Dissertação (Mestrado em Psicologia). Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2006.
- DEJOURS, C. A **loucura do trabalho: estudos de psicopatologia do trabalho**. 5ª ed. ampliada. São Paulo: Cortez-Oboré, 1998.
- \_\_\_\_\_ **Para uma clínica da mediação entre psicanálise e política: a psicodinâmica do trabalho**. In: LANCMAN, S.; SZNELWAR, L. I. (Orgs). Christophe Dejours: da psicopatologia à psicodinâmica do trabalho. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz; Brasília: Paralelo 15, 2004.
- \_\_\_\_\_ In: MENDES, A. M. (Org). **Psicodinâmica do Trabalho: teoria, método e pesquisas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2007.
- \_\_\_\_\_ **A banalização da injustiça social**. 4ª. Ed. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2001.
- DEJOURS, C.; ABDOUCHELI, E. JAYNET, C. **Psicodinâmica do trabalho**. São Paulo: Atlas, 1994.
- FENNELL, David A. Ecoturismo: Uma introdução. São Paulo: Contexto, 2002.
- FERREIRA, M. C.; MENDES, A. M. **“Só de pensar em vir trabalhar, já fico de mau humor”**: atividade de atendimento ao público e prazer-sofrimento no trabalho. Estudos de Psicologia, Natal, v.6, n.1 jan-jun. 2001.
- JACQUES, M. da G. Abordagens teórico-metodológicas em saúde/doença mental & trabalho. **Psicologia & Sociedade**. V.5, n.1, Porto Alegre, Jan-Jun, 2003.
- MENDES, A. M. (Org). **Psicodinâmica do trabalho: teoria, método e pesquisas**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2007.
- MINAYO, M. C. de S. **O Desafio do Conhecimento** - Pesquisa Qualitativa em Saúde. 5a ed. São Paulo-Rio de Janeiro: Hucitec-Abrasco, 1998.

MOSCOVICI, Serge. **Representações Sociais**: investigação em psicologia social. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

REJOWSKI, Mirian e SOLHA, Karina Toledo. Turismo em um cenário de mudanças.

RUSCHMANN, D. Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente. Campinas: Papirus, 1997.

WAINBERG, Jacques A. **Turismo**: Investigação e Crítica. São Paulo, Contexto: 2002.

WAGNER, W. **Descrição, Explicação e Método na Pesquisa das Representações Sociais**. Em Guareschi, R e Jovchelovitch, S. Textos em Representações Sociais. 5a ed. Petrópolis: Vozes, 1999.



# CAPÍTULO XXX

## TRATAMENTO DE EFLUENTE TÊXTIL, INOVAÇÕES E IMPACTOS NA REMEDIAÇÃO AMBIENTAL

### TEXTILE EFFLUENT TREATMENT, INNOVATIONS AND IMPACTS ON ENVIRONMENTAL REMEDIATION

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-30

André Felipe Santos Lima <sup>1</sup>

Adeildo de Oliveira Filho <sup>2</sup>

Angelo Just da Costa e Silva <sup>3</sup>

Eliana Cristina Barreto Monteiro <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestrando do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5399-3053>

<sup>2</sup> Mestrando do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais da Universidade Católica de Pernambuco – UNICAP, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0192-4982>

<sup>3</sup> Professor Assistente da Universidade Católica de Pernambuco e Universidade de Pernambuco, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0759-6439>

<sup>4</sup> Professora Adjunta da Universidade Católica de Pernambuco e Universidade de Pernambuco, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0842-779x>

#### RESUMO

O rápido crescimento populacional e o aumento do poder aquisitivo têm impulsionado a industrialização, resultando em graves problemas de poluição hídrica, uma questão crítica para o meio ambiente e a saúde pública. A indústria têxtil, embora essencial para o desenvolvimento econômico, é a segunda maior responsável pela poluição global da água, contribuindo com cerca de 20% da contaminação. O tratamento de efluentes têxteis, que contêm grandes quantidades de corantes e substâncias tóxicas, apresenta desafios significativos devido à sua complexidade química. As abordagens tradicionais, como métodos físicos e químicos, muitas vezes não são suficientes, destacando a necessidade de tecnologias emergentes, como nanotecnologia, biossorbentes microbianos e técnicas de fitorremediação. Esse estado da arte aborda os impactos ambientais desses efluentes e discute tanto os métodos convencionais quanto as novas alternativas tecnológicas para uma gestão mais eficiente das águas residuais, promovendo a segurança ambiental.

**Palavras-chave:** efluentes têxteis. tratamento de água. poluição da água. remediação ambiental. tecnologias emergentes.

#### ABSTRACT

Bioremediation, Textile effluent treatment, Sustainability, Environmental impact.

The rapid population growth and increasing purchasing power have driven industrialization, resulting in severe water pollution problems, a critical issue for both the environment and public health. The textile industry, although essential for economic development, is the second largest contributor to global water pollution, accounting for approximately 20% of the contamination. The treatment of textile effluents, which contain large amounts of dyes and toxic substances, presents significant challenges due to their chemical complexity. Traditional approaches, such as physical and chemical methods, are often insufficient, highlighting the need for emerging technologies like nanotechnology, microbial biosorbents, and phytoremediation techniques. This review addresses the environmental impacts of these effluents and discusses both conventional methods and new technological alternatives for more efficient wastewater management, promoting environmental safety.

**Keywords:** textile effluents. water treatment. water pollution. environmental remediation. emerging Technologies.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o rápido crescimento da população e o aumento do poder de compra, que têm intensificado a industrialização ocasionaram em problemas relacionados à poluição da água, tornando-se uma preocupação ambiental e de saúde pública nos últimos anos (Islam, et al., 2023; Abrishami et al., 2024). A poluição da água está intrinsecamente ligada à escassez de água potável e à exposição a diversos produtos químicos e patógenos (Periyasamy, 2024).

A indústria têxtil é reconhecida por suas contribuições favoráveis para a economia e contribui para o desenvolvimento dos países (Tummino et al., 2023, Dutta et al., 2024). No entanto, ela é o setor que é responsável por aproximadamente 20% da poluição global da água, sendo como o segundo maior poluidor, perdendo para a indústria do petróleo (Mohamed e Ahmed, 2017; Periyasamy, 2024). O setor consome grandes volumes de água e reagentes químicos inorgânicos e orgânicos (Robinson et al., 2001). Mais de 70 milhões de toneladas de corantes são produzidos mundialmente, sendo 10.000 toneladas consumidas nas indústrias têxteis (Chandanshive et al., 2020).

O tratamento de águas residuais contendo corantes têxteis é uma questão de grande relevância ambiental e industrial. Esses efluentes, devido à sua complexa composição química e à presença de compostos tóxicos, representam um desafio significativo para o tratamento adequado. O tratamento de efluentes contendo corantes têxteis é realizado por meio de diversas abordagens, incluindo métodos físicos, químicos, biológicos. As opções de tratamentos convencionais têm se mostrado ineficaz, abrindo espaço para as tecnologias emergentes. Entre as soluções mais recentes destacam-se o uso de nanotecnologia, biossorbentes de origem microbiana, biofilmes, engenharia genética, técnicas de fitorremediação assistida por microrganismos, entre outras (Al-Tohamy, et al., 2022; Tripathi et al., 2023; Lima et al., 2024). Com base nessa premissa, esta revisão oferecerá uma análise detalhada dos impactos negativos das águas residuais têxteis contendo corantes sobre os ecossistemas naturais e organismos vivos. Além disso, serão discutidas as diferentes abordagens de tratamento, tanto convencionais quanto as novas tecnológicas.

## 2. ESTADO DA ARTE

### 2.1. EFLUENTES TÊXTEIS E OS IMPACTOS NA POLUIÇÃO DA ÁGUA

Efluentes têxteis são águas residuais proveniente de indústrias de produção de roupas que são descartadas no meio ambiente, impactando na poluição da água. São resíduos altamente contaminantes, por conter produtos químicos com alto teor de toxicidade. (Christian et al., 2024). Um dos principais contaminantes dos efluentes têxteis é o hidrossulfeto que devido a sua grande concentração de oxigênio, prejudica os corpos d'água, consequentemente bloqueando a passagem da luz solar na água. (Khan et al., 2023). Portanto, o efluente têxtil quando descartado em corpos d'água de forma incorreta resulta em grande impacto ambiental reduzindo os níveis de oxigênio dissolvido e o aumento das atividades heterotróficas, consequentemente a diversidade aquática. Esses mesmos problemas ao ter contato com humanos, também resulta desequilíbrio na saúde humana, causando problemas respiratórios, náusea, diarreia, gastrite quando inalado (Sudarshan et al., 2023).

Em estudos de pesquisas foram descobertos e avaliados que os efluentes têxteis além de conter uma grande quantidade de corantes tóxicos, nos mesmos estão inseridos valores altos de chumbo, arsênio, cromo, cádmio, mercúrio. Esses metais pesados são encontrados em diversos corantes para tinturaria de roupas conforme descrito na tabela 1. Os resíduos de efluente têxteis torna uma grande preocupação poluindo a água e o meio ambiente, principalmente por se tratar de produtos tóxicos permanecendo em água e solo por muito tempo, causando alteração no solo, riscos à saúde aquática e humana. (Al-Tohamy et al., 2022).

Tabela 1. corantes têxteis e metais pesados.

Corante Textil	Cor Tipo	Metais Presente	Aplicação	Impacto Ambiental
Vermelho de Mercúrio	Vermelho	Mercúrio	Tecido e pintura	Altamente tóxico e pode causar contaminação duradoura e difícil de remediar nos corpos d'água
Vermelho Ácido Laranja	Laranja/Vermelho	Arsênio	Tecidos sintéticos e naturais	Coloca em risco a saúde humana e animal devido à sua alta toxicidade

Corante Textil	Cor Tipo	Metais Presente	Aplicação	Impacto Ambiental
<b>Verde de cádmio</b>	Verde	Cádmio	Em tecidos industriais e plásticos	Pode se bioacumular ao longo da cadeia alimentar, causando efeitos crônicos e irreversíveis
<b>Amarelo Cromo</b>	Amarelo	Cromo (VI)	Tingimento de tecidos sintéticos e no tratamento de couro	Altamente tóxico, potencialmente carcinogênico e resistente à degradação no ambiente
<b>Vermelho Chumbo</b>	Vermelho	Chumbo	Tingimento de tecidos resistentes e decoração	neurotóxico e bioacumulativo, com capacidade de se infiltrar

Fonte: Autoria própria

## 2.2. TECNOLOGIAS TRADICIONAIS DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

A preservação do meio ambiente é uma questão de grande preocupação mundial principalmente no que se refere a efluentes têxteis.

O tratamento desses efluentes é uma etapa crucial para tentar amenizar os impactos ambientais associados a indústria têxtil, esse tratamento pode envolver uma combinação de técnicas físicas, químicas e biológicas para remover poluentes e substâncias tóxicas dos efluentes.

Desse modo muitas pesquisas têm-se concentrado em aumentar a eficiência das tecnologias conhecidas, tornando os métodos mais sustentáveis. Os corantes sintéticos presentes nos efluentes têxteis não podem ser destruídos nos tratamentos de águas residuárias convencionais e, conseqüentemente, surge urgentemente um desafio, que é o desenvolvimento de novas tecnologias ecologicamente corretas, capaz de mineralizar completamente esses compostos (Brillas; Martínez-Huttel, 2015; Mehrjouei et al., 2015).

Com relação as etapas de tratamentos utilizados, conforme descritos na tabela 2, os biológicos quando comparado aos tratamentos químicos e físicos são geralmente alternativas melhores para a remoção de corantes sintéticos das águas residuárias, por possuírem menor custo de tratamento, alta eficiência e gerar menos poluição secundária (Tan Et Al., 2016).

Tabela 2. Etapas no Tratamento de Efluentes da Indústria Têxtil

Etapa	Descrição
<b>1. Coagulação/ Floculação</b>	Adição de produtos químicos (coagulantes e floculantes) que auxiliam na aglomeração de partículas sólidas em suspensão para facilitar sua remoção.
<b>2. Decantação</b>	Processo de sedimentação em que as partículas aglomeradas na etapa anterior se depositam no fundo de tanques, separando-se da água.
<b>3. Filtração</b>	Remoção de sólidos suspensos através de filtros físicos, como areia, carvão ativado ou membranas.
<b>4. Tratamento Biológico</b>	Utilização de microrganismos para decompor matéria orgânica presente nos efluentes, frequentemente feito em lodos ativados ou reatores biológicos.
<b>5. Oxidação Química</b>	Aplicação de produtos oxidantes (como cloro, ozônio ou peróxido de hidrogênio) para degradar compostos orgânicos e corantes presentes na água.
<b>6. Adsorção (Carvão Ativado)</b>	Uso de carvão ativado para adsorver compostos orgânicos, metais pesados e outros poluentes.
<b>7. Tratamento Físico-Químico</b>	Processos como precipitação química, neutralização, e ajuste de pH, que ajudam na remoção de metais pesados e outros contaminantes.
<b>8. Osmose Reversa</b>	Filtração de alta pressão através de membranas, removendo contaminantes dissolvidos, incluindo sais e metais pesados.
<b>9. Desinfecção</b>	Eliminação de microrganismos patogênicos utilizando produtos como cloro, ozônio ou radiação ultravioleta.
<b>10. Secagem de Lodo</b>	O lodo gerado nas etapas de decantação e tratamento biológico é desidratado e seco para facilitar seu descarte ou aproveitamento.
<b>11. Reuso ou Destinação Final</b>	Após o tratamento, o efluente pode ser reutilizado em processos industriais ou ser lançado de forma segura no meio ambiente, de acordo com a legislação.

Fonte: Autoria própria

Levando em consideração um ponto importante a ser considerado durante o tratamento do efluente têxtil e a possibilidade da adição de um tratamento adicional para a água de reuso, onde, se os padrões de qualidade permitirem, a água tratada pode ser reaproveitada para determinados fins, como irrigação ou mesmo para alguns processos industriais, contribuindo para a indústria e contribuindo para a sustentabilidade.

## 2.3. REMEDIAÇÃO AMBIENTAL: DESAFIOS E SOLUÇÕES

Os tratamentos biológicos baseiam-se na biorremediação, ou seja, um determinado micro-organismo pode transformar diferentes substâncias químicas tóxicas em formas menos nocivas. Esse sistema baseia-se principalmente, na biotransformação promovida por diferentes tipos de enzimas, produzidas pelos mais diversificados tipos de microrganismos que podem ser utilizados nesses processos de degradação (Saratale Et Al., 2011).

A remediação ambiental refere-se ao conjunto de técnicas, métodos e processos aplicados para restaurar ambientes naturais que foram contaminados ou degradados devido a ação humana, como a poluição de solos, águas superficiais, subterrâneas e a atmosfera. O objetivo central da remediação é mitigar ou remover poluentes, seja por métodos físicos, químicos, biológicos ou uma combinação destes, de forma a restaurar o equilíbrio ecológico e assegurar que os ambientes afetados possam ser utilizados de forma segura e sustentável.

Ao considerar que as técnicas de remediação tradicionais mais comuns como a lavagem do solo, recuperação e tratamento de água subterrânea, remediação por processos químicos, etc. requerem investimentos iniciais elevados e podem causar uma série de impactos negativos no meio ambiente, o desenvolvimento de estudos relacionados a técnicas de remediação in-site, como os processos biológicos de biorremediação e fitorremediação, estabelece novas alternativas para o tratamento de áreas contaminadas por substâncias de origem orgânica e inorgânica (Schianetz,1999).

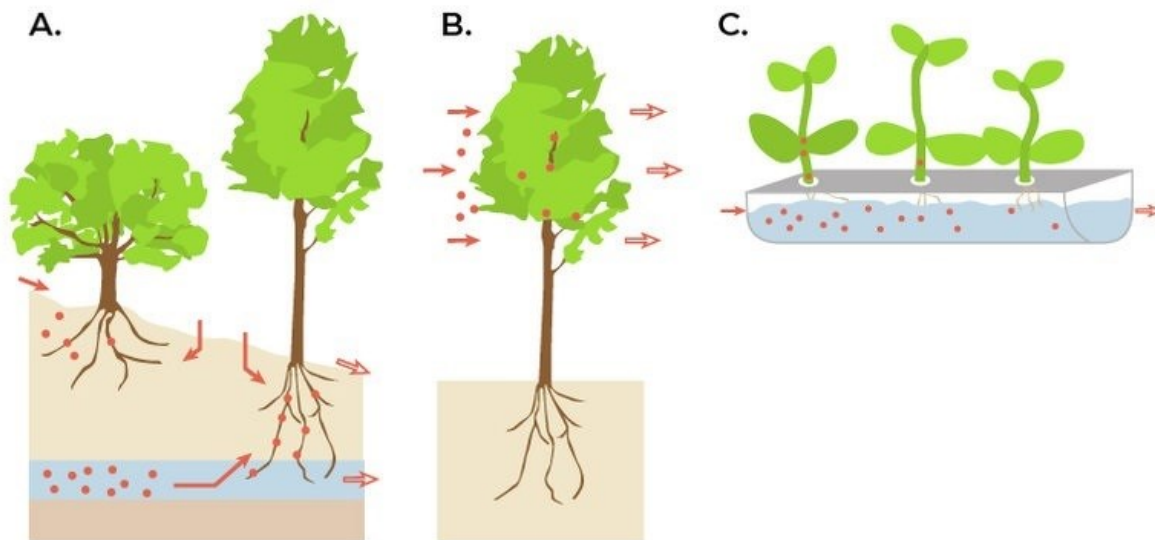
As técnicas de remediação variam conforme o tipo e a extensão da contaminação, a biorremediação é um processo biológico que utiliza microrganismos (bactérias e fungos) que degradam ou metabolizam os poluentes presentes nos efluentes. Essa técnica é eficaz no tratamento de matéria orgânica e certos contaminantes químicos. É amplamente utilizada em áreas contaminadas para recuperar a qualidade da água.

A fitorremediação é um outro tipo de processo biológico que utiliza as plantas como agentes remediadores, tendo por objetivos reduzir os teores de contaminantes a níveis considerados seguros para a saúde humana e qualidade ambiental e limitar a disseminação destes elementos no ambiente (Andrade, Tavares e Mahler, 2027; EPA, 2000).

Essa técnica pode ser aplicada para reduzir as concentrações e efeitos tóxicos de contaminantes no solo, na água ou na atmosfera (Figura 1). No solo as plantas podem ser usadas como uma barreira hidráulica, evitando o escoamento superficial do poluente para regiões mais baixas do relevo. Já no meio aquático, as plantas podem ser usadas na filtragem

de água através de suas raízes. No ar essas plantas podem ser usadas como uma barreira para evitar a dispersão de partículas pelo ar, realizando um processo de filtragem do ar.

Figura 1. Plantas como barreira ou controle hidráulico (A), plantas na filtração de partículas do ar (B) e plantas na filtragem de poluentes na água (C). (Adaptado de Pilon-Smits, 2005).



## 2.4. TECNOLOGIAS EMERGENTES NO TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS

Diante da ineficácia dos métodos convencionais de tratamento de efluentes têxteis, as tecnologias emergentes têm se destacado como promissoras, estão sendo desenvolvidas e aplicadas para superar as limitações das abordagens tradicionais.

Estas inovações oferecem soluções mais eficazes, sustentáveis e eficientes para tratar esses efluentes mais complexos.

Vamos destacar essas inovações tecnológicas, levando em consideração seus funcionamentos, vantagens e desafios de cada uma:

### A) Nanotecnologia

- Funcionamento: Tem-se usado nano partículas para absorver ou catalisar a degradação de corantes nos efluentes. Nanopartículas de óxido de metal, como  $TiO_2$  e  $Zn$ , têm sido usadas para promover reações fotocatalíticas que degradam corantes.
- Vantagens: Apresenta uma alta eficácia na remoção de corantes de resíduos secundários.
- Desafios: Essa tecnologia tem um custo muito elevado e necessita de estudos mais detalhado sobre o impacto ambiental das nanopartículas.



#### **B) Biosorventes Microbianos**

- Funcionamento: Nessa tecnologia usa-se micro-organismos ou biomassa para absorver e metabolizar poluentes orgânicos e inorgânicos. Microrganismos específicos, como algas e fungos, podem capturar corantes e metais pesados de forma eficaz.
- Vantagens: Tecnologia de baixo custo, sustentável e ecológica.
- Desafios: Adaptáveis para grandes volumes de efluentes e manutenção da eficiência em diferentes condições de operações.

#### **C) Fitorremediação Assistida por Microrganismos**

- Funcionamento: Manuseio de plantas associadas a micro-organismos para absorver, concentrar e transformar poluentes em compostos menos tóxicos.
- Vantagens: É uma solução natural, de baixo custo e que promove a restauração do ambiente.
- Desafios: Método lento e restrições quanto à aplicação em grandes volumes de efluentes.

#### **D) Processos Eletroquímicos Avançados**

- Funcionamento: Utilização de técnicas como a eletrocoagulação e eletro-oxidação que utilizam correntes elétricas para precipitar e oxidar poluentes existentes nos rejeitos.
- Vantagens: Apresenta uma alta eficácia na remoção de uma ampla gama de poluentes, incluindo metais pesados.
- Desafios: Tem um alto consumo de energia e uma necessidade de infraestrutura específica.

## **2.5. INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS E ABORDAGENS SUSTENTÁVEIS**

A integração de tecnologia tradicionais e emergentes, associada a uma abordagem sustentável, tem se apresentado como uma estratégia promissora para tratamento de resíduos têxteis.

Em seguida, será detalhada algumas abordagens para promover a sustentabilidade no tratamento de resíduos:

### **1) Tratamento em Múltiplas Etapas**

Combinação de tecnologias, a integração de métodos tradicionais (como coagulação-floculação) com técnicas emergentes (como processos fotocatalíticos e Biosorventes) permitem um tratamento mais eficiente, visando à extração completa dos poluentes. Podemos dar como exemplo um sistema que utiliza coagulação para remover sólidos suspensos, seguido de um processo de adsorção com carvão ativado para eliminar compostos orgânicos e um tratamento final com fotocatalise pode melhorar a eficiência.

#### 2) Uso de Fontes de Energia Renováveis

Podemos destacar a energia solar, utilizada para processos de fotocatalise que pode reduzir os custos de operação e tornar um ciclo de tratamento mais sustentável. Outra fonte seria o biogás gerado em processos anaeróbicos que pode ser aproveitado para geração de energia, produzindo um ciclo de tratamento sustentável.

#### 3) Reutilização de Água e Reciclagem de Resíduos

Uma forma sustentável seria a reutilização de água tratada na própria indústria têxtil, pois reduziria a demanda por água nova. Outra reutilização seria o aproveitamento de resíduos, podemos destacar o lodo gerado em tratamentos biológicos podendo ser usado como adubo ou fonte de energia, transformando um subproduto em um recurso útil.

#### 4) Economia Circular

As indústrias têxteis podem promover uma economia circular dentro da própria empresa de forma que possam diminuir os resíduos de efluentes e reaproveita-los no processo produtivo, aumentando a sustentabilidade das operações, por exemplo, tratando os efluentes e reutilizando os corantes e produtos químicos recuperados em novos ciclos de produção.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da população e o aumento da industrialização têm-se intensificado a poluição hídrica, gerando grande impacto ambiental e na saúde pública.

A indústria têxtil tem grande importância para o desenvolvimento econômico, porém é a segunda maior responsável pela poluição global da água perdendo apenas para a indústria do petróleo, com isso se faz necessário exigir abordagens mais eficazes para o tratamento dessas águas residuais.

As tecnologias tradicionais, embora amplamente usadas, têm limitações claras, especialmente no tratamento de compostos tóxicos. Isso abre espaço para o desenvolvimento

e aplicação de tecnologias emergentes mais eficazes, como as baseadas em nanotecnologia e Biosorventes. Apesar disso, os métodos convencionais ainda são a base do tratamento inicial e podem ser complementados com técnicas mais avançadas.

Apesar da legislação brasileira oferecer medidas legais para gestão desses resíduos, enfrentamos muitas vezes barreiras na implementação e no seu cumprimento. Deste modo esse estado da arte, visa a importância de um gerenciamento adequado dos efluentes têxtil, um tratamento eficaz com tecnologias capazes de amenizar esses impactos no meio ambiente e conseqüentemente na saúde humana.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), a professora Eliana Cristina Barreto Monteiro e ao professor Ângelo Just da Costa e Silva pela orientação e todo suporte a esta revisão.

## REFERÊNCIAS

- ABRISHAMI, Shayan et al. Reciclagem e Recuperação Têxtil: Uma Perspectiva Ecológica sobre os Desafios das Indústrias Têxtil e de Vestuário. **Jornal de Pesquisa Têxtil**, p. 00405175241247806, 2024.
- AL-TOHAMY, Rania et al. A critical review on the treatment of dye-containing wastewater: Ecotoxicological and health concerns of textile dyes and possible remediation approaches for environmental safety. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 231, p. 113160, 2022.
- ANDRADE, J. C. M.; TAVARES, S. R.; MAHLER, C. F. **Fitorremediação**: O uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 176 p.
- BRILLAS, E.; MARTÍNEZ-HUTTLE, C. A. Decontamination of wastewaters containing synthetic organic dyes by electrochemical methods. An update review. **Applied Catalysis B: Environmental**, v. 166-167, p. 203-643, 2015.
- CHANDANSHIVE, Vishal et al. In situ textile wastewater treatment in high rate transpiration system furrows planted with aquatic macrophytes and floating phytobeds. **Chemosphere**, v. 252, p. 126513, 2020.
- CHRISTIAN, Dipti et al. Recent techniques of textile industrial wastewater treatment: a review. **Materials Today: Proceedings**, v. 77, p. 277-285, 2023.
- DUTTA, Sohini et al. Contamination of textile dyes in aquatic environment: Adverse impacts on aquatic ecosystem and human health, and its management using bioremediation. **Journal of Environmental Management**, v. 353, p. 120103, 2024.

- ISLAM, Tarekul et al. Impact of textile dyes on health and ecosystem: A review of structure, causes, and potential solutions. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 4, p. 9207-9242, 2023.
- KHAN, Waseem Ullah et al. A critical review of hazardous waste generation from textile industries and associated ecological impacts. **Journal of the Indian Chemical Society**, v. 100, n. 1, p. 100829, 2023.
- LIMA, A.F.S. et al., Biomassa Fúngica e resíduos de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) no tratamento eficiente e sustentável de efluente têxtil. **Tópicos Especiais em Engenharia: inovações e avanços tecnológicos**–Vol. 12. AYA Editora, 2024.
- MOHAMED, A. Hassaan; AHMED, E. Health and environmental impacts of dyes: Mini Review. **American Journal of Environmental Science and Engineering**, v. 1, n. 3, p. 64-67, 2017.
- PERIYASAMY, Aravin Prince. Recent advances in the remediation of textile-dye-containing wastewater: prioritizing human health and sustainable wastewater treatment. **Sustainability**, v. 16, n. 2, p. 495, 2024.
- PILON-SMITS, E. Phytoremediation. *Annual Revisions in Plant Biology*, v. 56, p. 15-39. 2005.
- ROBINSON, Tim et al. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. **Bioresource technology**, v. 77, n. 3, p. 247-255, 2001.
- SARATALE, R. G.; SARATALE, G. D.; CHANG, J. S.; GOVINDWAR, S. P. Bacterial decolorization and degradation of azo dyes: A review. **Journal of the Taiwan institute of Chemical Engineers**, v. 42, p. 138-157, 2011.
- SCHIANETZ, B. **Passivos ambientais: levantamento histórico avaliação da periculosidade e ações de recuperação**. Curitiba: SENAI, 1999. 205 p.
- SORNALY, Hafsa Hena et al. The utility of bioremediation approach over physicochemical methods to detoxify dyes discharges from textile effluents: A comprehensive review study. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 39, p. 101538, 2024.
- SUDARSHAN, Shanmugam et al. Impact of textile dyes on human health and bioremediation of textile industry effluent using microorganisms: current status and future prospects. **Journal of applied microbiology**, v. 134, n. 2, p. 1xac064, 2023.
- TAN, L.; HE, M.; SONG, L.; FU, X.; S. Aerobic decolorization, degradation and detoxification of azo dyes by a newly isolated salt-tolerant yeast *Scheffersomyces spartinae* TLHS-SF1. **Bioresource Technology**, v. 203, p. 287-294, 2016.

TUMMINO, Maria Laura et al. A glance at novel materials, from the textile world to environmental remediation. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 31, n. 7, p. 2826-2854, 2023.

TRIPATHI, Manikant et al. Recent strategies for the remediation of textile dyes from wastewater: a systematic review. **Toxics**, v. 11, n. 11, p. 940, 2023.

# CAPÍTULO XXXI

## UTILIZAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO NA VERIFICAÇÃO DA EUTROFIZAÇÃO DO AÇUDE PEDRAS BRANCAS, QUIXADÁ-CE

### USE OF REMOTE SENSING IN THE ASSESSMENT OF EUTROPHICATION IN PEDRAS BRANCAS RESERVOIR, QUIXADÁ-CE

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-31

João Pedro Castro Bezerra <sup>1</sup>

Michael Jackson Alves de Oliveira <sup>2</sup>

Daniela Lima Machado da Silva <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará - UFC, Campus Russas

<sup>2</sup> Graduando do curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará - UFC, Campus Russas

<sup>3</sup> Professora Adjunta na Universidade Federal do Ceará – UFC, Campus Russas

#### RESUMO

No sentido da gestão dos recursos hídricos e no controle de qualidade, o monitoramento da qualidade de água de um manancial ou reservatório é essencial na garantia do direito à água e no cumprimento das leis vigentes. O açude Pedras Brancas é o reservatório responsável pelo abastecimento do Município de Quixadá-CE. Diante dos desafios no manejo da água nas regiões de clima do semiárido, este trabalho tem como objetivo verificar a qualidade da água do reservatório através do sensoriamento remoto pelo índice NDVI - Normalized Difference Vegetation Index. A metodologia consistiu na coleta de imagens do satélite Landsat/OLI 8, em um período sem muitas interferências de nuvens, através do site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e na geração do índice NDVI através do software livre QGIS. Os valores obtidos do NDVI variaram entre 0,06 e 0,51, que indica a pouca ou nenhuma presença de macrófitas aquáticas ou vegetação na superfície do manancial que pudesse significar sua eutrofização.

**Palavras-chave:** Eutrofização. Sensoriamento remoto. Recursos hídricos.

#### ABSTRACT

In the realm of water resource management and quality control, monitoring the water quality of a spring or reservoir is crucial for ensuring access to clean water and adhering to relevant regulations. The Pedras Brancas dam serves as the primary water supply for the municipality of Quixadá in Ceará, Brazil. Given the challenges associated with water management in semi-arid regions, this study aims to evaluate the water quality of the reservoir using remote sensing techniques, specifically the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The methodology involved acquiring images from the Landsat/OLI 8 satellite during a period with minimal cloud cover, accessed through the United States Geological Survey (USGS) website. The NDVI index was then generated using the open-source software QGIS. The NDVI values obtained ranged from 0.06 to 0.51, indicating a low to negligible presence of aquatic macrophytes or surface vegetation, which suggests that eutrophication is not a significant concern at this time.

**Keywords:** Eutrophication. Remote Sensing. Water Resource Management.



## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional desordenado e o intenso processo de urbanização têm papel predominante no processo de poluição e degradação ambiental de florestas e rios. A atividade antrópica e o modo de vida geram resíduos que, se não destinados corretamente, acabam sendo depositados na natureza.

A poluição ambiental pode ser definida como a degradação do ambiente resultante de atividades que, direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar das populações (DERÍSIO, 2016). Além disso, o descarte inadequado de efluentes domésticos e industriais de maneira inadequada pode comprometer a qualidade do corpo hídrico.

No Brasil, a proteção ao meio ambiente é assegurada pela Constituição Brasileira através do art. 225, que garante o direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado. A lei 6.939/81 também estabelece instrumentos de gestão ambiental a fim de preservar e recuperar a qualidade ambiental do país. Referente aos recursos hídricos do país, apenas em 1997 foi aprovada a lei nº 9433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, a fim de assegurar a disponibilidade de água e prevenir contra eventos críticos.

A utilização da água para determinada finalidade não deve comprometer seu uso, bem como sua qualidade. Dessa forma, torna-se importante a implantação de métodos de monitoramento dos cursos hídricos, a fim de que seu manejo não prejudique o corpo hídrico. (STRIEDER et al., 2003 citado por ZANINI et al, 2009)

O represamento de mananciais aliado ao aporte de esgotos de origem doméstica e industrial auxiliam na eutrofização dos recursos hídricos (MOURA, et. al, 2009) . Ou seja, a má gestão pode comprometer a qualidade da água, bem como a fauna e flora associadas. Um dos sintomas da eutrofização das fontes de água é a proliferação de macrófitas aquáticas (MOURA, et al., 2009).

Para Barreto et. al (2013), conhecer a qualidade da água é indispensável para a gestão dos recursos hídricos. O controle da poluição e a gestão das classes de água são essenciais para garantir a qualidade de vida e o acesso a água de boa qualidade. Estes atributos possibilitam que processos mais acessíveis de tratamento de água possam ser utilizados no abastecimento e distribuição da água.

Em Quixadá, o Açude Pedras Brancas, pertencente à bacia hidrográfica do Banabuiú, é responsável pelo abastecimento de 100% da população do município (CAGECE, 2023). Dessa



forma, assegurando a qualidade da água durante sua captação, previne a necessidade de a mesma passar por diversos processos para garantir sua potabilidade.

Assim, o presente artigo busca trazer luz para o estado de conservação e saúde do Açude Pedras Brancas, bem como verificar a qualidade e abundância de vegetação em seus arredores. Espera-se que os resultados auxiliem os gestores e lideranças pertinentes na conformidade com o cumprimento da lei e desenvolvimento sustentável.

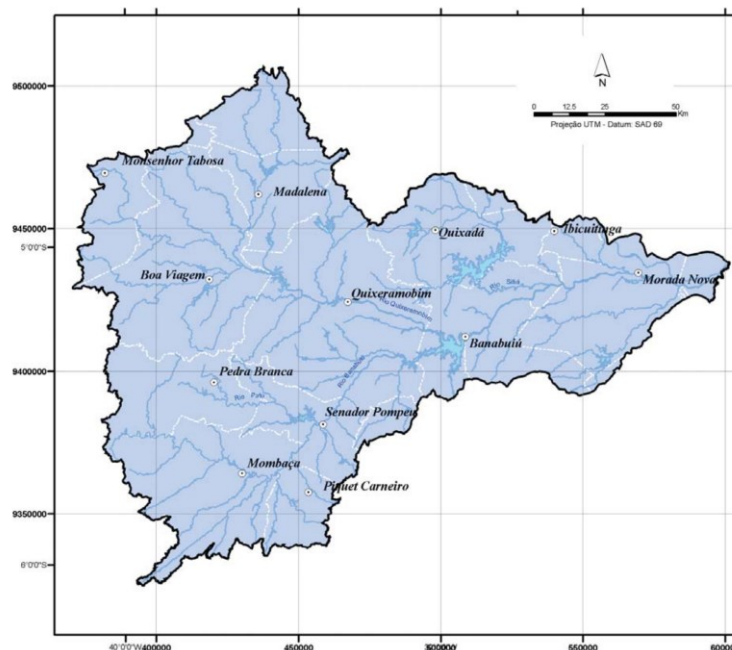
## 2. OBJETIVO

Identificar o grau de eutrofização do Açude Pedras Brancas, localizado no município de Quixadá, através do monitoramento de macrófitas aquáticas pelo uso de sensoriamento remoto e a saúde da vegetação de seu entorno.

## 3. METODOLOGIA

O município de Quixadá, no estado do Ceará, está localizado na macrorregião do Sertão Central e microrregião dos Sertões de Quixeramobim. Com aproximadamente 84.168 pessoas (IBGE, 2022), a cidade está a aproximadamente 169 km da capital do estado, Fortaleza. limita-se ao norte por Ibaretama, Choró e Itapiúna; ao sul, Quixeramobim e Banabuiú; ao leste, Morada Nova, Ibicuitinga e Ibaretama; e ao oeste, Choro e Quixeramobim.

Figura 12. Municípios da sub-bacia do Banabuiú e principais afluentes



Fonte: Pacto das águas, 2009.

O abastecimento de água do município é feito através da captação de água do Açude Pedras Brancas. O reservatório possui capacidade para acumular 434 milhões de metros cúbicos de água (DNOCS, 2020) e possui 160 milhões de metros cúbicos, equivalente a 35,2% de seu volume máximo (COGERH, 2024), sendo responsável pelo abastecimento da população do município de Quixadá-CE. A latitude do manancial ao sul é 5° 9' 0" e sua longitude a oeste é 38° 52' 43". O açude barra o curso do Rio Sitiá, afluente do Rio Banabuiú e pertencente à sub-bacia hidrográfica do rio Banabuiú.

Figura 13. Açude Pedras Brancas



Fonte: COGERH, 2021.

Imagens de satélite do Landsat-8/OLI de nível 2, que conta com nove bandas espectrais e correção atmosférica, foram utilizadas para geração do índice NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, em tradução livre). As imagens foram obtidas a partir do site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), no período correspondente a 28 de junho de 2024, devido à baixa ocorrência de nuvens e em uma data que representasse o atual estado da barragem.

Através do software livre QGIS, na versão 3.22, foi delimitado o município e posteriormente a área do manancial de interesse e, a partir disso, calculado o NDVI para indicar o nível de eutrofização da água. No cálculo do índice, utilizou-se das bandas do infravermelho próximo (NIR) e a banda do vermelho (RED), aplicadas na equação:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

A banda de infravermelho próximo equivale a banda 5 e a banda do vermelho equivale a banda 4 do satélite Landsat 8/OLI.

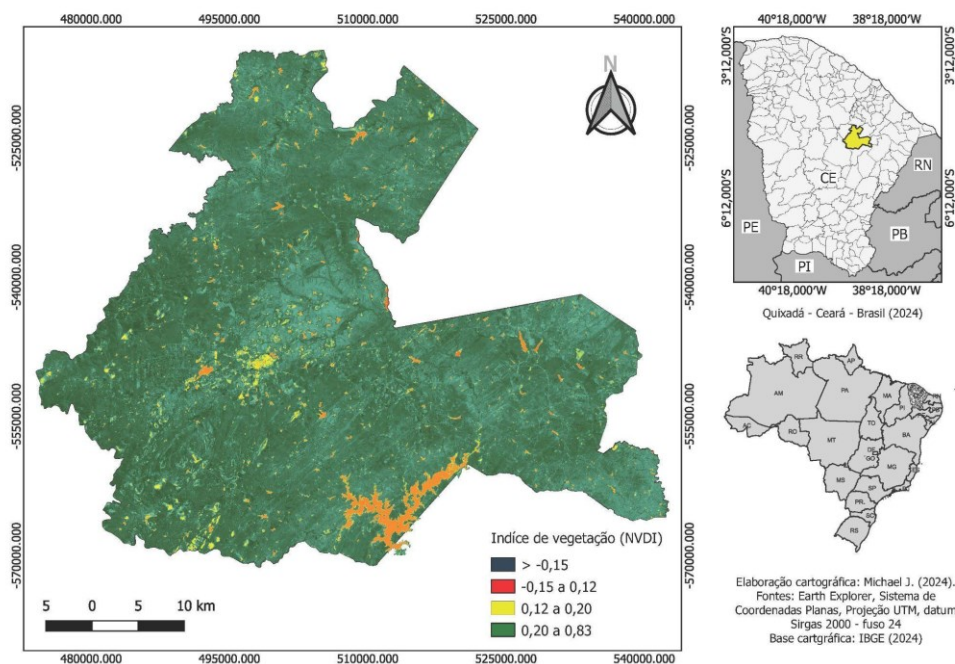
O NDVI é empregado para medir o índice de biomassa de uma região, constituído de valores que variam entre -1 a 1. Valores maiores que zero representam vegetação, enquanto valores negativos e ao redor de zero representam nuvens, solos nu ou sem vegetação e espelhos d'água. Em uma superfície com grande densidade de vegetação, o índice apresenta valor máximo de 0,833. (LIU, 2006; VENTURA, 2019).

Este parâmetro pode ser útil para mensurar a proliferação de macrófitas aquáticas, que podem infestar superfícies de lagos e superfícies de água represada e sua proliferação é comum em ambientes eutrofizados (MOURA, 2009).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, os valores do NDVI variam entre -1 a 1, sendo os valores abaixo de 0 relativos à presença de água, e valores acima de 0 para a presença de vegetação. Na figura 3 é possível observar a densidade da biomassa vegetal do município de Quixadá, com o manancial ao sul destacado na cor laranja.

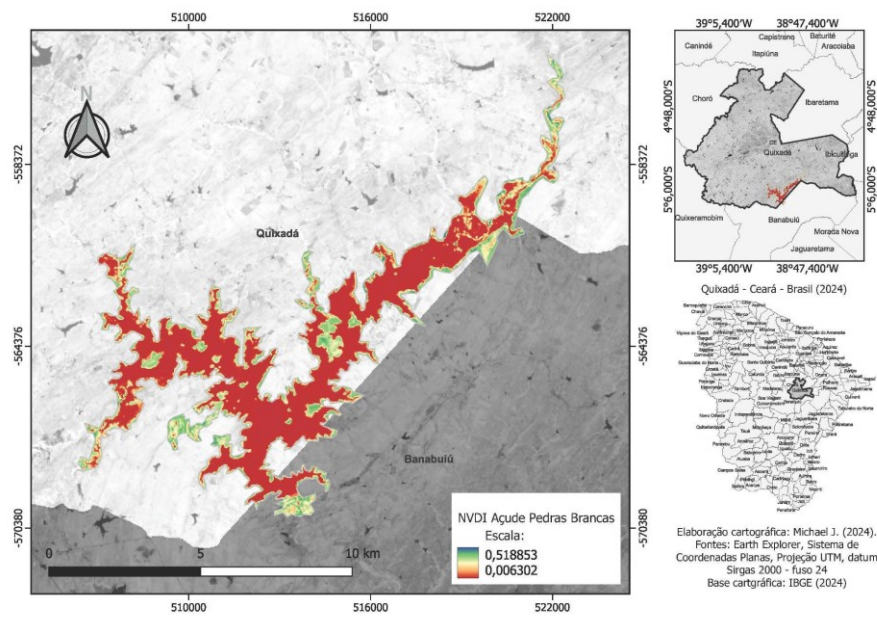
Figura 14. NDVI do Município de Quixadá



Fonte: Autoria Própria.

Na figura 4, a água é representada pela cor vermelha, enquanto a vegetação é representada pela cor verde mais intensa.

Figura 15. NDVI do Açude Pedras Brancas



Fonte: Autoria Própria.

Dessa forma, seguindo a delimitação do manancial, é possível perceber que a maior concentração de biomassa vegetal está localizada, em sua maioria, nas bordas e extremidades do corpo hídrico, com ocorrência ocasional em seu interior.

Segundo Minhoni et al. (2017), a maior concentração de macrófitas e de vegetação na superfície do açude pode ser decorrente do período de estiagem. O manancial está com 35,2% de sua capacidade, o que explicaria a baixa concentração de vegetação no interior, e uma maior concentração em suas extremidades, quando comparado com 2021, em que o volume correspondia a 15,4% da capacidade total (DNOCS, 2021).

Ademais, apesar de não apresentar características que indiquem algum estado de eutrofização, a água da barragem já havia sido caracterizada como em mau estado em estudos prévios (CAVALCANTE et al, 2019). Foi documentada a ocorrência de atividades antrópicas, como recreação e pesca no local de estudo, bem como práticas de poluição de origem antropogênica, como esgoto doméstico irregular e atividades agrícolas (BATISTA et al, 2019).

## 5. CONCLUSÃO

A utilização de softwares para sensoriamento remoto de grandes áreas de interesse pode facilitar o manejo e a correta utilização dos recursos hídricos, principalmente de regiões do clima semiárido brasileiro.

As atividades antrópicas podem ter grande papel na diminuição da qualidade e dos níveis de água, aumentando custos para tratamento da água captada para consumo humano e acelerando o processo de eutrofização dos corpos hídricos.

Diante dos resultados é possível perceber que o manancial apresenta pouco, ou nenhum, processo de eutrofização que seja caracterizado pelos métodos utilizados no presente artigo. No entanto, não omitem a necessidade de desenvolver ações que possam fiscalizar o grau de eutrofização e a qualidade da água represada, podendo servir de suporte na tomada de decisão em futuros projetos na região.

## REFERÊNCIAS

- BARRETO, L. V.; BARROS, F. M.; BONOMO, P.; ROCHA, F. A.; AMORIM, J. S. **Eutrofização em rios brasileiros**. Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer, v. 9, p. 2165-2179, 2013.
- BATISTA, A. C. de O. N et al. **Qualidade da água de dois açudes na bacia Banabuiú**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 30., 2019, Natal. Anais... Natal: ABES, 2019. p. 1 - 6.
- CAGECE. **Relatório anual para informação ao consumidor**. Quixadá: CAGECE. Disponível: [<https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/2022/03/Quixada.pdf>]. Acesso em: 24 jul. 2024.
- CAVALCANTE, J. F. et al. **Avaliação da qualidade da água do reservatório pedras brancas através da determinação do índice de estado trófico - IET**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 30., 2019, Natal. Anais... Natal: ABES, 2019. p. 1 - 12.
- DERISIO, JOSÉ CARLOS. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 5. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.
- DNOCS repova açude Pedras Brancas com 100 mil alevinos de tilápia**. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnocs/pt-br/assuntos/noticias/noticia-site-antigo-3587>>. Acesso em: 26 jul. 2024.
- MAIA, A.; COSTA, T.; CABRAL, N. **GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE DE EUTROFIZAÇÃO DO RIO COCÓ, EM FORTALEZA-CE**. Anais - CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 7 nov. 2023.
- MINHONI, R. T. A.; PINHEIRO, M. P. A.; FILGUEIRA, R.; ZIMBACK, C. R. L. **Sensoriamento Remoto aplicado ao monitoramento de macrófitas aquáticas no reservatório de Barra Bonita, SP**. Revista Irriga, Botucatu, v.22, n.2, p.330-343, 2017.

MOURA, M. A. M.; FRANCO, D. A. S.; MATALLO, M. B. **Manejo integrado de macrófitas aquáticas**. Divulgação técnica. Biológico, São Paulo, v. 71, n. 1, 2009. p. 77-82.

SANTOS, Bruno Eduardo Pereira dos; SOARES, Larissa Ribas de Lima; OLIVEIRA, Edmar. **USO DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA ANÁLISE DO POTENCIAL ENERGÉTICO DA BIOMASSA FLORESTAL**. Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas FAIT. 2021.

SILVA, J. G. M.; QUINTANILHA, J. A.; GROHMANN, C. H.; COSTA, D. R.; COSTA, J. D. M.; SILVA, J. M. S. **Distribuição da Biomassa vegetal e sequestro de carbono na sub-bacia do Rio Pirajibu no município de Sorocaba/SP**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 16, n. 3, p. 1647 – 1656, 2023.

**Sistema Hídrico Pedras Brancas tem operação de alocação definida para 2024.2** - COGERH. Disponível em: <<https://portal.cogerh.com.br/sistema-hidrico-pedras-brancas-tem-operacao-de-alocacao-definida-para-2024-2/>>. Acesso em: 31 jul. 2024.

VENTURA, S. J., Miranda, L. C., & Silva, E. V. da. (2019). **Índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) no médio curso do Rio Ceará**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, 10 (1), 252-261.

ZANINI, H. L. H. T.; AMARAL, L. A.; ZANINI, J. R.; TAVARES, L. H. R. **Caracterização da água da microbacia do córrego Rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico**. Engenharia Agrícola, v. 30, p. 732-741, 2010.



## UMA REFLEXÃO SOBRE A CONSERVAÇÃO DE FRAGMENTOS DE ÁREAS VERDES NA NATUREZA PRIVADA DOS CONDOMÍNIOS COMO ABRIGO PARA A ORNITOFAUNA

### A THOUGHT ON THE CONSERVATION OF FRAGMENTS OF GREEN AREAS IN THE PRIVATE NATURE OF CONDOMINIUMS AS A HABITAT FOR THE BIRDLIFE

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-32

Valéria dos Santos Moraes-Ornellas<sup>1</sup>  
Ricardo Bastos Ornellas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professora Adjunta da Faculdade de Etnodiversidade. Coordenadora do Grupo de Etnoecologia Amazônica. Universidade Federal do Pará - UFPA

<sup>2</sup> Especialista em Projetos Sustentáveis e Inovações Ambientais do Grupo de Etnoecologia Amazônica. Universidade Federal do Pará – UFPA

#### RESUMO

Fragmentos de áreas verdes podem funcionar como abrigo para espécies da fauna, sendo importante compreender os mecanismos ecológicos que os caracterizam. O presente trabalho propõe uma reflexão construída a partir de dados coletados sobre as aves de um condomínio em Teresópolis - RJ, os quais foram comparados com uma lista obtida por Emílio Goeldi no final do século XIX. A área de estudo faz parte do maciço da Serra dos Órgãos, uma importante reserva de fauna e flora, que é sede de algumas Unidades de Conservação. As espécies registradas em um ano de residência no local, em 2018/2019, foram confrontadas com a listagem construída pelo naturalista, quando ele morou na região. Além do que, a fim de se construir uma reflexão sobre a relevância ecológica da natureza privada dos condomínios, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em torno do assunto em trabalhos publicados, entre 2020 e 2024. Inferências puderam ser estabelecidas a partir de aves observadas que não apareceram na pesquisa de Goeldi. Quatro espécies em particular constituíram-se de registros inéditos para a Serra dos Órgãos: *Anas bahamensis*, *Aegolius harrisii*, *Tachycineta albiventer* e *Ramphastos toco*. Pode-se perceber a importância de estudos diversificados sendo realizados em uma mesma região, os quais produzem dados complementares e que se adicionam uns aos outros. Além do que, contata-se que, apesar de compor abrigo para espécies da fauna nativa, os moradores dos condomínios precisam de sensibilização ambiental, para que aprendam a cuidar com mais consciência da natureza privada onde estão.

**Palavras-chave:** Biologia da Conservação. Ornitologia. Antropização. Relação Humano-Fauna. Mata Atlântica.

#### ABSTRACT

Fragments of green areas can serve as shelters for wildlife species, and it is important to understand the ecological mechanisms that characterize them. This paper proposes a reflection based on data collected on the birds of a condominium in Teresópolis - RJ, which were compared with a list obtained by Emílio Goeldi at the end of the 19th century. The study area is part of the Serra dos Órgãos massif, an important fauna and flora reserve which is home to a number of conservation units. The species recorded in one year of residence at the site, in 2018/2019, were compared with the list produced by the naturalist when he lived in the region. In addition, in order to build a reflection on the ecological relevance of the private nature of condominiums, bibliographical research on the subject was performed in works published between 2020 and 2024. Inferences could be drawn from the birds observed that did not appear in Goeldi's research. Four species in particular were unpublished records for the Serra dos Órgãos: *Anas bahamensis*, *Aegolius harrisii*, *Tachycineta albiventer* and *Ramphastos toco*. We can see the importance of diverse studies being carried out in the same region, which produce complementary data and add to each other. Furthermore, despite providing shelter for species of native fauna, the residents of the condominiums need to be made more aware of the environment, so that they learn to care more consciously for the private nature in which they live.

**Keywords:** Conservation Biology. Ornithology. Anthropization. Human-Fauna Relations. Atlantic Forest.



## 1. INTRODUÇÃO

Fragmentos de vegetação podem servir de corredores de biodiversidade, mesmo dentro de grandes cidades, apesar do contato com a fauna sinantrópica de áreas transformadas por ações humanas e aos altos teores de impureza dos corpos-d'água (OLIVEIRA; FORTES, 2022). Em meio a pressões e impactos do processo de expansão das cidades, responsável pela fragmentação e isolamento dos remanescentes vegetais, a integração entre Unidades de Conservação e demais áreas verdes tem sido considerada tarefa central para a conservação das espécies (ALMEIDA; SANTOS, 2020). Por esse motivo, traçados de rotas constituídas por corredores ecológicos, que interligam fragmentos florestais e Unidades de Conservação, são ferramentas imprescindíveis para a mitigação dos efeitos da fragmentação de habitats (MIRANDA *et al.*, 2023).

Na região da Mata Atlântica do Rio de Janeiro, a Serra dos Órgãos, por ser um grande maciço montanhoso, no qual estão inseridas importantes Unidades de Conservação, é interessante objeto para estudos em torno de tais questões. O Parque Nacional da Serra dos Órgãos e o Parque Estadual dos Três Picos, são “responsáveis pela preservação de mais de 60.000 hectares de matas serranas e campos de altitude” (MALLETT-RODRIGUES, 2009, p. 4). Portanto, a área consiste em importante reserva da fauna e flora do bioma Mata Atlântica. Por este motivo, desde a construção da estrada que liga o Rio de Janeiro a Teresópolis, em 1959, a Serra dos Órgãos tem sido bastante frequentada por ornitólogos e turistas (MALLETT-RODRIGUES; PARRINI; PACHECO, 2007). Duas IBAs – Áreas Importantes para Aves existem na região – a IBA da Serra dos Órgãos e a IBA da Região Serrana do Rio de Janeiro (DEVELEY; GOERCK, 2009).

Ambas as Unidades de Conservação já mencionadas têm parte de seus territórios em Teresópolis. Dentro do município, existem também a APA Bacia do Rio dos Frades, a Estação Ecológica Paraíso e a APA Floresta do Jacarandá, totalizando 15.120 ha (MALLETT-RODRIGUES; PARRINI; PACHECO, 2007). Além disso, o Decreto n. 3.693/2009 cria o Parque Natural Municipal das Montanhas de Teresópolis, com área de 4.397 ha. O município é ainda rico em fragmentos de floresta causados pela ocupação antrópica. Parte desta vegetação fragmentada se encontra em condomínios residenciais, pois Teresópolis é frequentada por população flutuante, originária em grande proporção do Rio de Janeiro.

Durante a residência de um ano em um condomínio situado na mesma região, foram efetuadas observações de aves e mamíferos. A lista de aves em particular foi então comparada com a tabela apresentada por Mallet-Rodrigues (2009), na qual ele lista espécies coletadas por Emilio Goeldi na mesma localidade. O pesquisador ali viveu, entre agosto de 1891 e agosto de 1894, período em que escreveu o livro *As Aves do Brasil*. Um total de 167 espécies de aves da região foram incluídas na obra, ou seja, mais de um terço das 458 espécies relatadas para a Serra dos Órgãos (MALLET-RODRIGUES; PARRINI; PACHECO, 2007). O presente trabalho discute resultados da análise comparativa, articulando um raciocínio em torno do conceito de natureza privada, o qual se aplica a fragmentos florestais e outros ecossistemas localizados em condomínios. São propostas inferências que talvez possam orientar o desenho de novas pesquisas experimentais em torno da avifauna da região da Serra dos Órgãos, bem como de estratégias de ecopedagogia desenhadas para os donos de propriedades condominiais.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O condomínio Retiro da Serra está localizado no km 6,5 da Estrada Santa Rita, Colônia Alpina, Teresópolis - RJ. Ele tem estrutura de clube, com quadras esportivas, pousada, restaurante e residências individuais. Sua área é composta por terras da antiga Fazenda Alpina, estando situada em área que possivelmente tenha sido amostrada por Emílio Goeldi. Atualmente, muitas das casas ali presentes são de alto padrão e contém ajardinamentos, recantos e piscinas. Trata-se de um condomínio bastante arborizado, onde remanescentes de vegetação secundária coexistem com espécies exóticas e/ou ornamentais introduzidas. Há também um lago criado por represamento de um braço de rio que atravessa o Retiro. A maioria das casas permanece muito tempo fechada, havendo maior afluxo dos proprietários em alguns finais de semana, feriados, mês de julho e férias de verão.

As observações foram realizadas entre 15 de agosto de 2018 e 2 de agosto de 2019, quando os autores residiram no local. Fez-se uso de binóculos para as observações diárias, além de identificação sonora sempre que possível. As notificações foram obtidas tanto nos arredores da residência em que se permanecia, quanto ao longo de trajetos realizados dentro do condomínio. Os dados são qualitativos e as amostragens não probabilísticas. A lista de espécies foi comparada com a lista obtida por Emílio Goeldi na Colônia Alpina no final do século XIX. A partir desta comparação, selecionaram-se as espécies que não foram verificadas

pelo naturalista. Procedeu-se a seguir a uma análise desta listagem circunstanciada por resultados de outras pesquisas ornitológicas realizadas na região da Serra dos Órgãos.

Visando desenvolver uma reflexão sobre a importância ecológica e sociocultural de condomínios como o que foi estudado, foi feita ainda uma pesquisa bibliográfica no Scholar Google. Foram usados os seguintes termos de busca: “aves em condomínios”, “aves em residenciais turísticos” e “birds in condominium”. O período demarcado para a pesquisa foi a partir do ano 2020. Foram analisados os resultados das 10 primeiras páginas do mecanismo de busca, para cada um dos termos, sendo selecionados para leitura somente artigos publicados em revistas científicas. De um total de 300 trabalhos localizados, analisaram-se cinco trabalhos, os quais tratavam de algum aspecto ecológico ou comportamental de aves em vida livre em ambientes de condomínios. As leituras deles deram embasamento a um referencial teórico utilizado para a construção da reflexão em torno da natureza privada como abrigo para a avifauna. Considera-se que essa pesquisa bibliográfica não é exaustiva, fornecendo apenas uma base teórica preliminar para a construção de um raciocínio inicial sobre o assunto em questão.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. AVES NO RETIRO DA SERRA

Emílio Goeldi observou e/ou coletou exemplares pertencentes a 167 espécies de aves na Colônia Alpina (MALLET-RODRIGUES, 2009). Os autores do presente estudo notificaram a ocorrência de 57 espécies no Retiro da Serra. Quatorze delas não foram registradas nos estudos de Goeldi. As outras 110 espécies que ele encontrou no bairro não foram avistadas no condomínio por diferentes motivos. Um deles é que o naturalista morou na região entre os anos de 1891 e 1894, quando a vegetação estava certamente em um estado de conservação diferente do atual. Além do que, ele deve ter amostrado uma área mais extensa e diversificada em habitats, pois sua estadia na região foi mais longa. O Retiro da Serra está bastante antropizado, além do que, chuvas intensas, em janeiro de 2011, fragilizaram os solos, desolando a região (PENHA; FARIAS, 2015).

A regeneração vegetativa na área do condomínio é notável, no entanto. De qualquer forma, aves que precisam de florestas contínuas não estão ali presentes. É o caso de *Penelope superciliaris*, *Campephilus robustus*, *Attila rufus*, *Phibalura flavirostris*, dentre outras espécies registradas por Goeldi, mas ausentes da lista obtida no condomínio. Outras formas que ele

encontrou, não dispõem de habitats para sua permanência no Retiro da Serra. *Gallinago paraguayae* e *G. undulata* geralmente estão associados a ambientes úmidos e pantanosos (BERLO, 2009). O condomínio tem um lago com alguma vegetação aquática, mas sem os bancos arenosos e/ou lodosos que estes escolopácídeos costumam frequentar. Vários Passeriformes registrados por Emilio Goeldi não foram vistos no condomínio, mas são mencionados para o maciço da Serra dos Órgãos por Mallet-Rodrigues, Parrini e Pacheco (2007) e/ou Mallet-Rodrigues e Noronha (2009).

A ocorrência de espécies no condomínio que não estão na lista de Goeldi gera algumas inferências. A presença de *Vanellus chilensis* se deve aos jardins das casas, o que talvez não estivesse muito disponível no final do século XIX na região. A ocorrência de *Penelope obscura* na área atualmente também chama atenção, já que Goeldi havia apenas assinalado *P. superciliaris* e *Aburria jacutinga*. Ambas são formas mais exigentes da família Cracidae, as quais foram substituídas localmente pela mais resiliente *P. obscura*. *A. jacutinga* é citada como provavelmente extinta na região (MALLET-RODRIGUES; PARRINI; PACHECO, 2007). Mas, os registros mais notáveis aqui relatados são os de quatro espécies que não aparecem nem mesmo nas outras duas listas de aves publicadas para a região: *Anas bahamensis*, *Aegolius harrisii*, *Ramphastos toco* e *Tachycineta albiventer*.

Dois indivíduos de *A. bahamensis* foram vistos com frequência no lago, onde inclusive reproduziram (primavera de 2018), próximos a exemplares introduzidos de *Cairina moschata*. Trata-se de um tipo de ambiente que não deve ter sido amostrado por Emilio Goeldi, pois nenhuma espécie de Anatidae foi por ele notificada. No mesmo lago, foram observados exemplares de *T. albiventer* (julho de 2019). Já *A. harrisii* se tornou altamente perceptível por sua vocalização noturna frequente durante seu período reprodutivo de 2018 (agosto/setembro). Considera-se ser esta espécie muito discreta, sendo pouco conhecida por escassez de dados sobre ela (ROSA *et al.*, 2015). No entanto, pode-se notar que a permanência diária do observador em sua área de ocorrência, ao longo de doze meses, torna-a conspícua para a audição. De forma semelhante, obteve-se registros frequentes de *R. toco* em árvores do gênero *Cedrus* e em outras plantas nativas.

### **3.2. NATUREZA PRIVADA COMO ABRIGO DA ORNITOFAUNA**

Áreas residenciais em meio a vegetação representada por Unidades de Conservação podem abrigar muitas espécies da ornitofauna. Mas geralmente a riqueza de espécies nessas

áreas é menor do que a registrada em áreas com ambientes mais variados, sem núcleos residenciais, como detectado na praia de Itaguapé, Baixada Santista - SP (BOKERMANN *et al.*, 2020). De qualquer forma, condomínios constituídos por mosaicos de fragmentos florestais e da vegetação nativa em diferentes etapas de regeneração, em meio a edificações, pomares, hortas e represas podem ser importantes abrigos para espécies que estão sendo reabilitadas do cativeiro (MOREIRA, 2023). Isso porque eles representam interfaces entre as áreas antropizadas e as áreas vegetadas com menor interferência humana, o que pode ser percebido no Condomínio Retiro da Serra em contato com a Serra dos Órgãos.

Em gradientes formados entre ambientes alterados e ambientes com menor grau de distúrbio, a diversidade de aves diminui quanto maior a alteração. Na costa marítima da província de Buenos Aires, Argentina, a vegetação natural das dunas e lagunas foi substituída por plantações de *Pinus spp.* e áreas urbanizadas, com alta densidade de residências particulares, complexos turísticos, muita circulação de pessoas e veículos, acompanhada de abundante vegetação ornamental (HAAG *et al.*, 2020). Tais tipos de mudanças na estrutura e composição da paisagem causam alterações na composição da avifauna (BOKERMANN *et al.*, 2020; HAAG *et al.*, 2020; SCHUNCK; ALVES; CANDIA-GALLARDO, 2020). A perturbação causada pelo barulho interno a edificações em construção e/ou reforma afeta negativamente o comportamento e o sucesso reprodutivo de andorinhas de chaminé (*Chaetura pelágica*) em condomínios em Saint Adolphe, Manitoba, Canadá (POOLE; STEWART; STEWART, 2022).

Por esse motivo, embora as áreas condominiais, como a que foi estudada em Teresópolis, possam funcionar como abrigo para algumas espécies de aves, condomínios de alto padrão no entorno de Unidades de Conservação podem gerar vários impactos ambientais, levando à degradação da avifauna (SCHUNCK; ALVES; CANDIA-GALLARDO, 2020). A formação de mosaicos de habitats homogêneos e os ruídos causados pela ocupação têm por consequência a substituição de espécies de aves especialistas ou endêmicas por espécies generalistas e/ou com distribuição mais ampla (HAAG *et al.*, 2020). Espécies ameaçadas de extinção e/ou que dependem de matas mais altas para sobreviver só são encontradas na área amostrada na Baixada Santista que está dentro do Parque Estadual Restinga de Bertiooga (SP), estando ausentes das outras duas áreas que também foram amostradas na região, mas que se caracterizam pela existência de núcleos residenciais (BOCKERMANN *et al.*, 2020).

Sendo assim, a natureza privada, composta por fragmentos florestais e outros ecossistemas localizados em condomínios, pode ter uma função específica à sua condição em

particular. A interface entre Unidades de Conservação e centros de maior urbanização, como é o caso do condomínio Retiro da Serra, representa uma parte importante de um gradiente, que foi detalhado em alguns dos trabalhos analisados. A potencialidade ecopedagógica de tais áreas de segundas residências, quando elas contém grande proporção de revestimento florestal, além de ajardinamentos, inclui a possibilidade de execução de projetos de manejo da avifauna, como os que envolvem reabilitação e soltura. Mas ruídos da ação humana, que são muito frequentes na área estudada em Teresópolis, geram distúrbios de comportamento, podendo interferir até mesmo no sucesso reprodutivo de algumas espécies. O trabalho de sensibilização dos moradores tem bastante relevância, o que pode ser pensado como parte da administração condominial, de maneira participativa, com os proprietários.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparações da avifauna observada em uma mesma região, porém em épocas diferentes, podem revelar padrões interessantes associados ao tipo de ocupação humana que se desenvolveu na área ao longo do tempo. Por outro lado, os resultados aqui descritos, quando comparados com estudos que têm origens de pesquisas longas e fidedignas, demonstram que quando se reside em determinada localidade, pode-se obter registros que o naturalista de passagem não obtém. Este trabalho mostra ainda como um misto de estudos desenvolvidos em determinada localidade ou região fornece informações complementares. Porém, sugere-se ser relevante estudar com mais detalhes os padrões de ocorrência das espécies que somente foram verificadas pelos autores na região, de modo a se ter certeza de qual o status de permanência delas na Serra dos Órgãos.

Ademais, propõe-se que novos trabalhos sejam desenvolvidos também em torno da relação do conjunto das espécies de aves que ocupam diferentes nichos dentro dos habitats disponibilizados por condomínios e as atividades humanas que caracterizam o local. No Retiro da Serra são comuns eventos de feriados e/ou da estação de verão, quando as férias escolares levam muitas pessoas da grande Rio de Janeiro para a região da Serra do Mar em busca de lazer e descanso. O lazer observado no condomínio em questão se caracteriza predominantemente por pequenas aglomerações familiares e/ou de amigos em torno de piscinas particulares, quando música alta e churrasco se mostram as opções mais escolhidas. São dias em que os sons dos pássaros e da natureza em geral se tornam abafados pelos ruídos das atividades antrópicas. Aquele condomínio também está sendo usado para abrigar cães,

que ficam muito tempo sem seus donos, presos nos quintais das residências, contribuindo com os ruídos que abafam os sons naturais do local. Portanto, fica evidente a necessidade de se trabalhar ecopedagogicamente com tais residenciais.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C.; SANTOS, F. A. Corredores ecológicos e passagens de fauna: estratégias de manutenção da biodiversidade no Parque Estadual do Juquery – SP a partir da Biogeografia da Conservação. **Boletim Paulista de Geografia**, n. 103, p. 123-147, 2020.
- BERLO, B. V. **A field guide to the birds of Brazil**. New York, Oxford University, 2009.
- BOKERMANN, M.; PIVELLI, S.; FREITAS-JUNIOR, O.; SCHUNCK, F. A importância das restingas e dos ambientes costeiros para a conservação das aves do estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 218, p. 43-61, 2020.
- DEVELEY, P. F.; GOERCK, J. M. Brazil. In: DEVENISH, C.; DÍAZ FERNÁNDEZ, D. F.; CLAY, R. P.; DAVIDSON, I.; YÉPEZ, I. **Important Bird Areas Americas – Priority sites for biodiversity conservation**. Quito: BirdLife International, 2009. p. 99-112.
- HAAG, L. M.; JAUREGUI, A.; GONZALEZ, E.; COLOMBO, M. A.; SEGURA, L. N. Efecto de la alteración del hábitat em la comunidade de aves de la localidade balnearia de Cariló, Argentina. **Hornero**, v. 35, n. 1, p. 36-46, 2020.
- MALLET-RODRIGUES, F. A contribuição de Emílio Goeldi ao conhecimento da avifauna da Serra dos Órgãos, região central do Estado do Rio de Janeiro. **Atualidades Ornitológicas**, n. 150, p. 4-9, 2009.
- MALLET-RODRIGUES, F.; NORONHA, M, L. M. Birds in the Parque Estadual dos Três Picos, Rio de Janeiro state, south-east Brazil. **Cotinga**, v. 31, p. 96-107, 2009.
- MALLET-RODRIGUES, F.; PARRINI, R.; PACHECO, J. F. Birds of the Serra dos Órgãos, State of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil: a review. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 1, p. 5-35, 2007.
- MIRANDA, R. S.; SILVA, V. F.; MEIRELLES, E. O.; COSTA, L. S. Corredores ecológicos potenciais entre duas unidades de conservação na região serrana e centro-sul fluminense. **Natural Resources**, v. 13, n. 1, p. 127-139, 2023.
- MOREIRA, S. G. Reabilitação e monitoramento de um grupo de maritacas (*Psittacara leucophthalmus* Statius Muller, 1776) proveniente de apreensão, em um condomínio de chácaras no Triângulo Mineiro. **Studies in Environmental and Animal Sciences**, v. 4, n. 1, p. 19-39, 2023.
- OLIVEIRA, L. B; FORTES, M. R. Características da fauna silvestre no Canal do BIS e Igarapé do Mindu, Manaus – AM. **Revista GeoAmazônia**, v. 10, n. 20, p. 135-157, 2022.



- PENHA, T. V.; FARIAS, V. V. L. Mapeamento da dinâmica da vegetação de Mata Atlântica no município de Teresópolis – RJ utilizando NDVI. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 14., Teresina – PI. **Anais (...)**. Teresina: UFPI/UESPI. p. 928-935, 2015.
- POOLE, T. F.; STEWART, B. E.; STEWART, R. E. A. Impact of anthropogenic disturbance on nesting Chimney Swift (*Chaetura pelagica*) including best practices for conservation. **The Canadian Field Naturalist**, v. 136, p. 364-373, 2020.
- ROSA, R. D.; SILVEIRA, J. C.; CROZARIOL, M. A.; MENQ, W.; VABO, M. Primeiros registros do caburé-acanelado *Aegolius harrisii* (Cassin, 1849) para o Vale do Paraíba e Serra da Mantiqueira, São Paulo. **Atualidades Ornitológicas**, v. 183, p. 6-8, 2015.
- SCHUNCK, F.; ALVES, J. L. R.; CANDIA-GALLARDO, C. As aves de Santo Amaro e sua importância histórica e atual para o município de São Paulo, sudeste do Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 217, p. 61-73, 2020.

# CAPÍTULO XXXIII

## USO DE CORANTES ALTERNATIVOS PARA VIABILIDADE DE CASTANHEIRA

### USE OF ALTERNATIVE DYES FOR CHESTNUT TREE VIABILITY

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-33

Mickelisse Ruanny Martins de Oliveira<sup>1</sup>

Mariana Aparecida Silva Lira<sup>1</sup>

Jéssica Pereira da Silva<sup>1</sup>

Jennefer Aguiar Barbosa<sup>1</sup>

Lucas dos Santos de Almeida<sup>1</sup>

Thomas Roberto Signor<sup>1</sup>

Aline Sara Rocha dos Santos<sup>1</sup>

Isane Vera Karsburg<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestrando(a) em Melhoramento Genético. Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – UNEMAT

<sup>2</sup> Professora Adjunta do Departamento de Ciências Biológicas e Pós Graduação. Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT

#### RESUMO

Este estudo investigou a viabilidade polínica da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), utilizando corantes alternativos e sintéticos para analisar suas aplicações no campo científico e educacional. A castanheira, além de ser uma das árvores mais emblemáticas da Amazônia, desempenha um papel crucial na economia de comunidades extrativistas, fornecendo castanhas de alto valor nutricional e comercial. Contudo, sua preservação enfrenta desafios, como a expansão agrícola e mudanças ambientais, reforçando a importância de estudos relacionados à sua biologia reprodutiva. O trabalho avaliou 14 corantes, sendo sete sintéticos e sete alternativos de origem vegetal, incluindo beterraba e hibisco. Os grãos de pólen tingidos foram analisados para distinguir entre viáveis e inviáveis, contribuindo para compreender os processos de fertilidade e o potencial de conservação da espécie. Os corantes alternativos, apesar de algumas limitações como estabilidade e padronização, demonstraram-se promissores, destacando-se como alternativas sustentáveis em comparação aos sintéticos. Os resultados indicaram que certos corantes alternativos, como o de beterraba, são capazes de diferenciar estruturas internas do pólen, oferecendo uma opção acessível e de baixo impacto

ambiental para análises laboratoriais e práticas educacionais. Além disso, o estudo reforça a relevância de integrar práticas mais sustentáveis à ciência, promovendo o uso de recursos renováveis. Este trabalho contribui para ampliar o conhecimento sobre a viabilidade polínica da castanheira e oferece caminhos para a implementação de abordagens inovadoras e sustentáveis em pesquisas futuras.

**Palavras-chave:** Viabilidade polínica. Castanheira-do-brasil. Corantes alternativos. Sustentabilidade. Conservação ambiental.

#### ABSTRACT

This study investigated the pollen viability of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*), using alternative and synthetic dyes to analyze their applications in scientific and educational contexts. The Brazil nut tree, in addition to being one of the most iconic trees in the Amazon, plays a crucial role in the economy of extractivist communities, providing high nutritional and commercial value nuts. However, its preservation faces challenges such as agricultural expansion and environmental changes, emphasizing the importance of studies related to its reproductive biology. The study evaluated 14 dyes, including seven synthetic and

seven alternative plant-based dyes, such as beetroot and hibiscus. The stained pollen grains were analyzed to distinguish between viable and non-viable ones, contributing to understanding fertility processes and the conservation potential of the species. Despite limitations such as stability and standardization, alternative dyes proved to be promising, standing out as sustainable options compared to synthetic dyes. The results indicated that certain alternative dyes, such as beetroot, can differentiate internal pollen structures, offering an accessible and low-environmental-impact option

for laboratory analyses and educational practices. Furthermore, the study highlights the importance of integrating more sustainable practices into science, promoting the use of renewable resources. This work contributes to expanding knowledge about the pollen viability of the Brazil nut tree and offers pathways for implementing innovative and sustainable approaches in future research.

**Keywords:** Pollen viability. Brazil nut tree. Alternative dyes. Sustainability. Environmental conservation.

## 1. INTRODUÇÃO

A castanheira-do-pará, pertencente à família *Lecythidaceae* e ao gênero *Bertholletia*, é uma árvore de grande porte com copas amplas e robustas, podendo alcançar alturas de até 40 metros, seu tronco é caracteristicamente liso e livre de galhos até a copa. As flores apresentam coloração variando entre branco-amarelado e creme, contribuindo para a polinização cruzada característica da espécie (Cardoso *et al.*, 2017; Almeida, 2015).

As castanhas-do-brasil, constituem uma fonte de renda significativa para comunidades locais, destacando-se pela sua produção orgânica, livre de pesticidas. A Bolívia está na frente da produção global, seguida pelo Brasil e Peru, evidenciando a importância econômica regional dessas sementes (Cardoso *et al.*, 2017)

A viabilidade genética da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) desempenha um papel essencial em sua conservação e uso sustentável, especialmente devido à ampla diversidade de características que a espécie apresenta em diferentes regiões da Amazônia brasileira. (Thomas *et al.*, 2014; Maximize Market Research, 2023.)

Os corantes naturais representaram um avanço significativo em diversos campos da ciência, economia, culinária e moda, permitindo a coloração e distinção dos mais diversos produtos criados ou pesquisados pelo ser humano. Os primeiros indícios do uso de corantes datam da China antiga, por volta de 2600 A.C, e foram introduzidos ao longo do tempo em diversas técnicas e finalidades na produção de produtos (Justo; Luna; De Oliveira Júnior, 2019).

Entre as diferentes finalidades do período atual, está a de possibilitar enxergar e definir estruturas minúsculas de plantas pela microscopia, entre essas estruturas estão, tecido vegetal, polens, células específicas por meio da pigmentação. Sendo assim os corantes são fundamentais dentro do campo científico, especialmente para aqueles que trabalham com

plantas e querem entender características, informações e comportamento das espécies a qual estudo (Matias, 2024).

Contudo os corantes usados para pigmentar plantas no campo científico agem de forma diferente para cada espécie estudada pois seu reagente age em contato com determinada substância encontrada na planta, caso a espécie não tenha substância ou tenha pouca quantidade o corante pode perder a sua significância para aquele estudo. Esse tipo de corante é chamado de sintético e tem função de pigmentar determinadas áreas de vegetais (Araújo; Chagas, 2017).

Com isso, este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade da castanheira utilizando corantes alternativos para uma nova perspectiva á acessibilidade.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ORIGEM DA CASTANHEIRA

A espécie foi identificada e classificada entre 1799 e 1804 pelo naturalista e geólogo *Friedrich Heinrich Alexander von Humboldt*, amplamente conhecido como Barão de Humboldt, durante uma expedição de estudos à América do Sul. Ao observar a grandiosidade da árvore, *Humboldt* e seu colega de expedição, o botânico *Aimé Bonpland*, ficaram impressionados com seu porte. Decidiram, então, designar a árvore em homenagem ao renomado químico francês *Claude Louis Berthollet*. Essa classificação foi posteriormente confirmada pelo botânico alemão *Carl Sigismund Kunth*, e o nome científico da castanheiro-do-pará, *Bertholletia excelsa*, reflete a contribuição conjunta desses três cientistas para seu reconhecimento na botânica (Almeida, 2015).

As diversas denominações para as castanhas-do-brasil em diversas línguas, tais como "castanha-do-brasil" e "castanha-do-pará" em português e "castañas do Brasil" em espanhol, demonstram a diversidade cultural e as variações regionais ligadas às árvores (Encyclopaedia Britannica, 2014; Malik, 2023).

Adicionalmente, as tradições indígenas de colheita sustentável e agroflorestal em torno das castanheiras-do-brasil evidenciaram um compromisso duradouro com a preservação da floresta e o bem-estar da comunidade, evidenciando a conexão entre cultura e natureza na Amazônia (Wikipedia, 2024; Mori *et al.*, 1990).

## 2.2. NO BRASIL

No Brasil a Castanha-do-pará é o principal produto não madeireiro extraído da região amazônica, a extração da castanha acontece todos os anos iniciando em dezembro ou janeiro após a queda quase completa dos frutos das arvores e se prolonga até abril. A extração de recursos é crucial para a sustentabilidade das comunidades locais e requer condições climáticas propícias, como uma quantidade adequada de chuva, o que impacta diretamente na produção (Salomão, 2014).

As castanheiras-do-brasil figuram entre as árvores mais altas da floresta amazônica, alcançando alturas entre 30 e 50 metros e diâmetros de tronco entre 1 e 2 metros (Embrapa, 2023; Malik, 2023). Normalmente, o tronco é reto e não ramificado em grande parte de sua altura, coroado por uma copa ampla que ultrapassa a copa das árvores vizinhas (Nut Geeks, 2024). A madeira é lisa e acinzentada, e a árvore tem uma longevidade superior a 500 anos, havendo registros de árvores com aproximadamente 1.000 anos de idade (Isaaa, 2022; Malik, 2023).

A *Bertholletia excelsa*, uma espécie amazônica de polinização cruzada, distribui-se amplamente nas áreas tropicais do Brasil, de crescimento lento, com sementes dormentes que requerem processos de quebra para iniciarem a germinação, esse fator contribui para o comprimento e prolongamento de seu ciclo reprodutivo, resultando em uma maturação tardia para a produção de frutos (Pinheiro; Albuquerque, 2018).

Atualmente, o Brasil responde por 31% da produção global de castanha-do-brasil, com uma média anual de 35 mil toneladas. Esse setor é diretamente influenciado pela cotação do dólar e pelos volumes exportados, já que a valorização da moeda americana tende a estimular as exportações, reduzindo a oferta interna e elevando os preços no mercado doméstico. A castanha-do-brasil desempenha um papel estratégico na economia de estados como Amazonas, Acre e Pará, responsáveis por cerca de 92% da produção nacional. Essa atividade impulsiona a economia regional e contribui para a geração de renda nas comunidades extrativistas (Salomão, 2014).

Em 2020, o Brasil produziu 33,1 mil toneladas de castanha, e a demanda por esse produto continua alta, impulsionada por sua crescente popularidade tanto em mercados internacionais quanto em outras regiões do país (TOLEDO et al., 2023). Além disso a espécie pode fornecer outros produtos, já que sua madeira, cascas e o ouriço da castanha também podem ser utilizados para diversas finalidades (Bayma et al., 2014).

## 2.3. CORANTES ARTIFICIAIS

Os corantes sintéticos são pigmentos químicos obtidos através de processos de produção intrincados, geralmente provenientes de petroquímica (Wikipédia, 2024; Temazzi, 2022). Estes corantes são categorizados de acordo com vários critérios, como a sua composição química (como os corantes azo e antraquinona), a sua utilização (têxtil, alimentícia, cosmética, entre outros) e o método de tingimento empregado (corantes diretos, reativos, etc.) (Textile Engineering, 2023; Temazzi, 2022). O aumento na procura por corantes sintéticos se deve às suas cores vivas, consistência e maior durabilidade da cor em relação aos corantes naturais (Wikipédia, 2024).

## 2.4. CORANTES NATURAIS

Os corantes naturais são extraídos de fontes orgânicas como plantas, animais, minerais e microrganismos, sendo as plantas a principal origem. Elas fornecem uma diversidade de cores obtidas de diferentes partes, como raízes, folhas e flores (Datta, 2024; Textile Engineering, 2023). Exemplos notáveis incluem o índigo, derivado da planta *Indigofera*, e a cochonilha, proveniente de insetos (Datta, 2024).

Esses corantes se destacam por sua ampla gama de tonalidades e pela sustentabilidade, já que são renováveis e biodegradáveis (Textile Engineering, 2023). Contudo, apresentam menor fixação da cor em comparação aos corantes sintéticos, frequentemente necessitando do uso de mordentes para garantir maior adesão às fibras (Alves *et al.*, 2014).

## 3. MÉTODO E METODOLOGIA

Foram coletados botões florais na área central da cidade e, em seguida, enviados para proceder com a análise da viabilidade polínica. Esta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos da Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reis Maldonado”, localizado no campus de Alta Floresta.

Os experimentos foram realizados com plantas em estágio pré-antese. Assim que o material chegou ao laboratório, as lâminas foram preparadas por meio da técnica de esmagamento descrita por Guerra (2002). As anteras foram trituradas com um bastão de vidro para liberar os grãos de pólen. Para a coloração, quatorze tipos de corantes ao total foram testados, 7 corantes químicos: Rosa de Bengala, verde Malaquita a 2%, Azul de astra, Lugol, Fucsina, Orceína acética 2% , e Alexander. Além, de 7 corantes alternativos: Jatobá, Hibisco,

Barbatimão, Ipê-roxo, Alfazema, Uxi-amarelo e Beterraba. Os corantes alternativos foram obtidos de uma solução de 50% do vegetal e 50% de vinagre, e foram maturadas por 30 dias.

Os grãos de pólen que se tingiram com os corantes foram considerados viáveis, enquanto aqueles sem coloração foram classificados como inviáveis. A análise foi realizada com o auxílio de um microscópio, utilizando a técnica de varredura com aumento da objetiva em 40x. Imagens dos grãos de pólen foram capturadas e comparadas à literatura existente para validar a eficácia dos corantes.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Rosa de Bengala apresenta características que evidenciam a viabilidade dos grãos de pólen. A coloração rosa intensa e uniforme sugere que o corante foi corretamente absorvido, o que implica na integridade das células e na presença de atividade metabólica, as bordas bem definidas reforçam a viabilidade do grão (Figura 1- A).

Por outro lado, o grão de pólen da castanheira, tingido com o corante jatobá, apresenta uma coloração muito pálida ou quase ausente, o que indica que o corante não foi adequadamente absorvido. Essa falta de coloração sugere a inviabilidade do grão, possivelmente devido à degradação celular ou ausência de atividade metabólica, as bordas pouco definidas corroboram essa análise, sugerindo que o corante pode não ter conseguido distinguir de forma clara os grãos viáveis dos inviáveis (Figura 1- B).

Os grãos de pólen com a coloração verde malaquita apresentam características que indicam sua viabilidade, o grão destacado, assim como os que estão ao seu redor, apresenta um tom verde vibrante e uniforme, o que sugere que o pigmento foi absorvido com sucesso. Essa coloração homogênea reflete a integridade celular e a atividade metabólica, fatores cruciais para a avaliação da viabilidade do grão. Além disso, a estrutura do grão é reforçada por uma textura granular interna e contornos bem delineados. Esses resultados demonstram que o verde malaquita é eficiente na diferenciação entre grãos de pólen viáveis e não viáveis (Figura 1- C).

Segundo dos Santos et al. (2016), o corante verde Malaquita se destacou, pois é um corante específico para pigmentar celulose, onde ele reagiu no pólen da castanheira e pigmentou adequadamente, possibilitando a visualização perfeitamente no microscópio.

O Hibisco é utilizado como um corante alternativo, permitindo a identificação de diferentes níveis de viabilidade através da cor e da estrutura dos grãos de pólen. A linha verde



indica que o grão apresenta uma coloração irregular e pálida, além de uma textura menos definida, o que sugere inviabilidade, possivelmente em razão de deterioração ou falta de atividade metabólica. Em contrapartida, o grão indicado pela seta laranja apresenta uma cor mais vibrante e homogênea, com contornos bem definidos, indicando que é viável (Figura 1- D).

Segundo Furini et al. (2020), o corante alternativo à base de *Hibiscus sp*, mostrou-se eficaz para estudos de viabilidade polínica. Além de ser de baixo custo e fácil manipulação, esse corante apresenta potencial para ser utilizado em aulas práticas de laboratório, especialmente em escolas públicas, tornando-se uma ferramenta acessível e educativa.

O corante Azul de Astra demonstrou sua eficácia ao mostrar diferentes níveis de viabilidade. Os grãos destacados com setas laranjas apresentam uma coloração vibrante e uniforme, com contornos bem definidos, o que sugere que são viáveis e preservam a integridade celular. Em contrapartida, o grão indicado pela seta amarela apresenta uma coloração mais pálida e difusa, sugerindo sua inviabilidade, possivelmente devido à degradação celular ou à baixa atividade metabólica (Figura 1- E).

Os grãos de pólen tingidos com o corante alternativo de barbatimão revelam diferenças notáveis na sua viabilidade. A seta vermelha aponta para um grão com cor intensa e uniforme, apresentando bordas bem definidas, o que sugere que ele é viável e mantém a integridade celular. Em contraste, o grão assinalado pela seta azul demonstra uma coloração mais clara e irregular, com um aspecto translúcido que indica sua inviabilidade, provavelmente devido à degradação ou à falta de atividade metabólica. Esses resultados mostram que o corante de barbatimão se mostra eficaz em distinguir entre grãos viáveis e inviáveis (Figura 1- F).

As partículas de pólen tingidas com lugol 2% evidenciam diferenças evidentes de viabilidade. O grão destacado pela seta verde exibe uma cor viva e homogênea, com bordas claramente delineadas e textura granulosa, sinalizando sua viabilidade e integridade das células. Por outro lado, o grão marcado pela seta roxa apresenta uma cor fraca e contornos pouco definidos, indicando que é inviável, provavelmente por causa da degradação ou ausência de atividade metabólica. Esta avaliação mostra a eficácia do lugol na distinção entre grãos viáveis e inviáveis (Figura 1- G).

Segundo Silva et al. (2024), em concordância com Silva et al. (2022), o corante empregado exibiu uma cor marrom em grãos viáveis devido à presença de amido, enquanto

os grãos inviáveis, devido à falta deste componente, foram tingidos com tons de amarelo claro. Esta variação de cor possibilita uma diferenciação evidente e compreensível entre grãos viáveis e inviáveis, mostrando-se um instrumento útil e eficaz para a avaliação da viabilidade polínica.

Através da coloração com o corante alternativo Ipê-Roxo, podemos distinguir claramente as diferenças de viabilidade nos grãos de pólen. Os grãos marcados com setas roxas exibem uma coloração pálida e contornos pouco precisos, indicando sua inviabilidade, provavelmente por causa de degradação ou ausência de atividade metabólica. Por outro lado, o grão marcado pela seta preta exibe uma cor viva e homogênea, com bordas claramente delineadas, sinalizando que é viável e mantém a integridade das células. Esta avaliação destaca a efetividade do pigmento empregado na distinção entre grãos viáveis e ruins (Figura 1- H).

Com o uso do corante fucsina (Imagem 1), o grão de pólen identificado por uma seta laranja foi tingido e exibe características que indicam sua viabilidade. A tonalidade vibrante e uniforme sugere que a célula está em processo metabólico, destacando a integridade da membrana celular. Além disso, a demarcação clara das bordas e a textura homogênea atestam a viabilidade do grão. Esses resultados sugerem que a fucsina foi eficiente na identificação de grãos de pólen com integridade celular (Figura 1- I).

Ao utilizar o corante alternativo de Alfazema, é possível notar grãos de pólen coloridos com características variadas, sinalizando diversos graus de viabilidade. Os grãos destacados pelas setas verdes exibem uma coloração viva e homogênea, com contornos claramente delineados, indicando sua viabilidade, já que exibem integridade celular e atividade metabólica intacta. Contudo, o grão assinalado pela seta laranja apresenta uma cor mais irregular e contornos pouco definidos, sinalizando que é inviável, possivelmente por causa de deterioração ou insuficiência funcional das células. Esta avaliação destaca a eficácia do procedimento de tingimento empregado para distinguir grãos viáveis de inviáveis de maneira nítida e precisa (Figura 1- J).

O corante químicoorceína acética 2% exibe uma coloração viva e homogênea em tons de vermelho nos grãos de pólen da castanheira, sugerindo que o corante foi devidamente absorvido. Este tom indica que os grãos contêm células em atividade metabólica e membranas inalteradas. Ademais, os contornos claramente estabelecidos e a manutenção da estrutura celular reforçam a sua integridade celular (Figura 1- K).

Os estudos de Hister e Tedesco (2016), que examinaram a viabilidade polínica do araçazeiro *P. cattleianum*, mostraram que os grãos de pólen tingidos com orceína acética a 2% apresentaram alta viabilidade, superando 98,1%. Conforme Souza (2002), índices acima de 70% são considerados de alta viabilidade polínica.

Os grãos de pólen de castanheira tingidos com o corante alternativo oxi-amarelo exibem propriedades que, na maioria das vezes, sinalizam a inviabilidade. A tonalidade amarela surge de maneira desigual, com intensidade fraca ou difusa, indicando a falta de integridade celular em diversos grãos (Figura 1- L).

Os dois grãos apresentam uma cor viva, uma característica do corante de Alexander para grãos viáveis, que indica integridade celular e atividade metabólica ativa. A consistência da tonalidade azul escura em ambos sugere que estão em atividade metabólica, demonstrando a eficácia do corante para determinar a viabilidade. O corante químico Alexander exibe diferenças evidentes de viabilidade. A coloração roxa escura do grão à esquerda sinaliza a falta de atividade metabólica e a comprometimento da integridade celular, sendo categorizado como inviável. Por outro lado, o grão à direita exibe uma tonalidade azul viva e homogênea, típica de grãos que estão em atividade metabólica e com membranas intactas, sendo classificado como viável (Figura 1- M).

De acordo com Dafni e Firmage (2000), esse corante foi escolhido devido à sua coloração altamente eficiente para análises de viabilidade do pólen, tanto em campo quanto em laboratório. Sua capacidade de evidenciar o conteúdo protoplasmático dos grãos facilita a distinção entre pólenes viáveis, que possuem citoplasma íntegro, sendo essenciais para estudos relacionados à fertilidade e polinização.

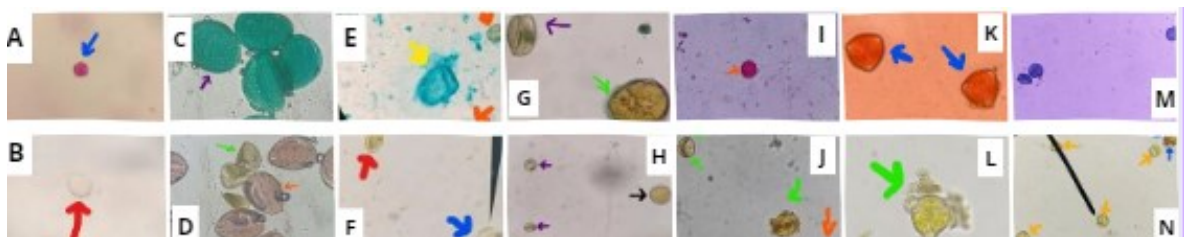
Nessa linha, é relevante destacar que, segundo Melhem et al. (2003), o corante de Alexander não apenas tinge os grãos de pólen, mas também conserva as características da parede externa (exina), fundamentais para a identificação taxonômica. Por esse motivo, ele é amplamente utilizado em pesquisas palinológicas que demandam a identificação de espécies com base em características morfológicas detalhadas.

Os grãos de pólen de castanheira foram tingidos com o corante alternativo de beterraba, exibindo variados padrões de tonalidade. A maior parte dos grãos, evidenciados pelas setas laranjas, exibe um tom de amarelo claro com contornos perceptíveis, sugerindo uma possível viabilidade parcial ou uma eficácia limitada do corante em distinguir claramente

grãos viáveis de inviáveis. Por outro, o grão assinalado pela seta azul exibe uma cor mais escura e intensa, indicando sua viabilidade, devido à maior absorção do corante (Figura 1- N).

Conforme estudos realizados por Souza et al. (2018), os pigmentos naturais da beterraba têm a capacidade de penetrar no pólen, permitindo a visualização de estruturas internas, como o conteúdo citoplasmático, embora com menor precisão em comparação a corantes especializados. Em algumas espécies, esses pigmentos naturais mostram-se eficazes na diferenciação entre grãos de pólen viáveis e inviáveis, o que pode ser útil em análises de viabilidade.

Figura 1. A) Grão de Pólen viável; B) Grão de Pólen inviável. C) Grãos de Pólens Viáveis. D) Seta verde: Grão de pólen inviável, seta laranja: grão de pólen viável. E) Seta amarela: Grão de pólen viável, seta laranja: Grão de pólen inviável. F) Seta vermelha: Grão de pólen viável, seta azul: Grão de pólen inviável. G) Seta roxa: Grão de pólen inviável, seta verde: Grão de Pólen viável. H) Setas roxa: Grãos de pólen inviáveis, seta preta: Grão de pólen viável. I) Grão de Pólen viável. J) Setas verde: Grãos de Pólen viável, seta laranja: Grão de pólen inviável. K) Grãos de pólen viáveis. L) Grão de pólen inviável. M) Grãos de pólen viáveis. N) Seta laranja: Grãos de Pólen viáveis, seta azul: Grão de pólen inviável.



Fonte: OLIVEIRA, M. R. M., et al (2024).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa ressaltou a possibilidade de utilizar corantes alternativos na análise de pólen da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), contribuindo para o desenvolvimento de metodologias que sejam mais acessíveis, sustentáveis e com menor impacto ambiental. O uso desses corantes, principalmente os provenientes de fontes naturais, mostrou-se promissor na distinção entre grãos de pólen viáveis e inviáveis, apesar de algumas barreiras que ainda precisam ser superadas, como a necessidade de padronização dos protocolos e a estabilidade das soluções.

Os dados coletados demonstraram que certos corantes naturais, como o extrato de beterraba e o hibisco, apresentam potencial para serem usados como substitutos aos corantes sintéticos convencionais, expandindo as opções para pesquisas científicas e atividades de ensino. Contudo, a eficácia desses corantes variou de acordo com sua natureza e como interagiram com a composição celular do pólen, evidenciando a importância de investigações complementares para otimizar seu uso.

Este estudo não só destaca o valor da castanha-do-brasil como um recurso significativo do ponto de vista socioeconômico e ecológico, mas também promove a implementação de abordagens mais sustentáveis nas áreas da ciência e da educação. Pesquisas futuras poderão investigar a combinação de colorantes naturais com metodologias inovadoras para melhorar a avaliação da viabilidade polínica, ajudando na preservação e no manejo sustentável de espécies que têm relevância econômica e ambiental.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a prof<sup>a</sup>. Dra<sup>a</sup>. Isane Vera Karsburg, responsável pelo Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos Vegetais da Universidade do Estado de Mato Grosso no Campus II, da cidade de Alta Floresta-MT, por nos incentivar e nos mostrar o nosso potencial.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. J. Do extrativismo à domesticação: as possibilidades da castanha-do-pará. **Tese (doutorado em história Econômica)**, universidade de São Paulo, 2015.
- ALVES, H.; MANHITA, A.; BARROCAS DIAS, C.; FERREIRA, T. Traditional dyeing – an educational approach. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 15, n. 4, p. 610-619, 2014. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2014/rp/c4rp00038b>. Acesso em: 24 nov. 2024.
- ARAÚJO, D. C. B; CHAGAS, P. **Viabilidade e conservação de grãos de pólen e polinização artificial de espécies frutíferas nas condições de Roraima**. 2017.
- BAYMA, M. M. A.; MALAVAZI, F. W.; SÁ, C. P.; FONSECA, F. L.; ANDRADE, E. P.; WADT, L. H. O. Aspectos da cadeia produtiva da castanha-do-brasil no estado do Acre, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, Belém, v. 9, n. 2, p. 417-426, 2014. Disponível em: <https://repositorio.museu-goeldi.br>. Acesso em: 24 nov. 2024.
- CARDOSO, B. R.; DUARTE, G. B. S.; REIS, B. Z.; COZZOLINO, S. M. F. Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. **Food Research International**, v. 100, p. 9–18, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.036>. Acesso em: 20 de nov 2024.
- DAFNI, A.; KEVAN, P. G.; HUSBAND, B. C. Practical pollination biology. **Ontario: Enviroquest Ltd.**, 2005.
- DATTA, A. Natural Dyes: Definition, Characteristics, Classification, Uses. **TEXTILE FACT**, 2024. Disponível em: <https://textilefact.com/natural-dyes-definition-characteristics-classification-uses/>. Acesso em: 24 nov. 2024.
- DA SILVA, J. P.; PRESTES, Z. M. da S. R.; LEITE, D. M.; ALMEIDA, L. dos S.; KARSBURG, I. V. Estimativa da viabilidade de cajueiro *Anacardium occidentale* L. (ANACARDIACEAE)

através de testes colorimétricos. In: Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iisapi/737425>, 2024.

DOS SANTOS, B. N. V.; DE ALMEIDA MACEDO, W.; DE MELLO, V. D. S.; DAMASIO, J. F.; DOS SANTOS, L. C. B.; LEITE, D. M.; KARSBURG, I. V. **Estimativa da viabilidade dos grãos de pólen de cana-do-brejo baseada em distintos métodos de coloração**. 2016.

EMBRAPA. **Brazil nut tree genome sequencing to accelerate breeding of the species**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/67848724/brazil-nut-tree-genome-sequencing-to-accelerate-breeding-of-the-species>. Acesso em: 18 nov. 2024.

FURINI, T.; PECEGUEIRO, M. de S.; HERRMANN, F.; SILVA, J. C.; BARROS, J. de O.; DOMINGUES, S. C. de O.; KARSBURG, I. V. Métodos colorimétricos sob uso de reagentes sintéticos e alternativos para viabilidade polínica de Bixa orellana L. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5817.

HISTER, C.; TEDESCO, S.B. Estimativa da viabilidade polínica de araçazeiro (*Psidium cattleianum Sabine*) através de distintos métodos de coloração. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 135-141, 2016. [http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/15\\_081](http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/15_081)

ISAAA. **Brazil Nut Genome Sequenced to Enhance Breeding of Tree Species**, 2022. Disponível em: <https://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/article/default.asp?ID=19341>. Acesso em: 18 nov. 2024.

JUSTO, J. L.; LUNA, S. V. S.; DE OLIVEIRA JÚNIOR, A. I. Tingimento Natural em Palha de Carnaúba: Relato de experiência no grupo Mulheres da Palha em Juazeirodo Norte-CE. 2019.

MATIAS, Susana Maria Grilo de Oliveira. A importância da citologia no contexto clínico: Revisão bibliográfica e discussão de casos clínicos. Porto: Universidade do Porto, Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, 2024. **Trabalho de conclusão de curso (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária)**. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/158792>. Acesso em: 24 nov. 2024.

MALIK, V. Top 5 Brazil Nut Producing Countries. **Maps of World**, 2023. Disponível em: <https://www.mapsofworld.com/world-top-ten/nut-producing-countries.html> . Acesso em: 18 nov. 2024.

MAXIMIZE MARKET RESEARCH. **Brazil Nuts Market: Growing awareness about the health benefits**. 2023. Disponível em: <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/brazil-nuts-market/188370/> . Acesso em: 18 nov. 2024.

MELHEM, T. S.; CRUZ-BARBOSA, M. R.; OLIVEIRA, M. I. B. Palynology of Lecythidaceae from the Brazilian Amazon. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 267-275, 2003.

- MORI, S. A.; SMITH, N. P.; CORNEJO, X.; PRANCE, G. T. Lecythidaceae – the Brazil nut family. The William & Lynda Steere Herbarium, **The New York Botanical Garden**, 1990. Disponível em: <https://sweetgum.nybg.org/science/projects/lp/> . Acesso em: 18 nov. 2024.
- NUT GEEKS. The delicate balance of the Brazil nut tree in the Amazon rainforest. Disponível em: <https://nutgeeks.com/brazil-nut-tree/#> . Acesso em: 16 nov. 2024.
- PINHEIRO, E.; ALBUQUERQUE, M. De. Castanha-do-Pará. Editora: **SESI-SP**, 2018.
- TEXTILE ENGINEERING. **Synthetic Dyes: Properties, Types, Classification and Application**, 2023. Disponível em: <https://textileengineering.net/synthetic-dyes-properties-types-application/>. Acesso em: 24 nov. 2024.
- THEMAZI. **Natural Dyes vs. Synthetic Dyes: 8 Differences**, 2022. Disponível em: <https://themazi.com/blogs/news/natural-dyes-vs-synthetic-dyes-8-differences>. Acesso em: 24 nov. 2024.
- THE EDITORS OF ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Brazil nut. Encyclopaedia Britannica**, 2024. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/Brazil-nut> . Acesso em: 18 nov. 2024.
- THOMAS, E.; ALCÁZAR, C. C.; LOO, J.; KINDT, R. The distribution of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) through time: from range contraction in glacial refugia to anthropogenic climate change. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, v. 9, n. 2, p. 267-291, 2014. Disponível em: <https://boletimcn.museu-goeldi.br/bcnaturais/article/view/525> . Acesso em: 18 nov. 2024.
- TOLEDO, R.; MOURA, C.; SANDRINI, M. A castanha-da-amazônia: aspectos econômicos e mercadológicos da cadeia de valor. Brasília, DF: **Observatório Castanha-da-Amazônia**, 2023. 44 p. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/158792>. Acesso em: 24 nov. 2024.
- SALOMÃO, R. DE P. A castanheira: História natural e importância socioeconômica. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.*, Belém, v. 9, n. 2, p. 259-266, 2014
- SILVA, J.; OLIVEIRA, R. ; TEIXEIRA, A. .; DINIZ, C. .; RAMOS, L. .; KARSBURG, I. Viabilidade polínica em *Zinnia elegans* Jacq. (ASTERACEAE) baseada em três diferentes testes colorimétricos. *Agrarian Academy, [S. l.]*, v. 11, n. 21, p. 35-41, 2022.
- Souza, F. R., *et al.* Utilização de corantes naturais na identificação de grãos de pólen em experimentos educacionais. *Revista de Biologia Experimental*, 10(2), 45-52.
- TOLEDO, R. *et al.*, A CASTANHA-DA-AMAZÔNIA: aspectos econômicos e mercadológicos da cadeia de valor. **Organização Observatório Castanha-da-Amazônia**. Brasília-DF, p.44, 2023.



WIKIPEDIA. **Brazil nut**, 2024. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Brazil\\_nut](https://en.wikipedia.org/wiki/Brazil_nut) . Acesso em: 18 nov. 2024.

# CAPÍTULO XXXIV

## VIDA AOS VIDROS: PROJETO DE REUTILIZAÇÃO DE RECIPIENTES DE VIDRO

### LIFE TO GLASS: PROJECT TO REUSE GLASS CONTAINERS

DOI: 10.51859/ampla.mas4412-34

Lucas dos Santos de Almeida <sup>1</sup>

Zélia Marques da Silva Radons Prestes <sup>2</sup>

Thomas Roberto Signor <sup>3</sup>

Isane Vera Karsburg <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Biotecnologia e Recursos Genéticos Vegetais. Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – UNEMAT

<sup>2</sup> Mestre em Biotecnologia e Recursos Genéticos Vegetais. Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – UNEMAT

<sup>3</sup> Graduando do curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

<sup>4</sup> Professora Adjunta do Departamento de Ciências Biológicas – FACBA. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

#### RESUMO

O aumento dos impactos ambientais estão vezes maiores devido à globalização que cria produtos em larga escala e vende aquecendo a economia, porém prejudica diretamente o meio ambiente, uma vez que os resíduos como plástico, metais e vidros são descartados na natureza sem qualquer tipo de precaução ou preocupação com o futuro daquele habite. Assim surgiu o projeto vida aos vidros que elaborou uma finalidade para utilização de vidros e derivados que seriam descartados em meio ambiente. O projeto consistia no recolhimento de vidrarias pelos acadêmicos da UNEMAT (Universidade do Estado do Mato Grosso) e habitante da cidade de Alta Floresta-MT. Os materiais recolhidos eram levados para o laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos e o orquidário Alta florestense, onde era separado para trituração, artesanato e atividades recreativas. O material triturado era usado para confecção de colunas no orquidário e fabricação de vasos para plantas com cimento. Já o material para porta e atividades recreativas com a comunidade seguia processos de higienização e preparo para destinação a comunidade. Os porta- trecos eram vendidos em eventos da UNEMAT e a outra parte era usado em atividades educacionais de pintura da universidade. O projeto durou por 24 meses e foi recentemente renovado com outra composição.

**Palavras-chave:** Reciclagem. Impacto ambiental. Sustentabilidade.

#### ABSTRACT

The increase in environmental impacts is due to globalization, which creates products on a large scale and sells them, heating up the economy, but directly harming the environment, since waste such as plastic, metals and glass are discarded in nature without any kind of precaution or concern for the future of that habitat. This is how the Life of Glass project came about, which created a purpose for the use of glass and glass products that would otherwise be discarded in the environment. The project consisted of glassware being collected by UNEMAT (Mato Grosso State University) students and residents of the city of Alta Floresta- MT. The materials collected were taken to the Cytogenetics and Tissue Culture laboratory and the Alta Florestense nursery, where they were separated for grinding, handicrafts and recreational activities. The crushed material was used to make columns in the nursery and to make plant pots with cement. The material used for doors and recreational activities with the community was sanitized and prepared for disposal to the community. The containers were sold at UNEMAT events and the other part was used in the university's educational painting activities. The project lasted 24 months and was recently renewed with another composition.

**Keywords:** Recycling. Environmental impact. Sustainability.

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento dos impactos ambientais está diretamente ligado ao crescimento e desenvolvimento populacional e industrial, diante disso, podemos destacar que o desenvolvimento industrial auxiliou para o aumento do desgaste ambiental (TEIXEIRA, 2021). E para tentar resolver essa situação, buscou-se meios de sustentabilidade para o meio ambiente. A sustentabilidade não é apenas uma solução mitigadora, pois abrange vários aspectos, como a conservação dos recursos naturais, e possui três pilares básicos que são sociedade, meio ambiente e economia (GUIMARÃES, 2019).

Para Leff (2014), a atual crise ambiental é reflexo do progresso e crescimento econômico. E destaca que o capitalismo, o industrialismo e o desenvolvimento científico-tecnológico tiveram grande impacto na natureza, pela forma como o mundo lidou com a preservação do meio ambiente.

A modernidade traz consigo o bônus da facilidade e praticidade das embalagens, no entanto, traz consigo os resíduos das embalagens, que em sua maioria são compostas por papel, plástico, alumínio e vidro. Estes resíduos são descartados na natureza sem nenhum cuidado, contaminando o meio ambiente (FREITAS, 2023).

Esses resíduos ocasionam impacto ambiental, gerado principalmente pelo tempo necessário para sua absorção. E material como vidro, pode ser reciclado beneficiando o meio ambiente (ABIVIDRO, 2021).

Segundo Azevedo 2022 o vidro leva mais de 1000 anos para se integrar a natureza novamente. O vidro faz parte do nosso dia a dia, presente na composição de embalagens, vidros planos, vidros domésticos, dentre outros (SANTOS; LIMA; CASTRO, 2019). Mesmo com longo período de decomposição, é possível reutilizar e reciclar o vidro (LIOTTO e SANTANA, 2020).

O Brasil produz aproximadamente 980 mil toneladas de embalagens de vidro (TRENTIN et al., 2020) e, entre elas, se destaca as do tipo long neck que são um desafio para a gestão de resíduos sólidos nacional, pois não são reutilizadas e recicladas (COSTA; ALMEIDA; MOREIRA, 2020).

A reciclagem do vidro é de extrema importância para o meio ambiente. Pois estamos contribuindo para um meio ambiente mais limpo, sem poluir rios e matas. Diante dessa

realidade, o objetivo do presente trabalho é relatar as atividades desenvolvidas no projeto “Vida aos Vidros”, desenvolvido pela UNEMAT, no campus universitário de Alta Floresta - MT.

## 2. METODOLOGIA

O projeto Vida aos Vidros Foi realizado no Laboratório de Citogenética e Cultura de Tecidos e no orquidário Altaflorestense na Universidade do Estado do Mato Grosso campus de Alta Floresta – MT. Os vidros eram recolhidos e feito separação para destinar corretamente cada um para seu propósito, geralmente os vidros eram garrafas de bebidas alcoólicas, suco ou tempero, pratos ou porcelana e vidros quebrados.

Os vidros quebrados eram colocados em uma caixa para ser realizado uma técnica de esmagamento. onde com a ajuda de um socador de chão e uma caixa de madeira os vidros eram triturados. Esse material triturado era destinado para fazer artesanato ou material complementar em atividades que se utilizou cimento como no caso de colunas, que foram levantadas no Orquidário Alta Florestense da UNEMAT.

Os materiais intactos como garrafas de vinho, cerveja, leite e vidros derivados foram separados (Figura 1) e levados para o laboratório onde passaram por um processo de higienização. Essa etapa consistia em retirar os rótulos de todos os vidros com auxílio de uma faca ou esponja de aço e colocar todas essas vidrarias em um recipiente com detergente e água sanitária para eliminar qualquer possível organismo contaminante.

Geralmente era usado meio copo de água sanitária e meio copo de detergente líquido para a higienização pelo período de dois dias para depois serem lavados. Na lavagem era retirado o resto de sujeira que ficava, em seguida o material era seco, e disponibilizado para fazer as atividades do projeto.

Entre as principais atividades com essas vidrarias estão a fabricação de porta trecos para comercialização, e atividades recreativas com a população em projetos sociais da UNEMAT realizados nos bairros Hamoa, Cidade Alta e Centro de Alta floresta – MT. nos domingos e feriados com participação dos acadêmicos da faculdade.

Para a confecção de porta trecos e atividades da UNEMAT com a comunidade eram lavados e higienizados todas as vidrarias com sabão, água sanitária e água, retirados os lacres e plásticos que cobriam os vidros, depois secos. Conforme essa etapa metade do material era separado para atividade de pintura com a comunidade onde esse material era aplicado tinta

prime e PVC de cor branca, para facilitar e fixar as pinturas nas atividades universitárias com as comunidades.

Já a outra fração dos vidros eram feitos o mesmo processo só que esse diferente do processo anterior antes esses vidros eram cortados ao meio sendo usado a parte de cima da garrafa para criação de vasos no orquidário e o fundo da garrafa para fazer porta trecos. O processo de confecção era basicamente o mesmo das vidrarias aplicado tinta prime e PVC de cor branca, só que depois eram usados papel decoupage para enfeitar os vidros e passado camadas de cola com ajuda de um pincel, após seco essa cola o material era envernizado e vendido como utensílios de decoração.

Figura 1. Processo de seleção de vidrarias: (A) variedade de vidrarias; (B) Organização de vidrarias por tipo, (C) Local de Armazenamento, (D) média de vidros doados por período de coleta.



Fonte: Autores

### 3. RESULTADOS E ANÁLISES

Na cidade de Alta Floresta- MT, devido a vários fatores como falta de investimento, em aterros sanitários e políticas públicas para os resíduos sólidos, carece se um sistema de coleta e separação de matérias eficiente para reciclagem e reaproveitamento de materiais, entre esses materiais estão os vidros que possuem um tempo de decomposição muito longo, causando problemas ao ambiente, uma vez que ele não tem destinação.

Com a realização desse projeto foi possível destinar boa parte desse material para atividades sustentáveis, como produção de porta trecos (Figura 2), vasos para plantas ornamentais e utensílios de decoração. Além da realização desses utensílios, foram feitas

atividades recreativas de pintura, voltadas para educação ambiental em projetos ligados a instituição (UNEMAT), como o projeto “Ciência aqui, Ciência acolá!” que foi realizado no município. Assim abrangendo diversos públicos para essas atividades, que possibilitou conscientizar várias pessoas sobre a importância da reciclagem e aproveitamento das vidrarias.

E como sempre, a arte foi fundamental para o desenvolvimento do sentimento ecológico nas pessoas, pois as oficinas com os vidros permitiam as pessoas desenhar e criar o seu próprio “porta-treco” (utensílio confeccionado para guardar objetos) ou material de enfeite, conforme a criatividade de cada pessoa. Para isso, era distribuído vidros pré-preparados com um acabamento de tinta PVC branca e eles trabalhavam com tintas, criando sua arte. O interessante nessa atividade é que a maioria dos desenhos realizados eram de plantas como flores e árvores, retratando um ambiente saudável (Figura 3).

Então, durante este tempo o projeto alcançou vários objetivos, entre esses objetivos, como: ajudar na coleta de materiais recicláveis (vidrarias), conscientizar a população da importância da coleta e destinação de material de forma correta, e por fim, mostrar meios de ter uma economia através da reciclagem de vidrarias, uma vez que todos os vidros quando eram finalizados tinham um visual muito bonito, o que fazia os mesmos possuir um valor comercial alto e potencial para decoração de casa. O projeto “Vida aos Vidros”, proporcionou vários resultados, tanto para os acadêmicos e gestão envolvidos, quanto a sociedade que o projeto englobava, uma vez que o principal resultado foi a conscientização e educação ambiental que o projeto trouxe para as comunidades durante as oficinas.

Embora a projeto fosse aberto ao público, as crianças eram o foco, uma vez que elas estavam em processo de aprendizagem, e nessa etapa da vida todo o conhecimento sobre o ambiente é bem-vindo. Vale destacar que toda atividade realizada com as crianças era realizada com supervisão dos pais e monitores do projeto, visando a segurança dos pequenos. Os adolescentes, que estão na faixa de 13 a 18 anos, foram em maioria público feminino. As meninas se interessaram muito no processo de criar artesanato, onde participavam e davam Feedbacks positivos do projeto. Os desenhos envolviam mais sentimentos, como: gatinhos (fofura), flores (beleza) desenhos abstratos (simetria).

Esse público embora representado em grande parte por mulheres, também tinha uma parcela masculina, mas geralmente seus desenhos eram uma cópia dos outros participantes. Contudo participavam e o feedback deles eram.



Os adultos eram o menor público que participava do projeto, entretanto eles eram muito participativos e sempre curiosos sobre como era feito os vidros antes de chegar ao ponto de pintura. Tinham interesse e curiosidade para replicar a atividade em casa e conseguir uma renda a mais, o que foi muito gratificante para nós envolvidos no projeto, uma vez que quanto mais pessoas interessadas, menos material (vidros) seria descartado no ambiente.

Esperamos que entre os inúmeros adultos que participaram e tiveram intensão de replicar a prática, continue com a ideia de artesanato.

Figura 2. Montagem do porta treco: (A) Vidros e garrafas doadas; (B) Limpeza de vidros; (C) Corte de vidros com máquina de corte de vidraria; (D) Garrafas partidas ao meio e lixadas; (E) Preparo das garrafas com prime; (F) Secagem de tinta prime nas garrafas, (G) Colagem de papel de decoupage e finalização.



Fonte: Autores

Figura 3. Atividades recreativas de pintura voltadas para educação ambiental: (A) Vidrarias com PVC, preparados para pintura; (B) Isopor com tintas distintas para pintura; (C) Bucha de louça com formato quadricular para pintura; (D) Pintura de garrafas e porta trecos.



Fonte: Autores



## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto Vida aos Vidros foi um projeto muito importante, pois possibilitou o aprendizado para a comunidade local utilizando meios recicláveis. Além disso, possibilitou que pessoas de várias idades aprendessem mais sobre o meio ambiente e como preservá-lo.

Com esta atividade, foi possível realizar o reaproveitamento de materiais que seriam descartados de forma inapropriada, transformando-os em um material que tanto pode ser usado para enfeite, quanto possuir finalidade específica como os vidros, e vidrarias que foram transformados em porta trecos e peças de decoração usando tinta e materiais de artesanato.

Por fim, o projeto foi muito além do proposto, pois trouxe resultados positivos individuais para cada participante dessa ação.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UNEMAT pela oportunidade de participar deste projeto de extensão, em especial à professora Isane Vera Karsburg, idealizadora do projeto.

## REFERÊNCIAS

- ABIVIDRO. Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro. Porque o vidro é a melhor opção para reciclar. ABIVIDRO, São Paulo, 2021.
- AZEVEDO, J. A importância da reciclagem. eCycle, 2022.
- FREITAS, J. H. D. Um estudo sobre reciclagem de vidro em Goiânia—caso uniforte. 2023.
- GUIMARÃES, D. Sustentabilidade. Meio Sustentável, 2019.
- LEFF, E. La apuesta por la vida: imaginación sociológica e imaginários sociales em los territorios ambientales del sur. México: Siglo XXI Editores, 2014.
- LIOTTO, P. F.; SANTANA, G. P. O uso do vidro em concreto: revisão. Scientific Amazonia, v. 9, n. 2, C1- C12, 2020.
- SANTOS, I. R. S.; LIMA, J. N.; CASTRO, E. R. C. Estudo de substituição do agregado graúdo no concreto por resíduo de vidro. Congresso Internacional de Patologia y Recuperación de Estructuras, 15 ed., Universidad Nacional de Salta, Argentina, 11-21p. 2019.
- TEIXEIRA, C. J. Sustentabilidade: o que é, como funciona, benefícios e exemplos. FIA, 2021.
- TRENTIN, P. O.; MANICA, J.; VANZETTO, S. C.; MARANGONI, B.; ZALESKI, A. Substituição parcial de agregado miúdo por resíduo de vidro moído na produção de argamassa. Matéria(Rio de Janeiro), vol. 25, no. 1, 2020



**AMPLLA**  
EDITORA

