

M E I O   A M B I E N T E  
S U S T E N T A B I L I D A D E  
&  
T E C N O L O G I A



(Organizador)  
José Henrique Porto Silveira



  
Editora Poisson

16

Organizador  
José Henrique Porto Silveira

# Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia Volume 16

1ª Edição

Belo Horizonte  
Editora Poisson  
2023

**Editor Chefe:** Dr. Darly Fernando Andrade

**Conselho Editorial**

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais  
Ms. Davilson Eduardo Andrade

Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas  
MSc. Fabiane dos Santos

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia  
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

M514

Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia  
- Volume 16/ Organização: José Henrique  
Porto Silveira - Belo Horizonte - MG:  
Editora Poisson, 2023

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-312-6

DOI: 10.36229/978-65-5866-312-6

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Meio ambiente 2. Gestão. 3. Tecnologia  
I. SILVEIRA, José Henrique Porto II. Título

CDD-333.72

Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.

Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

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

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

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

# SUMÁRIO

**Capítulo 1:** A Educação em Direitos Humanos e a agroecologia como processos de emancipação e liberdade ..... 07

Ana Claudia Lima da Silva, Gildo Ribeiro de Santana

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.01

**Capítulo 2:** Educação ambiental nas unidades escolares e a importância da preservação dos recursos naturais para os estudantes do Ensino Fundamental II: Estudo de caso ..... 12

Samuel Guimarães Bispo

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.02

**Capítulo 3:** Impacto Ambiental: Uma proposta metodológica para o ensino de ciências numa perspectiva argumentativa com o uso de resolução de problema e jogo didático “Salve o Rio” ..... 38

Caroline Vitória Alves Amorim, Suely Alves da Silva, Analice de Almeida Lima, Maria Elizabete Pereira dos Santos

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.03

**Capítulo 4:** A contabilidade em emergia de uma residência popular no Brasil..... 59

Jorge Creso Cutrim Demétrio, Fernando Jorge Cutrim Demétrio, Fernando Lima de Oliveira, Letícia Rie Yoshimura, Marcelo Silva Demétrio

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.04

**Capítulo 5:** A gestão ecossistêmica e turística em Área de Proteção Ambiental Marinha no Rio Grande do Norte, Brasil, e sua associação com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável..... 73

Maria Célia Fernandes, Jurema Márcia Dantas da Silva

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.05

**Capítulo 6:** Análise de indicadores de sustentabilidade aplicados a agroecossistema de assentamento de reforma agrária no Estado do Paraná..... 87

Patricia Balbinotti, Lucas Antunes da Silva, Geane Luiza Viana de Melo, Vinícius Balbinotti, José Ozinaldo Alves de Sena

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.06

**Capítulo 7:** Gestão de água e saneamento básico em uma reserva de desenvolvimento sustentável: Comunidade de Nossa Senhora do Livramento do Tupé (AM)..... 93

Antonio Jorge Barbosa da Silva, Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.07

# SUMÁRIO

**Capítulo 8:** Caracterização geográfica, recursos hídricos e gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba: Um estudo integrado para conservação e sustentabilidade ..... 103

Maria Bianca Cruz Silva, Joabe Caetité dos Santos, Lucas Silva Batista, Naiara Neves Bittencourt, Daniel Pedro Santos Marinho

DOI: 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.08

**Capítulo 9:** Identificação das erosões lineares no município de Ilha Solteira, SP ..... 114

Alessandra Aparecida Conceição Pereira, Hélio Ricardo Silva

DOI: 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.09

**Capítulo 10:** As consequências da poluição do ar na saúde humana: Um olhar para crianças, gestantes e idosos..... 132

Ademir Martine Júnior, Alan Pereira da Silva, Gislaine Cristina de Brito Paulikevis, Silmara Bispo dos Santos

DOI: 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.10

**Capítulo 11:** Modelagem da poluição sonora em uma região central urbana de Goiânia/GO utilizando técnica de interpolação em *software* de Geoprocessamento .. 142

Rômulo Gustavo dos Santos, Lucas Nonato de Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.11

**Capítulo 12:** Mapeamento e caracterização físico-química da precipitação pluviométrica na Região Metropolitana de Belém..... 171

Catharina Rafaela da Silva Travassos, Ítalo Yuri Barros Dias, Larissa Tavares Esquerdo, Monnique Soares Pacheco Monteiro, Aline Noronha Raiol, Gundisalvo Piratoba Morales

DOI: 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.12

**Capítulo 13:** Tolerância à contaminação do solo provocado pelo herbicida diuron + hexazinone e potencial fitorremediador de espécies florestais da família *fabaceae*... 179

Tiago Reis Dutra, Marília Dutra Massad, Kayke Fernandes Santos Lima, Rosineide Alves dos Reis, Grazielle Miranda de Matos

DOI: 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.13

# SUMÁRIO

**Capítulo 14:** Desenvolvimento de mudas de *Plathymenia reticulata* Benth. em resposta a diferentes formulações e doses de osmocote®..... 183

Tiago Reis Dutra, Marília Dutra Massad, Déborah da Silva Pereira, Kayke Fernandes Santos Lima, Rosineide Alves dos Reis

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.14

**Capítulo 15:** Aproveitamento da palha de café como adsorvente do corante violeta cristal em meio aquoso ..... 187

Cleia Teixeira Santos de Franca, Mariele Moraes Brito, Luiz Filipe Nonato Silva, Alexilda Oliveira de Souza

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.15

**Capítulo 16:** Efeitos do pH e da massa na adsorção do corante violeta cristal por argila vermelha ..... 196

Wemilly Lucena Silva, Meiry Gláucia Freire Rodrigues, Antusia dos Santos Barbosa

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.16

**Capítulo 17:** Análise e determinação de propriedades físico-química de sabonetes comerciais, sabonete vegano produzido com óleo de fritura residual e óleo de soja.. 209

Geraldine Angélica Silva da Nóbrega, Ingrid de Carvalho Follone, Amanda Karoline Varela de Medeiros, Camila Renata Fernandes Oliveira, Sara Alves Cândido, Caterine Moreira Fernandes, Henrique Calixto Silveira, Gabrielly Cristina Silva de Sousa, Osmenyo Arnold Freitas Alves, Gustavo Bryan Carneiro de Oliveira, Luis Felipe Costa Silva

**DOI:** 10.36229/978-65-5866-312-6.CAP.17

**Autores**..... 222

# Capítulo 1

## *A Educação em Direitos Humanos e a agroecologia como processos de emancipação e liberdade<sup>1</sup>*

*Ana Claudia Lima da Silva*

*Gildo Ribeiro de Santana*

**Resumo:** Esta pesquisa tem como objetivo identificar a contribuição e o vínculo entre a agroecologia e a educação para o trabalho socialmente produtivo. Refletir sobre a agroecologia e os direitos sociais à educação e ao trabalho e seus desdobramentos no âmbito da Educação em Direitos Humanos desde o ponto de vista de uma educação crítica, emancipadora e libertadora. Metodologicamente se trata de uma pesquisa qualitativa de base bibliográfica. Para o desdobramento da pesquisa foi utilizado um referencial teórico metodológico com abordagem de revisão de literatura, em que se apoiam os estudos.

**Palavras-chave:** Cidadania; Trabalho no campo; Autonomia.

---

<sup>1</sup> Este texto é versão ampliada de um trabalho apresentado no 5 Seminário de Agroecologia e 4 Seminário de Educação do Campo organizado pelo IFPE em Recife, entre 23 e 27 de maio de 2022.

## 1. INTRODUÇÃO

Na luta por direitos entre o Estado e a sociedade civil a agroecologia tendo como sujeito principal o trabalhador do campo, apresenta o desafio na construção de alternativa sustentável no trabalho agrícola. O debate se justifica pela relevância de clarear o entendimento a respeito da agroecologia e sua importância para o meio ambiente e para a produção agrícola sustentável, na perspectiva da educação para o trabalho no campo através dos princípios da Educação em Direitos Humanos. Diante da complexidade do tema, será adotado para o desdobramento da pesquisa um referencial teórico metodológico com abordagem de revisão de literatura, em que se apoiam os estudos. Procuraremos apresentar as questões centrais desta abordagem do ponto de vista acadêmico em relação à agroecologia, a educação para o trabalho no campo e a Educação em Direitos Humanos.

O vínculo entre a escola e o trabalho na perspectiva da agroecologia está focado na educação e na direção de transformação dos processos de emancipação dos sujeitos de direito. O trabalho como atividade criativa deve permear os processos educacionais. O princípio educativo do trabalho tem como essência idealizá-lo de forma destacada como uma forma mediante a qual, em qualquer tempo histórico, se delibera o modo humano de existir, criando e recriando o ser humano (FRIGOTTO E CIAVATTA, 2012).

Numa primeira análise, é importante observar que o trabalho como reflexo da construção da cidadania dentro da sociedade, precisa passar pelo processo de transformação. Cumpre a agricultura um comprometimento com os princípios basilares da agroecologia, cujos sujeitos, os trabalhadores do campo, assumem o desafio na construção da luta social do trabalho e com a formação de uma consciência de classe trabalhadora tendo os princípios da agroecologia implementada em suas bases. A agroecologia é um enfoque científico, uma ciência recente que se destina a apoiar e sustentar à transição e modelos de desenvolvimento rural atuais, e de agricultura convencionais como caracteres de desenvolvimento rural e de agriculturas sustentáveis (CAPORAL; COSTABEBER, 2000).

Compreende-se a agroecologia como um campo de conhecimentos, de caráter multidisciplinar, com a pretensão de colaborar na construção de estilos de agricultura de fundamento ecológico e na preparação de estratégias de desenvolvimento rural, tendo como referência os ideais da sustentabilidade sob a expectativa multidimensional a extenso prazo (CAPORAL; COSTABEBER; PAULUS, 2006).

Nota-se ainda a partir dos fundamentos teóricos que a agroecologia obedece a um campo de estudos que almeja compreender e realizar o manipulo ecológico dos recursos naturais para reconduzir o andamento alterado da coevolução social e ecológica, mediante uma influência das forças produtivas que estanquem seletivamente as formas degradantes e espoliadoras da natureza e da sociedade. Essa recondução da coevolução ocorreria mediante uma ação social coletiva de caráter participativo, dotada de abordagem holística usando uma tática sistêmica. Nessa tática, a extensão local desempenhada através da articulação do saber local com o conhecimento científico, se torna capaz de possibilitar a prática de sistemas de agricultura alternativa potencializadores da biodiversidade ecológica e da diversidade sociocultural (GONZÁLEZ DE MOLINA, 1996).



Noutra análise, entende-se que a ação coletiva de caráter participativo que permeia os fundamentos da agroecologia coaduna com a formação dos sujeitos de direito no alcance de sua autonomia, e com o princípio da sustentabilidade evidenciados pelas características da agroecologia a partir das lutas e transformações sociais. A autonomia que repercute no empoderamento do sujeito de direitos, constitui-se como pressuposto fundamental das bases da sustentabilidade como política induzidora de direitos humanos. O conceito de autonomia dos indivíduos, do ponto de vista da emancipação do sujeito, deverá ser construído de acordo e com base na clareza, na visibilidade e na transparência das ações (GOHN, 2005).

O “empoderamento” começa por liberar a possibilidade, o poder, a potência que cada pessoa tem para que ela possa ser sujeito de sua vida e ator social. O “empoderamento” tem também uma dimensão coletiva, trabalha com grupos sociais minoritários, discriminados, marginalizados etc., favorecendo sua organização e sua participação ativa na sociedade civil (CANDAUI, 2007, p. 54).

Em razão da importância da autonomia e do empoderamento do sujeito de direitos, a Educação em Direitos Humanos tem como objetivo modificar cenários de exploração e violência através da conscientização, da emancipação social, e do desenvolvimento da cidadania ativa. A ideia de integrar essa Educação nos muitos viés da sociedade tem como desafio compreender que se trata de uma educação que objetiva a transformação social. A Educação em Direitos Humanos tem como finalidade operar na formação da pessoa em todos os seus aspectos, trazendo uma contribuição para o desenvolvimento da cidadania (TAVARES, 2007).

Aponta-se ainda como importante fundamentação, que o Programa Nacional de Educação em Direitos Humanos – PNEDH evidencia os princípios e fundamentos da Educação em Direitos Humanos, prevê que práticas de caráter coletivo, democrático e participativo, sejam capazes de garantir a cidadania, promovam a equidade e que uma educação de qualidade permeiem o currículo, a formação inicial e continuada dos profissionais da educação e estejam presentes no Projeto Político Pedagógico da escola, nos materiais didáticos-pedagógicos e no modelo de gestão e avaliação (BRASIL, 2006).

Frente a essa concepção, um elemento imprescindível que visa contribuir para a materialização dos direitos e superação das desigualdades sociais é a cidadania ativa. O espaço público encontrado no ambiente escolar é um importante local para o pronunciamento e discussão a respeito dessa reflexão e construção, tendo a compreensão de que a democracia tem base na liberdade e na igualdade de oportunidades do acesso aos direitos para todas as pessoas (SILVA; TAVARES, 2011).

A existência, porque humana, não pode ser muda, silenciosa, nem tampouco pode nutrir-se de falsas palavras, mas de palavras verdadeiras, com que os homens transformam o mundo. Existir, humanamente, é pronunciar o mundo, é modifica-lo. O mundo pronunciado, por sua vez, se volta problematizado aos sujeitos pronunciantes, a exigir deles novo pronunciamento (FREIRE, 1987, p. 54).

Perante o estudo realizado, se torna possível perceber que a agroecologia com foco nos processos de emancipação, cidadania e empoderamento do cidadão e nas práticas de sustentabilidade para a agricultura a partir dos princípios que norteiam a educação, o trabalho no campo e a Educação em Direitos Humanos possibilita um caminho para o desenvolvimento de uma cultura de direitos humanos, que permeia esferas da sociedade, capacita e norteia o sujeito de direito na direção da construção de uma sociedade mais justa, sustentável e democrática, onde os sujeitos tenham consciência dos seus direitos e exerçam uma cidadania ativa. Todas as esferas da sociedade podem encontrar na Educação em Direitos Humanos um terreno fértil para a construção de uma sociedade com vistas a respeitar e preservar a dignidade humana, o meio ambiente e a sociedade.

## **2. METODOLOGIA**

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, desenvolvida através de procedimentos de revisão de literatura, sendo a análise de conteúdo utilizada como instrumento analítico. Na pesquisa qualitativa o referencial teórico é levado em consideração a presença ou a ausência de características num determinado fragmento (BARDIN, 1977). Com intenção de recolher informações que possibilitem compreender o objeto de estudo da pesquisa, ao tempo que todo o processo de coleta é norteado pela busca de dados qualitativos (MARCONNI; LAKATOS, 2008). Para tanto, os procedimentos tem como base os fundamentos da metodologia de revisão de literatura.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Pela complexidade da temática, se faz necessário mais aprofundamento por meio de outras pesquisas, porém, esperamos que o presente estudo possa contribuir para um melhor conhecimento, no âmbito acadêmico e, na sociedade, sobre a abordagem e a relevância da Educação em Direitos Humanos para a agroecologia, nos âmbitos da educação e do trabalho para os processos de emancipação do sujeito de direitos, com vistas a promover uma sociedade mais justa, igualitária, democrática e sustentável.

Na compreensão de que a educação empodera o cidadão e se caracteriza como fatores essenciais no desenvolvimento social, nas ações de natureza sustentável de uma cidadania ativa, entendemos que o papel da Educação em Direitos Humanos é fundamental para o fortalecimento das ações de educação, trabalho no campo e agricultura. Nesta direção, a discussão que permeia o presente estudo gira em torno da seguinte problemática: a agroecologia e a Educação em Direitos Humanos tem contribuído para a sustentabilidade na contemporaneidade? Não basta unicamente o sujeito estar inserido no mundo, na natureza e no meio ambiente, é urgente reavaliar se a sua inserção tem a finalidade de contribuir para a construção de uma sociedade mais justa, sustentável e democrática.

## **4. CONCLUSÕES**

Embora de forma preliminar, percebemos que os estudos apontam que a luta pela efetivação de direitos ocorre com avanços e retrocessos, e o empoderamento do sujeito de direitos através da Educação em Direitos Humanos se mostra como forma de resistência, ações mesmo que ainda estão distantes da sua materialização, o que demonstra a necessidade de desenvolver práticas educativas no âmbito do trabalho no

campo e na agroecologia, ações políticas com base nos direitos humanos que possam de fato, serem efetivadas.

Entendemos que a transição ocorrida no âmbito dos processos agroecológicos em que o pressuposto registra-se na perspectiva do caráter emancipatório e de preservação social e ambiental, são práticas profiláticas capazes de repercutir no meio ambiente de forma holística apesar das especificidades de cada local e o seu impacto no mundo e na sociedade.

## REFERÊNCIAS

- [1] BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. 1. ed. Lisboa: Ed. 70, c1977. 225 p.
- [2] BRASIL. Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos / Comitê Nacional de Educação em Direitos Humanos. – Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, Ministério da Educação, Ministério da Justiça, UNESCO, 2006.
- [3] CANDAU, Vera M. Educação em Direitos Humanos: desafios atuais. In: SILVEIRA, Rosa Maria Godoy (Org.), et al. Educação em Direitos Humanos: Fundamentos teórico-metodológicos. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2007.
- [4] CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, v.1, n.1, p.16-37, 2000.
- [5] CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio; PAULUS, Gervásio. Agroecologia: matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável. In: Tommasino, H.; Hegedüs, P. de. (Eds.). Extensión: reflexiones para la intervención en el medio urbano y rural. Montevideo: Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía – Universidad de la República Oriental del Uruguay, 2006.
- [6] FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. 17. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1987.
- [7] FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria. Trabalho como princípio educativo. In: CALDART, Roseli Salete et al. (Org.). Dicionário da Educação do Campo. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2012.
- [8] GOHN, Maria da Glória. O protagonismo da sociedade civil: movimentos sociais, ONGS e redes solidárias. São Paulo: Cortez, 2005.
- [9] GONZÁLEZ DE MOLINA, Manoel. Introducción a la Agroecología. Madri: Sociedad Española de Agricultura Ecológica, 2011.
- [10] MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de pesquisa. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [11] SILVA, Aida Maria Monteiro; TAVARES, Celma. A cidadania ativa e sua relação com a educação em direitos humanos. Revista Brasileira de Política e Administração da Educação - Periódico científico editado pela ANPAE, [S.l.], v. 27, n. 1, abr. 2011. ISSN 2447-4193. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/rbpae/article/view/19915>. Acesso em: 30 nov. 2021.
- [12] TAVARES, Celma. Educar em direitos humanos, o desafio da formação dos educadores numa perspectiva interdisciplinar. In: SILVEIRA, Rosa Maria Godoy (Org.), et al. Educação em Direitos Humanos: Fundamentos teórico-metodológicos. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2007.

# Capítulo 2

## *Educação ambiental nas unidades escolares e a importância da preservação dos recursos naturais para os estudantes do Ensino Fundamental II: Estudo de caso*

*Samuel Guimarães Bispo*

**Resumo:** Nos últimos 50 anos, com ênfase nas últimas três décadas, a preocupação com a degradação dos recursos naturais tem-se intensificado consideravelmente. E para garantir a qualidade de vida para as gerações futuras, cabe ao homem buscar alternativas de preservação desses recursos; sendo assim, à medida que essa preocupação evolui, surgem diferentes segmentos na sociedade com interesse na preservação do meio ambiente. Assim, essa preservação é de fundamental importância para evitar o esgotamento dos recursos naturais. A EA é fundamental para uma conscientização das pessoas em relação ao mundo em que vivemos, para que possam ter cada vez mais qualidade de vida sem desrespeitar o meio ambiente. O maior objetivo é tentar criar uma nova mentalidade com relação a como usufruir dos recursos oferecidos pela natureza, criando assim um novo modelo de comportamento, buscando um equilíbrio entre o homem e o ambiente. Nesse cenário, propomos buscar a luz da educação regional e, engajados na Política Nacional da Educação Ambiental, novas expectativas para o meio ambiente e para um futuro, embasado na sustentabilidade. Desta forma partindo do princípio da pesquisa científica, documental e da legislação vigente dentre outros, obter uma revisão bibliográfica referente a EA nas unidades escolares regionais, com ênfase no Colégio Municipal Natur Assis. E assim, procurar efetivamente entender e compartilhar como essa unidade escolar se relaciona com o meio ambiente, com a degradação dos recursos naturais e com as ações de preservação ambiental.

**Palavras-chave:** Educação Ambiental; Meio Ambiente; Preservação Ambiental.

## 1. INTRODUÇÃO

Qualquer tipo de processo ou ação que implique na redução da capacidade do ambiente de promover a manutenção da vida e trazer garantias para as gerações futuras são consideradas degradações ambientais. Assim, todo esse processo, na maioria das vezes, está associado a degradação dos recursos naturais. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), os principais causadores da degradação ambiental são as queimadas, o desmatamento e a poluição.

Nos últimos 50 anos, com ênfase nas últimas três décadas, a preocupação com a degradação dos recursos naturais tem-se intensificado consideravelmente. E para garantir a qualidade de vida para as gerações futuras, cabe ao homem buscar alternativas de preservação desses recursos; sendo assim, à medida que essa preocupação evolui, surgem diferentes segmentos na sociedade com interesse na preservação do meio ambiente. Assim, essa preservação é de fundamental importância para evitar o esgotamento dos recursos naturais.

A educação ambiental numa visão bem ampla se traduz na contribuição do ensino-aprendizagem em sensibilizar a população frente a degradação e as alternativas de preservação ambiental. Essa visão de educação ambiental começou a ser estruturada na confecção de uma carta durante a Conferência de Belgrado, em 1975. Nessa Carta de Belgrado, estão as principais sugestões e orientações de como os educadores podem trabalhar temas ambientais nas unidades escolares, visando despertar nos indivíduos um olhar mais crítico em relação ao meio ambiente.

Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), a Educação Ambiental deve ser abordada sempre de forma interdisciplinar e abrangente e, no caso dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – a sugestão é que o tema Meio Ambiente seja trabalhado de maneira transversal. Desta forma, propondo uma formação holística dos indivíduos com uma preocupação em relação aos problemas ambientais, buscando a conservação e preservação dos recursos naturais e a sustentabilidade num viés econômico, social, político, ecológico e ético.

No Brasil, no que diz respeito a Educação Ambiental (EA), vários projetos educacionais são elaborados, a fim de que o conhecimento sobre o ambiente natural seja propagado e apropriado pelos indivíduos envolvidos no processo. Criar valores, habilidades, atitudes, com a finalidade de uma comunidade sustentável, desperta a preocupação individual e coletiva para essa problemática. A Constituição Federal de 1988 e a Lei nº. 9.795/1999, determinam que este assunto deve estar presente em todos os níveis e modalidades do processo educativo, de forma organizada, em caráter formal e não-formal.

Como apontado anteriormente, a EA tem sido referência como uma considerável ferramenta para enfrentar a crise ambiental, podendo ocorrer mudanças no atual modelo hostil à vida. Soler e Dias (2016), destacam que devemos fugir da visão ingênua de que é suficiente a promoção da EA, de forma individual e coletiva, para que a crise seja enfrentada e superada. Corroborando com os autores, Milaré (2011), ressalta que a EA, mesmo através dos melhores métodos e procedimentos, não pode remediar todos os males e deficiências que se encontram na escola e na sociedade. Nem os educadores ambientais e os instrumentos passíveis de combate a crise poderão fazê-lo isoladamente (SOLER E DIAS, 2016).

Na crise ambiental contemporânea, a sociedade constrói a ideia de que a EA serve como alicerce para enfrentar esse problema. Desse modo, a escola é vista como lugar ideal para

o desenvolvimento desse processo. Conforme Costa et al., (2014) e o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP) (2004 e 2006), na educação formal, em particular, a temática já está presente, de alguma forma em todas as escolas. No entanto, segundo os mesmos autores, o cenário é de uma minoria de pedagogos que movimentam iniciativas para incorporar o assunto na agenda escolar de forma espontânea, pois não há imposição da EA como conteúdo programático.

Segundo Trein (2012), atualmente, a escola está marcada por uma cultura do desempenho, pela precariedade do trabalho docente e pela fragilização do compromisso ético-político que dá sentido a identidade profissional dos professores que exercem uma educação crítica. Corroborando com o autor, Janke (2012) destaca que a EA tenta se estruturar num espaço historicamente disputado, acirradamente, entre as correntes tradicionais e críticas, entre o processo educativo pela manutenção do capital contra a luta por uma educação para a transformação social. E ainda, que o cenário de manutenção tem sobrevivido à disputa, numa situação revelada pela instabilidade, falta de qualidade na educação nos espaços formais, de um modo geral e abrangente. Visto que essa situação é resultado das escolhas político-econômicas daqueles que representam democraticamente o povo, mas que se comprometem com interesses privados e de manutenção da ordem social vigente.

Portanto, urge a necessidade de identificar e compreender, dentro do processo educacional, a problemática que tange ao meio ambiente ou que constituem desafios para esse processo, buscando ainda identificar os agentes que impulsionam ou dificultam os vínculos entre a unidade escolar e os recursos naturais. Nesse contexto, cabe ressaltar, que o meio ambiente ao ser reconhecido como imprescindível para a sociedade, integra um conjunto de políticas de educação ambiental e de conservação da natureza que de algum modo pode influenciar o contexto pedagógico dessas instituições (FRIZZO E CARVALHO, 2018).

A sociedade atual produz uma quantidade considerável de resíduos sólidos e as consequências para o meio ambiente dessa produção são devastadoras, necessitando cada vez mais de ações que visem amenizar tais impactos. Para tanto, é necessário desenvolver ações para tornar as futuras gerações bem mais preocupadas com os problemas ambientais, principalmente com o lançamento de resíduos sólidos de qualquer maneira na natureza e sem nenhuma responsabilidade ambiental. Assim, como importante alternativa, temos a EA como ferramenta na mudança de atitude, postura e boa vontade dos indivíduos para uma sociedade ambientalmente mais saudável.

Em nossa sociedade, não é tão fácil abordar EA, essa prática requer profissionais capacitados para trabalhar com ações embasadas em tais princípios. Desta forma, a EA representa um instrumento essencial na mudança de postura dos indivíduos a fim de superar os atuais impasses da nossa sociedade. Santos e Silva (2009) destacam que, somente por meio da EA bem planejada e bem aplicada, em que todos possam assimilar a importância do meio onde vivem, poderá obter-se um resultado positivo. Espera-se que esta pesquisa possa ajudar a promover uma nova forma de pensar e agir dos educandos no ambiente escolar, superando atitudes de falta de respeito entre eles, proporcionando a atuação de forma coletiva e participativa, capaz de fortalecer as ações pautadas numa convivência socioambiental sustentável para todos – homem e meio ambiente.

Nesse cenário propomos buscar a luz da educação regional e engajados na Política Nacional da Educação Ambiental, novas expectativas para o meio ambiente e para um futuro, embasado na sustentabilidade. Desta forma, partindo do princípio da pesquisa

científica, documental e da legislação vigente, dentre outros, obter uma revisão bibliográfica referente à EA nas unidades escolares regionais, com ênfase no Colégio Municipal Natur de Assis Filho - CMNAF. E assim, procurar efetivamente entender e compartilhar como essa unidade escolar se relaciona com o meio ambiente, com a degradação dos recursos naturais e com as ações de preservação ambiental.

## **2. A CRISE AMBIENTAL CONTEMPORÂNEA**

A sociedade capitalista, baseada no consumismo crescente e impensável de bens materiais, acaba descobrindo, a partir dos resultados produzidos nesse processo, que necessita urgentemente de limites para esse modo de vida, ou então colocará um fim nos recursos naturais e poderá condenar a vida no Planeta Terra.

As grandes alterações na estrutura e função dos sistemas naturais da Terra representam uma ameaça crescente para a saúde humana e para a vida em geral em nosso planeta. Tudo isso facilmente observado através de uma insustentável exploração de recursos naturais através das atividades humanas (LIMA, 2015).

Em decorrência deste modo de vida de nossa sociedade, o consumismo tornou-se um dos principais problemas da atualidade, contribuindo para o esgotamento dos recursos naturais e dos problemas ambientais ao longo dos tempos. Soma-se a isso, o processo de urbanização crescente e de industrialização, bem como, à postura inadequada dos indivíduos e a falta de compromisso das autoridades responsáveis em melhorar a qualidade de vida da população – que só tem piorado a cada ano. E as consequências disso, como poluição, enchentes, perda de qualidade das águas e o excesso de lixo nas ruas, que atingem a todos direta ou indiretamente, pondo todos em situação de risco e agravos socioambientais.

Esta é uma questão que nos provoca a reflexão, sobretudo na atualidade, no sentido de que torna-se imprescindível a mudança urgente no relacionamento entre o homem e a natureza, para que possam coexistir futuramente.

Constata-se que o atual modo de produção que o ser humano vem desenvolvendo - pautado tão somente na busca pelo crescimento econômico desenfreado - é insustentável a longo prazo. O fato é que chegamos num patamar de degradação dos ecossistemas que caso não sejam tomadas medidas que proporcionem sua reversão, a própria natureza imporá os limites ao crescimento econômico em decorrência de sua esgotabilidade, terminando por penalizar principalmente as futuras gerações.

A relação do ser humano com o meio ambiente desde os seus primórdios foi sempre marcada pela ocorrência de algum tipo de impacto ambiental. Ainda assim, até pouco tempo atrás a intensidade das atividades humanas não superava a capacidade de regeneração dos ecossistemas pelos seus próprios mecanismos.

As grandes alterações na estrutura e função dos sistemas naturais da Terra representam uma ameaça crescente para a saúde humana e para a vida em geral em nosso planeta. Através de uma insustentável exploração de recursos naturais e humanos a civilização floresceu, mas agora corre o risco substancial, pelos efeitos da degradação, de não garantir o apoio da natureza à vida, no médio e longo prazo.

Segundo matéria publicada no site CARTA CAPITAL<sup>1</sup>, pontuando que os “efeitos nocivos para a saúde humana por conta das mudanças no ambiente são muitos e graves: as mudanças climáticas; a acidificação dos oceanos; a degradação dos solos; a escassez de água; a sobre-exploração da pesca e a perda de biodiversidade; o acúmulo de lixo tóxico, inclusive resíduos nucleares; a redução das florestas e a poluição dos rios; as secas mais longas em várias partes do mundo; tudo isso representa um sério desafio para a humanidade”.

Acrescenta ainda que os níveis de consumo são ascendente, voraz e cristalizado, dirigidos, sobretudo, pelos paradigmas estabelecidos pelo capitalismo, com o uso desenfreado dos recursos naturais, práticas predatórias descontroladas, população mundial com indicadores de crescimento a números cada vez maiores, dão conta de os impactos provocados por este modelo adotado tomarão proporções ainda maiores e mais preocupantes. Para se ter uma ideia, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE –, até o ano de 2030, o Brasil terá 223 milhões de habitantes.

A degradação ambiental é um problema que afeta toda a humanidade indistintamente, seja em relação aos países ricos ou pobres, sendo, portanto, uma característica do mundo contemporâneo. As consequências deste fenômeno já podem ser observadas cotidianamente nos meios de comunicação ao relatarem as catástrofes naturais que vêm ocorrendo de forma cada vez mais constante. Notícias sobre o aquecimento global, degelo da calota polar, inundações, secas etc. - cada vez mais comuns - são o reflexo do desequilíbrio dos ecossistemas que a atuação humana vem provocando.

Como resposta aos acontecimentos naturais ou produzidos pela ação antrópica, ou por um conjunto de ações, existe uma política ambiental sendo forjada global e localmente pelos diversos Estados-Nações (Leis, 1999; Waldman, 1992; Martins, 2006), fazendo-se necessário entendermos a dinâmica, por exemplo, das estratégias de conservação da natureza e os fundamentos da construção de uma questão ambiental.

## **2.1. TIPOS MAIS COMUNS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**

### **2.1.1. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA**

Dentre os problemas que tem afetado a qualidade de vida nos centros urbanos, destaca-se a poluição atmosférica (OLIVEIRA et al., 2019), que tem sido elevada, principalmente, pela crescente concentração de indústrias e circulação de automóveis dentro e nas imediações das cidades (SANTOS et al., 2019). Os automóveis, por exemplo, têm sido responsáveis pela emissão de grande quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera, elevando drasticamente a concentração desse gás dentro das cidades (MAIA; NETTO; COSTA, 2019).

Nesse contexto, pode-se destacar que a poluição atmosférica tem sido, de forma geral, resultado das modificações provenientes da urbanização ocorrida nas cidades, que elevou a concentração e emissão desses poluentes e causou diversos outros problemas socioambientais (MORAES et al., 2019).

A poluição atmosférica causa impactos diretos à saúde humana, comprometendo a qualidade de vida das pessoas, especialmente pela entrada desses poluentes no corpo

---

<sup>1</sup>(GRUPO DE REFLEXÃO SOBRE RELAÇÕES INTERNACIONAIS (GR-RI). Disponível em: <https://www.cartacapital.com.br/blogs/gr-ri/a-crise-ambiental-contemporanea-5192/>).



humano por meio das vias respiratórias, por isso, seus efeitos tem sido amplamente estudados pela medicina (GOUVEIA et al., 2019).

As matérias primas como a madeira, minérios, frutas, ervas medicinais, gêneros alimentícios, etc., são levados para os parques industriais das cidades para serem transformados em produtos industriais cujas indústrias atiram resíduos poluentes nos rios e riachos, além de poluírem a atmosfera com diversos tipos de gases poluentes, entre os quais os gases Clorofluorcarboneto - CFC (s), responsáveis pela destruição da camada de ozônio, a camada que filtra os raios solares que aquecem o nosso planeta; com a destruição da camada de ozônio, as pessoas ficam expostas aos raios ultravioletas, podendo contrair câncer de pele, catarata nos olhos, envelhecimento precoce, etc.

Dessas fábricas também saem os veículos, cujos escapamentos emitem gases venenosos igualmente nocivos ao meio ambiente, e para se conseguir os combustíveis para estes veículos, os solos petrolíferos são perfurados para a extração do petróleo, refinarias são montadas, grandes áreas são desmatadas para a produção da cana, matéria prima para o álcool combustível e assim a poluição só tende a aumentar.

Como o capitalismo busca a venda de produtos e a aquisição de consumidores para eles, campanha de publicidade induz ao consumismo de produtos e isso traz à tona outro sério problema, que é a questão do lixo residencial, que na maioria das vezes acabam nos rios e riachos causando enchentes, desabamentos, destruições, doenças e prejuízos pra população e para os cofres públicos. O problema relacionado ao lixo é tão sério, que muitos municípios não têm mais onde colocarem seu lixo; existem estações coletoras de lixo recicláveis, mas estas são insuficientes. Nos lixões a céu aberto pelo país, coletores de lixo arriscam suas vidas trabalhando no meio de lixos hospitalares, tóxicos e repletos de insetos.

### **2.1.2. DESMATAMENTO**

Desmatamento, também chamado de desflorestamento, consiste na retirada da cobertura vegetal parcial ou total de um determinado lugar. Enquanto alguns enxergam essa prática como uma ação necessária ao suprimento das necessidades do ser humano, outros apontam o desmatamento como um dos maiores problemas ambientais da atualidade

Geist e Lambin (2001) afirmam que as causas dos desmatamentos nas florestas não podem ser reduzidas a uma única variável, pelo contrário, existem combinações de diversos fatores que favorecem a degradação ambiental, tais como: a interação entre a expansão agrícola, o comércio de madeiras, crescimento populacional e a construção de estradas, governança pública, e que podem interagir de maneira diferente, dependendo da dinâmica temporal e espacial de cada região.

A questão do desmatamento tomou grandes proporções a partir da Revolução Industrial. A introdução de novas tecnologias (que proporcionaram o aumento da produção industrial) e o consumo (que aumentou consideravelmente) fizeram com que diversas florestas temperadas e tropicais fossem devastadas, a fim de atender a essa nova demanda.

Os países industrializados apresentaram durante esse período maiores taxas de desmatamento. Com o passar dos anos, essas taxas começaram a cair nesses países e a aumentar nos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos.

O desmatamento pode ser atribuído a diversas atividades, sendo essas, em sua maioria, antrópicas. A retirada da cobertura vegetal está relacionada, por exemplo, com a expansão do agronegócio; com o extrativismo animal, vegetal ou mineral; com a necessidade de explorar matéria-prima para atividades de todos os setores da economia; com a urbanização referente ao aumento das cidades; e também com atividades ilegais que envolvem queimadas propositais e até mesmo exploração de áreas de conservação para fins pessoais, como especulação fundiária.

Devido a esses diversos e complexos fatores que acarretam desmatamento nas florestas, torna-se difícil desenvolver políticas de cunho universal que busquem controlar esse processo (FOLMER e KOOTEN, 2006).

### **2.1.3. SALINIZAÇÃO DOS SOLOS**

O termo salinidade se refere à presença, no solo, de sais solúveis. Quando a concentração de sais se eleva ao ponto de prejudicar o rendimento econômico das culturas, diz-se que tal solo está salinizado. A salinização do solo afeta a germinação e a densidade das culturas, bem como seu desenvolvimento vegetativo, reduzindo sua produtividade e, nos casos mais sérios, levando à morte generalizada das plantas. O processo de salinização (concentração de sais na solução do solo) ocorre, de maneira geral, em solos situados em região de baixa precipitação pluviométrica e que possuam lençol freático próximo da superfície.

O processo de salinização decorre de características ambientais e/ou ações antrópicas (DALIAKOPOULOS et al., 2016). Dentre as características naturais destacam-se transportes de sedimentos com sais para locais não salinizados; ações da ascensão por capilaridade dos solos para superfície; altas taxas de evapotranspiração (RIBEIRO, 2010; BRADY & WEIL, 2012; PEDROTTI, 2015; WALTER et al., 2018).

As ações humanas a contribuirão ao acúmulo de sais são variadas: utilização de água contendo elevados quantitativos de sais (DALIAKOPOULOS et al., 2016); prática de irrigação sem sistema de drenagem; aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas com alta concentração de sais (RIBEIRO, 2010; KANZARI, et al., 2012; PEDROTTI, 2015; SALVATI & FERRARA, 2015).

Os impactos da salinização dos solos afetam a dinâmica de organização espacial das populações, promovendo redução das produções agrícola, deslocamentos populacionais, colocando em evidência a segurança alimentar e a economia das comunidades.

Avaliar os graus de salinização, os riscos e os fatores principais que contribui para o excesso de sais nos solos das áreas susceptíveis à desertificação torna-se importante, visto que, é um fator fundamental para o planejamento e a fomentação de ações e políticas públicas voltadas para os manejos adequados de cada ambiente.

### **2.1.4. QUEIMADAS**

As queimadas são atividades realizadas tanto em áreas de florestas como em áreas de pastagens, ocorrendo para diversas finalidades, como limpeza da vegetação ou preparo do solo, para a agricultura e pecuária. Elas podem ser de dois tipos, natural e humano, causadas pelo próprio meio ambiente ou pelos seres humanos.

As queimadas têm muitas consequências ruins, como:

- aquecimento global
- problemas de saúde
- perda de biodiversidade

As causas das queimadas são diversas, pois envolvem fatores humanos e naturais. A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação reconhece como principais:

Queimadas florestais prejudicam não apenas o local queimado.

- **Raios:** descargas elétricas podem promover incêndios diretos ou indiretos na natureza ou em áreas de pastagens.
- **Incendiários:** incêndios provocados por pessoas a propriedades alheias, sem motivos específicos.
- **Queimadas para limpeza:** geralmente promovidas por agricultores e pecuaristas, em áreas de pastagens ou de agricultura, para renovação do solo e introdução de sais minerais liberados pela prática. Esses incêndios podem atingir áreas florestais e sair do controle.
- **Fumantes:** incêndios originados por pessoas que fumam e descartam as bitucas de cigarro de forma incorreta.
- **Fogos campestres:** provocados por pessoas que acampam ou estão no campo, desenvolvendo alguma atividade, e fazem uma fogueira, que pode alastrar-se.
- **Operações florestais:** queimadas são causadas por trabalhadores que estão nas florestas, que usam do fogo para alguma finalidade.
- **Estradas de ferro:** queimadas promovidas direta ou indiretamente pelas atividades nas estradas de ferro.
- **Diversos:** incêndios que não se encaixam nos grupos anteriores; queimadas que ocorrem de forma rara ou incomum.

Pesquisas realizadas por Radojevic & Hassan (1999) em Brunei Darussalam, nas ilhas Bornéu, indicam alguns dos efeitos que as queimadas de florestas desencadeiam na região: drástica redução da visibilidade, fechamento de aeroportos e escolas, aumento de acidentes de tráfego, destruição da biota pelo fogo, aumento na incidência de doenças, diminuição da produtividade, restrição das atividades de lazer e de trabalho, efeitos psicológicos e custos econômicos. Dentre os sintomas de doenças e doenças observados relatam infecções do sistema respiratório superior, asma, conjuntivite, bronquite, irritação dos olhos e garganta, tosse, falta de ar, nariz entupido, vermelhidão e alergia na pele, e desordens cardiovasculares (Radojevic, 1998).

As maneiras de solucionar o problema das queimadas mais possíveis são muitas às pessoas infratoras e investimento na área da educação, com a conscientização dos problemas que podem surgir com essa prática.

### 2.1.5. POLUIÇÃO HÍDRICA

A qualidade dos ecossistemas aquáticos tem sido alterada em diferentes escalas nas últimas décadas. Fator este, desencadeado pela complexidade dos usos múltiplos da água pelo homem, os quais acarretaram degradação ambiental significativa e diminuição

considerável na disponibilidade de água de qualidade, produzindo inúmeros problemas ao seu aproveitamento. A água pode ter sua qualidade afetada pelas mais diversas atividades do homem, sejam elas domésticas, comerciais ou industriais. Cada uma dessas atividades gera poluentes característicos que têm uma determinada implicação na qualidade do corpo receptor. A poluição pode ter origem química, física ou biológica, sendo que em geral a adição de um tipo destes poluentes altera também as outras características da água.

Ultimamente, o tema água tem-se feito presente nas agências políticas da Europa e também nas internacionais, sendo a principal preocupação ambiental dos indivíduos. A dificuldade em obter esse recurso nas grandes cidades e o alto custo cobrado para se ter acesso a ela nos remete a necessidade de conservá-la e utilizá-la com consciência.

O esgoto doméstico ou industrial, também chamado de efluente, é um termo usado para águas que perderam suas características naturais, ou seja, aquelas que foram alteradas. São compostas por água doméstica, excretas dos seres humanos, água dos comércios e também das indústrias. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) afirmou que em 2010 47,8% dos municípios do Brasil não apresentavam rede de esgoto (PEREIRA et al., 2015).

São consideradas como as maiores fontes poluidoras no país as agroindústrias, devido a enorme quantidade de componentes ricos em matéria orgânica, nutrientes (como fósforo e nitrogênio), graxa e óleos provenientes de todas as atividades relacionadas nesses locais (MEES et al., 2009).

Com o intuito de tratar a água utilizada (contaminada), tanto em redes domésticas, quanto em industriais, criou-se as estações de tratamento de efluentes, conhecidas como ETE. De acordo com a Resolução 357, de março de 2005, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) em seu art.2º, inciso XV, classifica esse sistema como “corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente” (BRASIL, 2005).

A água é indispensável para todas as populações de seres humanos, mas vem sendo utilizada em excesso e frequentemente poluída, tornando-se escassa ou imprópria para o consumo em diversas regiões do mundo, trazendo consequências e diversos prejuízos aos indivíduos e a todos os seres vivos. Considera-se ainda que sua má qualidade (poluída ou contaminada) faz com que se torne fonte de diversas doenças e problemas de saúde.

Desta forma, é necessário dar mais atenção a esse grande problema, alertando os indivíduos sobre a necessidade de adotar atitudes e medidas que possam garantir suas características químicas e microbiológicas, com o intuito de alcançar as condições sanitárias adequadas da água de consumo.

### **3. OS GRANDES DEBATES GLOBAIS SOBRE QUESTÕES AMBIENTAIS**

As conferências ambientais são reuniões em que líderes de diversos países debatem questões relacionadas à preservação do meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável. Foi a partir da segunda metade do século XVIII que se iniciaram os primeiros estudos ecológicos. Contudo, somente na década de 1960, no período Pós-Segunda Guerra Mundial, que as questões ambientais passaram a ser discutidas com vigor, em resposta, principalmente, ao período industrial. Esse período inseriu nas indústrias e no meio rural técnicas inovadoras que intensificaram a produção, acentuando a exploração de recursos naturais.

É válido ressaltar que os impactos ambientais se intensificaram a partir da Revolução Industrial, que mudou todo o cenário mundial em decorrência dos avanços tecnológicos, do modo capitalista de produção, do aumento da produção e, conseqüentemente, do consumo exagerado. O mundo passou a ser assolado por várias catástrofes naturais, que têm despertado na sociedade, nos Estados e na comunidade científica a consciência sobre a gravidade dos impactos sofridos pelo meio ambiente e sobre a necessidade de propor medidas que diminuam os efeitos da ação humana.

Na tentativa de promover estratégias que visem ao desenvolvimento socioeconômico atrelado à preservação do meio ambiente e ao uso consciente de recursos naturais, surgiram as conferências ambientais.

A Conferência de Estocolmo também conhecida como Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, foi realizada no ano de 1972, em Estocolmo, na Suécia. Essa foi a primeira conferência ambiental no mundo e reuniu líderes de 113 países e 250 organizações internacionais para discutir os principais problemas enfrentados pelo meio ambiente. É considerada um marco histórico, pois, a partir dela, surgiram políticas de gerenciamento ambiental envolvendo o engajamento dos Estados na tentativa de diminuir os impactos ambientais negativos.

Essa conferência significou uma constatação, por parte dos Estados, da existência dos problemas ambientais e da extrema necessidade de promover ações para contê-los. Um dos resultados da Conferência de Estocolmo foi a Declaração das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, também chamada de Declaração de Estocolmo. Esse documento aborda sete questões principais e vinte e seis princípios referentes às responsabilidades dos países com a preservação do meio ambiente.

Organizada pelas Nações Unidas, 20 anos após a Conferência de Estocolmo, surge a ECO-92 ou Conferência das Nações Unidas realizou-se no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, e reuniu 172 países. De acordo com a ONU, a conferência reuniu cerca de 1400 organizações não governamentais. A ECO-92 ou Rio-92 retomou os pontos abordados na Declaração de Estocolmo e reconheceu que os problemas que antes tinham abrangência local eram, agora, globais. Um dos pontos abordados é o modelo de desenvolvimento vigente na sociedade, que visa à exploração máxima dos recursos naturais para obtenção de lucro. Constatou-se que esse modelo não conseguiria sustentar-se no século seguinte, em decorrência da escassez de recursos naturais.

A ECO-92 resultou na Convenção-Quadro sobre Mudança do Clima, que discutiu tendências do aquecimento global. Essa convenção teve por objetivo propor metas para a redução da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, responsáveis por acelerar a questão do aumento das temperaturas globais. Daí vem a Conferência das Partes – Protocolo de Kyoto.

Para que isso fosse possível, foram definidos compromissos e metas para todos os países, o que ficou conhecido como Conferência das Partes. Em 1995, ocorreu a Conferência das Partes I (COP-1) em Berlim. Em 1996, a COP-2 em Genebra; e em 1997, foi realizada, em Kyoto, a COP-3, que resultou no Protocolo de Kyoto.

A Rio +10, também conhecida como Cúpula de Joanesburgo ou Conferência Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, reuniu em 2002, dez anos após a ECO-92, 189 países, além de centenas organizações não governamentais. Nessa conferência, realizada na cidade de Joanesburgo, na África do Sul, foram debatidas questões a respeito da preservação do meio ambiente e foram discutidos também problemas de cunho social, como a pobreza.

Um dos resultados dessa conferência foi a Declaração de Joanesburgo. Esse documento destacou problemas de ordem mundial associados à globalização, como a miséria e a fome. Além disso, reforçou que o empenho dos países deveria convergir para o estabelecimento do desenvolvimento sustentável.

A Rio +20, também conhecida como Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, foi realizada no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, em 2012. Recebeu esse nome, porque foi realizada vinte anos após a Rio-92. Dessa conferência, participaram 193 países-membros da ONU e teve uma das maiores coberturas midiáticas da história. Foram retomadas questões debatidas nas conferências anteriores e refletiu-se sobre ações adotadas pelos países desde a Rio-92, identificando aquelas que pudessem orientar o desenvolvimento sustentável para os próximos vinte anos.

O principal objetivo da Rio +20 refere-se ao reforço do compromisso dos Estados com a sustentabilidade. Essa conferência foi organizada pela ONU e levantou um questionamento: “Qual o futuro que queremos?”. Dessa questão, resultou o documento que ficou conhecido como “O futuro que queremos”.

### **3.1. AS IDEIAS DE SUSTENTABILIDADE**

Sabe-se que atualmente vivemos uma crise ambiental que traz com ela impactos podendo ser irreversíveis ao meio, sendo necessário uma reorientação da ação humana e condutas sensatas. Para tanto, torna-se fundamental o conhecimento da sociedade em prol dos recursos naturais. A fim de que esse conhecimento seja apurado, programas de educação ambiental, envolvendo escolas, universidade, sociedade e poder público, devem ser instituídos juntamente com as leis existentes. Além de servir como potencial embasamento para estudos e atividades na educação.

A aplicação de estratégias e ações sustentáveis são de extrema importância para garantir uma melhor qualidade de vida da população. A preocupação com a sustentabilidade do meio ambiente surgiu na década de 1970, quando a necessidade da preservação do meio ambiente começou a chamar atenção. A percepção dos prejuízos que resultaram do aumento da industrialização, iniciado no século XIX com a Revolução Industrial, foi determinante para a compreensão dessa necessidade.

Foi só na década de 1980 que a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU criou a expressão e sugeriu as primeiras medidas de sustentabilidade ambiental. A preocupação com a sustentabilidade é fundamental para reduzir problemas ambientais como poluição, efeito estufa, aquecimento global, extinção de animais e vegetais e o fim de recursos naturais. Um dos maiores desafios para aplicar as medidas de sustentabilidade ambiental é encontrar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e social de um país e a preservação do meio ambiente.

Algumas atitudes simples podem ser adotadas para um dia a dia mais sustentável e voltado à proteção ambiental: usar água com cuidado, evitando o desperdício e reaproveitando a água sempre que for possível; não jogar lixo no chão ou na natureza, o lixo pode contaminar o solo e entupir as saídas de água; criar o hábito de separar e reciclar o lixo doméstico; evitar consumir produtos com embalagens ou sacolas plásticas, esse material não se decompõe e provoca muitos danos à natureza; usar transportes públicos ou outros transportes mais sustentáveis como a bicicleta e o rodízio de carros para diminuir as emissões de gás carbônico na atmosfera; usar a criatividade e reaproveitar

materiais e objetos ao invés de comprar novos produtos; repensar hábitos de consumo e consumir de forma mais sustentável; fazer compostagem para diminuir os resíduos orgânicos e produzir fertilizantes naturais.

O debate sobre a importância da sustentabilidade virou um tema essencial e recorrente a partir da última década do século XX. Como consequência, a procura por produtos e serviços que seguissem os padrões estabelecidos pelo conceito da sustentabilidade aumentaram.

### **3.2. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA VISANDO A MUDANÇA DE POSTURA DOS INDIVÍDUOS**

As questões ambientais estão cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade, contudo, a educação ambiental é essencial em todos os níveis dos processos educativos e em especial nos anos iniciais da escolarização, já que é mais fácil conscientizar as crianças sobre as questões ambientais do que os adultos. A cada dia que passa a questão ambiental tem sido considerada como um fato que precisa ser trabalhado com toda a sociedade, principalmente em escolas, pois crianças bem informadas vão ser adultos mais preocupados com o meio ambiente, além do que elas vão ser transmissoras dos conhecimentos que obtiveram na escola sobre as questões ambientais em sua casa, vizinho e família.

As instituições de ensino já estão conscientes que precisam trabalhar a problemática ambiental e muitas iniciativas têm sido desenvolvidas em torno desta questão, onde já foi incorporada a temática do meio ambiente nos sistemas de ensino como tema transversal dos currículos escolares, permeando toda prática educacional.

#### **3.2.1. AS RAÍZES DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

A EA foi objeto de abordagem em diversos eventos técnicos e políticos ao longo do século XX. A Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em 1972, teve grande relevância para o desenvolvimento e aperfeiçoamento desse campo do conhecimento. Ela foi a primeira da história a reunir 113 Estados, 250 organizações não governamentais e diversas unidades ou agências especializadas da própria Organização das Nações Unidas (ONU) para debater questões relacionadas aos recursos naturais.

A Declaração de Estocolmo, resultante dessa Conferência, é considerada um marco histórico para a EA. Isso porque ela foi reconhecida como instrumento essencial para a solução da crise ambiental internacional. Além disso, a Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano também produziu um Plano de Ação para o Meio Ambiente Humano, documento de fundamental importância para o desenvolvimento do Direito Ambiental e a Educação Ambiental. As recomendações foram reunidas em três grupos: a) programa global de avaliação ambiental; b) atividades de gestão ambiental; c) medidas internacionais para apoiar as ações de avaliação e de gestão.

#### **3.2.2. A CONFERÊNCIA DE BELGRADO E OS PRINCÍPIOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Essa conferência ocorreu na Iugoslávia em 1975, em resposta as recomendações da Conferência de Estocolmo, que reuniu especialistas de 65 países. No Encontro de Belgrado foram formulados princípios e orientações para um programa de EA, em que estava

estabelecido que a EA deveria se contínua, multidisciplinar, integrada às diferenças regionais e orientada para os interesses nacionais. Este Encontro deu origem a Carta de Belgrado, um documento que é considerado um marco histórico para a evolução dos movimentos em torno do tema meio ambiente.

A Carta de Belgrado declara que a meta da educação ambiental é: "Desenvolver um cidadão consciente do ambiente total; preocupado com os problemas associados a esse ambiente, e que tenha o conhecimento, as atitudes, motivações, envolvimento e habilidades para trabalhar de forma individual às questões daí emergentes". Trechos da Carta de Belgrado. "Nossa geração tem testemunhado um crescimento econômico e um processo tecnológico sem precedentes, os quais, ao tempo em que trouxeram benefícios para muitas pessoas, produziram também sérias consequências ambientais e sociais". As desigualdades entre pobres e ricos nos países, e entre países, estão crescendo e há evidências de crescente deterioração do ambiente físico numa escala mundial. Essas condições, embora primariamente causadas por número pequeno de países, afetam toda humanidade.

A recente Declaração das Nações Unidas para uma Nova Ordem Econômica Internacional atenta para um novo conceito de desenvolvimento - o que leva em conta a satisfação das necessidades e desejos de todos os cidadãos da Terra, pluralismo de sociedades e do balanço e harmonia entre humanidade e meio ambiente.

### **3.2.3. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL**

O conceito de Educação Ambiental sempre esteve, de alguma forma, associado ao meio ambiente e ao modo como a sociedade o compreende (VILARINHO E MONTEIRO, 2019). A Política Nacional de Educação Ambiental - Lei nº 9795/1999, Art. 1º, conceitua educação ambiental como os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Sabe-se que atualmente vivemos uma crise ambiental que traz com ela impactos podendo ser irreversíveis ao meio, sendo necessário uma reorientação da ação humana e condutas sensatas. Para tanto, torna-se fundamental o conhecimento da sociedade em prol dos recursos naturais. A fim de que esse conhecimento seja apurado, programas de educação ambiental, envolvendo escolas, universidade, sociedade e poder público, devem ser instituídos juntamente com as leis existentes. Além de servir como potencial embasamento para estudos e atividades na educação.

Neste sentido, a Estratégia Internacional de Ação no Campo da Educação Ambiental e da Formação em Educação Ambiental para a década de 90, promovido em Moscou pela UNESCO no ano de 1987, destacou a importância da formação de recursos humanos nas áreas formais e não formais da Educação Ambiental, e a inclusão da dimensão ambiental nos currículos de todos os níveis (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Na mesma década, o Plenário do Conselho Federal de Educação, no Brasil, aprovou por unanimidade a conclusão da Câmara de Ensino a respeito do Parecer 226/87 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1987), que considera necessária a inclusão da Educação Ambiental entre os conteúdos a serem explorados nas propostas curriculares das escolas de ensino fundamental e médio, como sugeriam os Centros de Educação Ambiental.



A Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988), no Art. 225, Inciso VI, determina “[...] ao Poder Público, promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino [...]”, porém, no decênio de 1990, ocorreram alterações significativas para legitimar a introdução da Educação Ambiental no currículo escolar (VILARINHO E MONTEIRO, 2019).

A Portaria 678/91 (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2002), determinou que “a educação escolar deveria contemplar a Educação Ambiental, permeando todo o currículo dos diferentes níveis e modalidades de ensino, antecedendo a característica transversal do tema meio ambiente”. Já a Portaria 2421 (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1991) instituiu um Grupo de Trabalho de Educação Ambiental com o propósito de definir metas e estratégias para a implantação da Educação Ambiental no país e desenvolver um programa de atuação do MEC na área da educação formal e não formal para a Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.

À medida que essas condições se estabeleciam, em 1996 com a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1998), começa a se estabelecer meios para a inclusão da Educação Ambiental nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), sendo parte da área de Meio Ambiente, determinando temas paralelos, centrando trabalho pedagógico “no desenvolvimento de atitudes e posturas éticas e, no domínio de procedimentos, mais do que na aprendizagem de conceitos” (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 1998).

Para Dias (2004), a Educação Ambiental é “um processo por meio do qual as pessoas aprendem como funciona o ambiente”, sendo dependente dele, como o afetam e obtêm sua sustentabilidade. E ainda se constitui em um processo contínuo e permanente, através de todas as fases de ensino formal e não formal. No decorrer desses anos, as questões referentes a Educação Ambiental têm se ampliado nas escolas, tornando necessário avaliar como é encaminhada a partir de seus projetos. Assim, o reconhecimento do papel da educação justifica o processo de transformação do saber e da associação homem-natureza. Considerando que, é ela quem possibilita a construção de conhecimento ético instituído na consciência de que o ser humano é também um indivíduo parte da sociedade, parte da espécie (MORIN, 2011).

Ainda existem interrupções nos processos de avaliação da Educação Ambiental. Presume-se que esse espaço, para a criação de instrumentos, tem a proposta de realizar a avaliação dos projetos escolares de Educação Ambiental, a fim de garantir um feedback aos seus autores. Na prática, se percebe a ausência de instrumentos de avaliação que meçam se os trabalhos realizados estão de acordo com a legislação vigente (ALMEIDA E PINHO, 2016).

Nesse contexto, esta pesquisa será embasada em destacar e problematizar alguns dos principais conceitos que gravitam no campo da EA, como crise ambiental, sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, entre outros. Porém, a EA isolada não tem a capacidade de reverter o desequilíbrio ambiental e promover uma equidade social. Desse modo, é imprescindível apoiar-se de outros instrumentos, como o Direito Ambiental, os quais, sinergicamente associado à EA e às políticas públicas de proteção ambiental, apresentam maior possibilidade de resultado (TREIN, 2012).

Diante dos desdobramentos no ambiente escolar, é conveniente discutir em que situação mundial e nacional está os múltiplos posicionamentos sobre a EA. Atualmente, a escola, segundo Trein (2012), está marcada por uma cultura do desempenho, pela precariedade do trabalho docente e pela fragilização do compromisso ético-político que dá sentido à identidade profissional dos professores que exercem uma educação crítica.

Considerando tais argumentos, confere-se a necessidade de despertar e desenvolver os conceitos referente à EA é importante na escola, para que os alunos possam despertar interesse sobre a real situação do meio ambiente. Portanto, essa pesquisa será sustentada a partir de artigos, documentos, legislação entre outros, relacionados a proposta citada. Ainda que, não só estudantes, mas a sociedade no todo, perceba a modificação que causamos na natureza, tornando a relação com o meio ambiente desprezível. Para Santana et al., (2018), tal situação nos leva a pensar que somente pela reflexão sobre as nossas ações é que conseguiremos alterar os aspectos negativos, fazendo-se necessário reconhecer que cada um de nós é associado desse processo.

A EA deve possibilitar às pessoas uma visão crítica do ambiente, esclarecendo valores e atitudes que permitam ao cidadão adotar uma postura consciente e participativa em relação aos recursos naturais, que visem à melhoria da qualidade de vida através da reutilização e descarte adequado dos seus resíduos sólidos.

Nessa perspectiva é que a EA se torna fundamental nos currículos escolares, pois auxiliará no entendimento do indivíduo desde sua formação sobre práticas que propiciem a proteção do ambiente, sendo este um processo coletivo, alternado e contínuo.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Pensar a EA voltada para a preservação ambiental no espaço escolar propõe possibilidade de formar indivíduos sensibilizados com as questões ambientais, atuando como um cidadão crítico mediante seu papel na sociedade e acima de tudo, preservando os recursos naturais.

De acordo com Loureiro (2012), a EA é uma dimensão essencial ao processo pedagógico, inserido no centro do projeto educativo de desenvolvimento intelectual do ser humano, enquanto ser consciente da natureza, sendo essa definida a partir dos padrões limitados ao ambientalismo, entendendo o ambiente como realidade essencial e complexa. Assim a EA torna-se muito importante dentro das salas de aula, pois a escola tem como compromisso formar pessoas responsáveis, participativas e reflexivas.

Mediante seus princípios, a EA deve ser integrada nas atividades da unidade escolar como instrumento de resolução dos problemas ambientais, estando diretamente ligada às escolas, organizações não-governamentais e governamentais, dentre tantas outras organizações comunitárias.

A EA pode e deve ser praticada além dos muros das escolas, possibilitando o contato dos educandos com o ambiente, promovendo a interação desses com os problemas da sua comunidade. Cabe assim a ela, formar cidadãos críticos, capazes de observar e modificar o meio em que vivem, deixando de lado pensamentos individualistas, agindo coletivamente, proporcionando através de práticas que visem às questões socioambientais mudanças na sua comunidade.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (2000, p.19) afirma que:

[...] uma das questões que levaram a inserir o meio ambiente como tema transversal no âmbito educacional, foi à contribuição, que, em termos de educação, esta representação pode contribuir para “evidenciar a necessidade de um trabalho vinculado aos princípios da dignidade do ser humano, da participação, da coresponsabilidade e da equidade.

Dessa forma, a escola deve estabelecer esses vínculos a partir de ações e proposições pedagógicas, no ponto de vista interdisciplinar, possibilitando o avanço de uma educação ambiental como um todo. Nessa perspectiva, procurando sanar as dificuldades oriundas das propostas nos projetos pedagógicos, buscando ir além das teorias.

#### **4.1. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ÂMBITO DO RECÔNCAVO SUL**

O Meio ambiente é coisa séria e diz respeito à nossa qualidade de vida e ao mundo que deixaremos para nossos filhos, seja qual for a nossa forma de pensar, agir e lutar. A sua proteção constitui direito fundamental de toda a sociedade brasileira; é condição sine qua non para a garantia da dignidade da pessoa humana, definida na nossa carta magna.

À medida que aumenta a preocupação, em decorrência das consequências da destruição do meio ambiente, novos projetos ambientais que visam combater os seus efeitos são vistos pelo mundo. É fácil perceber que muitos países, organizações, empresas e pessoas estão refletindo sobre as suas práticas ambientais e promovendo iniciativas inspiradoras, capazes de ajudar a construir um futuro bem mais sustentável.

No âmbito regional não encontramos, pelo menos no contexto de nossa pesquisa muitas ações, projetos ou programas devidamente estruturados através de uma Educação Ambiental, que pudessem merecer uma análise e um estudo mais aprofundado; ficando restritas as ações do Grupo Ambientalista Nascentes (GANNA), localizado no Recôncavo Sul do estado.

A propósito, GANNA é uma associação civil sem fins lucrativos ou político-partidários. Essa na verdade é caracteristicamente uma ONG ambientalista, envolvida com diversas ações de preservação da qualidade ambiental no âmbito do município de Santo Antônio de Jesus, fundado em 2000, no dia 23 de maio, quando se registrou em ata a sua reunião de formação. O grupo surgiu com intenções diversificadas de cidadãos preocupados em promover modificações na realidade ambiental da cidade e da região. Constituiu-se inicialmente, de um conjunto de profissionais diversificados, porém, todos moradores da zona urbana de Santo Antonio de Jesus e com bom nível de formação. Hoje o grupo mantém essas características, segundo análise de questionário aplicado por uma pesquisadora, sendo 100% dos indivíduos com formação pelo menos em nível médio e a maioria em nível superior.

Como determinado em seu estatuto, o GANNA tem como objetivo principal “contribuir para a preservação e recuperação do meio ambiente, bem como promover um modelo de desenvolvimento sustentável a nível ético e social, econômico e ambiental, tomando por base, principalmente a questão ambiental.” (ESTATUTO SOCIAL, 2000). Desta maneira, a Educação Ambiental é considerada pelo grupo como um caminho eficiente para a preservação ambiental na cidade, já que promove nas pessoas uma mudança na maneira de perceber e se relacionar com a natureza.

Em concordância com este objetivo, a missão do grupo é constituir-se num centro de debates sobre o meio ambiente, através da realização de palestras, encontros, oficinas e outros eventos promovidos para a conscientização do público do município e região. Mas a missão não se restringe apenas às discussões e avança em direção às realizações, às ações de recuperação de nascentes e corpos d’água da região.

Após cinco anos de trabalho efetivo na comunidade, o GANNA já realizou uma série de ações em busca da qualidade ambiental na cidade como o plantio de mudas de árvores da Mata

Atlântica, frutíferas e ornamentais na Barragem do Rio da Dona e nas praças e avenidas da cidade; elaboração da Lei de Combate à Poluição Sonora junto à Câmara de Vereadores e Promotoria Pública; organização e promoção de palestras em escolas públicas e privadas da cidade dentre outros.

#### **4.2. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO COLÉGIO MUNICIPAL NATUR DE ASSIS FILHO**

No que diz respeito a educação ambiental no Colégio Municipal Natur de Assis Filho, observamos que algumas ações foram realizadas in loco, a fim de que o conhecimento sobre o ambiente natural fosse propagado; fomentando a criação de valores, habilidades e atitudes, com a finalidade da promoção de uma comunidade sustentável, bem como, despertar a preocupação individual e coletiva para essa problemática.

Por conta do município de Ubaíra estar passando por uma crise hídrica há alguns anos, mesmo inserido numa região de Clima Topical Úmido, o tema ciclo da água mereceu um maior enfoque. O tema água é o que mais tem chamado atenção da comunidade, uma vez que o uso e a ocupação do solo sofre a ação direta do homem (desmatamentos, desvio de cursos de rios), neste sentido, a água acaba apresentando novas formas de relacionamento com os outros elementos da natureza.

Assim, o que temos observado nas séries do Ensino Fundamental do CMNAF é a preocupação e o aprofundamento da consciência ecológica muitas vezes impostas pela necessidade, mas também por ações educativas desenvolvidas no âmbito da unidade escolar.

As atividades desenvolvidas no referido colégio, deveriam propiciar aos alunos o domínio de conhecimentos básicos, para que os mesmos pudessem ter subsídios para participações nas transformações socioambientais na comunidade. Constatou-se que ao longo dos últimos anos ocorreram algumas atividades/ações no Colégio Municipal Natur Assis Filho:

- 1) Elaboração de material didático (por professores e alunos) para aula de campo. Com a discussão de conceitos, como: Educação Ambiental e sua importância; poluição; contaminação; mata ciliar; papel da vegetação na formação e manutenção do solo; importância da existência de vida na água dos rios; causas da erosão; exploração dos recursos naturais predatória versus sustentada; etc.
- 2) Alguns filmes foram exibidos passando mensagens sobre as questões ambientais. Estes tinham objetivos de gerar discussões e subprodutos, como atividades artísticas e aulas de campo, após a projeção. Ademais, documentários sobre animais ou regiões também foram exibidos, sendo que, os organizadores procuraram na curadoria do material encontrar/estabelecer certa relação com as características geoambientais da região. Restringindo tais atividades a parte teórica, distanciando assim, o avanço da promoção de uma cultura sustentável que seja efetivamente coletiva e consciente, e de interesse de todos.

### 4.3. PROJETOS E AÇÕES AMBIENTAIS NO COLÉGIO MUNICIPAL NATUR DE ASSIS FILHO

Iniciado em 2017, o Projeto Pedagógico-Cooperando com a água e combatendo o desperdício: uma perspectiva geoambiental, temos observado que o projeto tem se desdobrado em outras ações no âmbito do Colégio Municipal Natur Assis. Durante esse projeto foi debatido temas importantes, ocorrendo uma diferenciação entre 8º e 9º anos. Com os 8º anos foram trabalhados pela professora, com auxílio dos bolsistas do PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência –, uma música e um vídeo objetivando salientar a importância da preservação da água e a compreensão do ciclo hidrológico que sem dúvida serviu para reafirmar a sua importância para a vida de todos os seres vivos. Já nos 9º anos trabalhamos com apresentações em slides, onde abordamos os tipos de nascentes, culminando com um trabalho de campo, fazendo uma relação entre as teorias ministradas em sala com as práticas visualizadas pelos educandos durante a saída de campo. O referido projeto teve como objetivo geral proporcionar os educandos do 8º e 9º anos do Colégio Municipal Natur de Assis Filho (CMNAF extensão), momentos de reflexão sobre a importância e a conservação do meio ambiente e dos recursos naturais, sensibilizando-os quanto a necessidade de sua preservação. No decorrer do projeto, sendo esta uma atividade proposta por professores e bolsistas, foi trabalhado em sala de aula, a orientação dos estudantes dos 8º anos a construção de maquetes, poesias, dança, pinturas, cordel, paródia e peças teatrais. E nos 9º anos, a construção e elaboração de vídeos e seminários, que ocorreram logo após uma saída de campo, envolvendo estudantes do 9º ano, professores e bolsistas. Culminando com tudo que foi proposto, a comunidade escolar realizou um dia de sensibilização, com a realização da palestra com professor do IFBAIANO, Ms. Marco Antônio Reis Rodrigues, onde foi abordado a importância da água e do meio ambiente para a existência da vida.

A avaliação desse projeto foi extremamente positiva, pois gerou debates produtivos, principalmente no dia da visita a comunidade rural da Patioba, momento em que os estudantes fizeram uma intervenção daquilo que foi aplicado nas aulas e nas atividades e ações do projeto.

**Figura 1:** Trabalho de Campo - PIBID



**Figura 2:** Palestra sobre a água e meio ambiente, com o Coordenador PIBID, Marco Antonio R. Rodrigues



#### **4.4 PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO DO COLÉGIO MUNICIPAL NATUR DE ASSIS FILHO**

Uma das problemáticas que tem levantado um conjunto de indagações nas sociedades contemporâneas diz respeito à forma pela qual a humanidade tem se organizado a partir de um modo de produção baseado no acúmulo e na exploração – o capitalismo. Fatalmente, esse sistema tem orientado discursos e práticas alicerçados numa lógica de consumo desenfreado que, em maior ou menor grau tem levado rapidamente a um esgotamento das condições naturais de reprodução da vida no planeta.

A percepção daquilo que mais adiante se popularizaria como “a questão ambiental” entrou na ordem do dia. Discutir os impactos das ações humanas no meio ambiente passou a ser pauta de reivindicações em diversos setores das sociedades. As temáticas giravam em torno do desmatamento, destino do lixo, proteção de cursos d’água, emissão de gases do efeito estufa, etc. Trata-se, portanto, de uma ampla gama de questões arroladas.

Pouco a pouco, as pautas dos Movimentos Sociais, assim como tantos outros indivíduos e coletividades passaram a inserir-se nesse debate adentrando no âmbito acadêmico que, por um lado possibilitou amadurecer a compreensão das questões e, por outro, a promover um olhar ligado a uma suposta autoridade científica aos discursos defendidos. Esse movimento possibilitou direta ou indiretamente que as principais pautas pudessem ser discutidas em âmbito legislativo e muitas delas virem a consolidar políticas públicas de proteção ambiental.

A última metade da década de 80, marcada por um cenário de abertura política após duas décadas de ditadura militar, inaugurou uma série de mudanças tanto no plano de discussões sobre questões antigas dos movimentos sociais em diversas dimensões da vida social, como também, marcou uma guinada nas políticas públicas a partir da Constituição Federal, promulgada no ano de 1988, a chamada Constituição “cidadã”. Na oportunidade, foi possível aprovar a carta que iria reger os institutos jurídicos do país a partir daquele período. No campo das políticas ambientais, o referido documento estabelece que “[...] todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade

o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” (BRASIL, 2018, p. 170).

Entretanto, caberia ao Poder Público regulamentar as determinações da Constituição, adequando às realidades desse país continental. Nesses termos, uma das prerrogativas do Poder Público nos limites da Carta Magna seria “[...] promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;” (BRASIL, 2018, p. 171).

Assim, onze anos depois, surge a Política Nacional de Educação Ambiental. Esta, por sua vez, já no Capítulo I traz o conceito de Educação Ambiental defendido no bojo das políticas públicas à época.

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999).

A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. (BRASIL, 1999).

Considerando uma noção de meio ambiente que não se reduz aos espaços naturais, mas também, aqueles modificados pela ação humana, entende-se a necessidade de trabalhar esta temática. Dentro desse contexto da conservação e recuperação do meio ambiente enquanto bem *comum do povo*, o Colégio Municipal Natur de Assis Filho desenvolve ações permanentes e articuladas com vistas a promover mudanças de posturas, pensamentos e práticas para além do âmbito escolar.

Ainda no campo das políticas públicas, no ano de 2005, institui-se o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), no qual foi possível dar um caráter central às discussões que giram em torno dessa área do conhecimento. Difunde-se a partir da noção de educação ambiental o “[...] caráter prioritário e permanente deve ser reconhecido por todos os governos, tendo como eixo orientador a perspectiva da sustentabilidade ambiental na construção de um país de todos.” (BRASIL, 2005, p. 33 com grifos). Mas, o que se quer exatamente sustentar com a proposta da Sustentabilidade? Em que medida essa noção de Educação Ambiental não está fadada a trilhar um caminho circular e findar em si mesma?

De acordo com o Professor Ivo Tonet da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, não se pode correr o risco de não aprofundar no tratamento das temáticas ambientais ou ecológicas, por assim dizer, sem denunciar o caráter superficial de grande parte das propostas em curso. Para ele, o fundamental seria revelar as fragilidades do *modo de produção capitalista*, trazendo ao centro do debate, a emergência da superação desse sistema predatório.

Infelizmente, todas estas preocupações são marcadas pelo idealismo e/ou pelo politicismo. Ou fazem apelos moralistas à consciência dos indivíduos, dos empresários e dos detentores do poder político ou propõem que os governos tomem medidas, de caráter econômico, jurídico e político, para enfrentar esses problemas. Nem o idealismo, nem o politicismo apontam para a causa fundamental dos problemas ecológicos, ou seja, para a lógica de acumulação do capital que, ao transformar tudo em mercadoria, submete tanto as relações entre os homens quanto as relações entre os homens e a natureza aos imperativos da sua autorreprodução. (TONET, 2015, p. 489).

Reduzida dessa forma, ao mundo das ideias, a necessária superação do modo de produção capitalista – como causa e efeito das problemáticas socioambientais – passa a ser centrada numa busca incessante pela “conscientização ecológica” e pela garantia de políticas públicas de acomodação ao próprio sistema por meio de um aparato jurídico-administrativo. No entanto, ambos os caminhos são insuficientes, embora, importantes. Mas, discutir as dificuldades de construção de um pensamento ecológico inserido num modo de produção anti-ecológico é fundamental para que se assuma uma postura de luta contra as mazelas do sistema capitalista.

Não obstante, compreender os processos históricos é de extrema importância para a formulação de uma Educação Ambiental crítica, pensada a partir da realidade local, os reflexos do panorama global neste universo mais específico de atuação e, portanto, uma noção dialética entre parte e todo. Assim, algumas peculiaridades precisam ser consideradas no trato das questões relativas à inserção da Educação Ambiental, como, por exemplo, a ocupação territorial baseada na invasão colonial. Ubaíra, por sua vez, guarda as marcas desse processo ao longo de sua História.

Essa arremetida pelo território indígena era feita com grande energia; ao mesmo tempo em que lhes tomavam as terras e os aprisionavam como escravos, destruíam suas tabas e cercas defensivas e passavam a consumir os mantimentos encontrados e a realizar novas culturas, muitas vezes, até, usando as mesmas ‘covas’ dos roçados indígenas. (ANDRADE, 2005, p. 73).

Dessa perspectiva emerge a necessidade de inserção da realidade local no cotidiano escolar para uma compreensão baseada na experiência histórica, política e sociocultural vivenciada ao longo de gerações no Vale do Jiquiriçá. Trata-se de uma defesa que implica na construção de espaços formais e não-formais de Educação com vistas a estudos e pesquisas em História local como ponto de partida para pensar a contemporaneidade. Não basta, portanto, que a Educação Ambiental seja percebida enquanto prática desvinculada de seu contexto mais amplo, tampouco, tratada no plano dos ajustes neoliberais de acomodação ao capitalismo. É preciso pensar a relação sociedades/meio ambiente no bojo de suas múltiplas conexões entre o passado e o porvir.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em tela nos levou a perceber a prática da Educação Ambiental como um pensamento complexo e inovador, constituindo um conceito que deve ser inserido em nossas ações cotidianas. E sem sombra de dúvidas, deve estar presente no ensino e na pesquisa das instituições, como meio de fomentar a mudança de hábitos em defesa de um ambiente mais saudável do ponto de vista da relação sociedade/natureza. Neste sentido, as escolas se apresentam como um importante espaço de formação e de aplicação desses conceitos.

Cabe aqui ressaltar, que a realidade vivenciada na sala de aula não apontou um caminho promissor neste sentido – considerando a relação de formação do sujeito para a prática cidadã junto ao meio ambiente.

Essa realidade pôde ser constatada nas experiências do PIBID, bem como, nas respostas obtidas do ex-diretor do CMNAF acerca do objeto desta pesquisa e sua relação com o PPP da escola, quando ficou evidenciado que a Educação Ambiental, enquanto objeto do conhecimento, ainda é tratada de forma superficial; ficando relegada a condição de meras ações em datas comemorativas, como: “Dia do Meio Ambiente” e “Dia Mundial da Água”. Desse modo, fica evidente a necessidade de uma abordagem mais efetiva da EA nos cenários educacionais.

Diante do exposto, cabe ressaltar que já traz um vislumbre de esperança o fato de constar no corpo do texto PPP da referida escola, concepções, marcos legais e bibliografia sobre a temática, pavimentando assim o caminho para o surgimento de um o espírito otimista acerca de um possível avanço nessa direção.

É, portanto, necessário se conhecer novos referenciais bibliográficos e pensar na formação dos professores que atuam nesse campo do conhecimento contido na matriz curricular da unidade escolar, objetivando uma abordagem transdisciplinar ou até mesmo interdisciplinar, aprofundando estudos frente aos instrumentos legais. Faz-se ainda necessário adequar as ações à proposta pedagógica.

A constatação de uma dicotomia entre teoria e prática, dificulta a produção do conhecimento, a sensibilização/conscientização e até mesmo a formação dos sujeitos enquanto promotores de uma práxis ambientalmente correta para o planeta, para si e para o outro. Isso contrasta com o vasto conteúdo de produção científica disponível, carecendo, no contexto da escola, de aproveitamento teórico deste material que porventura possa subsidiar a prática docente.

Contrasta também como a intensa prática política da EA no mundo atualmente; com a preocupação com o futuro do planeta e a valorização da natureza, o que é notório diante das constantes discussões em grupos, encontros, conferências, oportunizando a ampliação e a consolidação da EA em nosso país e no mundo, de modo que atua, fortalecendo as experiências, os debates, e os engajamentos ambientais.

Enfim, os educadores críticos não podem transformar o mundo, mas podem e devem apontar caminhos que mudem o comportamento das pessoas para que estas o transforme, como disse Paulo Freire (1979, p.84); é possível se opor ao sedentarismo e mostrar a transformação se aprofundando e discutir o assunto (GUIMARÃES, [2000]). Loureiro et al (2008) afirma que o futuro da humanidade depende da relação estabelecida entre a natureza e o uso dos recursos naturais disponíveis, por isso, a questão ambiental e a prática educativa vem sendo considerada cada vez mais urgente e importante de se tratar na sociedade.

É necessário hoje, que a sociedade busque práticas, ações e reflexões como educadores ambientais ativos, assim todos poderão compreender que a problemática ambiental envolve a todos, e que o ser humano não é uma peça isolada do MA. Devem perceber suas responsabilidades e necessidades de ação instantânea para a solução dos problemas ambientais (CARVALHO, 2008).

Há tantos desafios para EA construir seu espaço e se legitimar como prática educativa condicionada à transversalidade que pode estar presente em todo lugar, ou até mesmo não estar presente em nenhum lugar como na estrutura curricular de ensino imposta pelos PCNs'. Para tanto, basta começar, e buscar o melhor caminho na formação do sujeito ecológico, e na construção da educação ambiental nas escolas.

Portanto, é necessário que sejam desenvolvidos mais estudos sobre o tema Educação Ambiental na escola, de modo a conscientizar o aluno sobre a importância da conservação ambiental, como e por que conservar/preservar, visando um futuro mais propício ao convívio social em um ambiente sustentável para a relação homem/meio.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me proporcionar perseverança durante toda a minha vida.

Aos meus pais Jose Porfirio Bispo e Amalia Guimarães Bispo pelo apoio e incentivo que serviram de alicerce para as minhas realizações.

Aos meus irmãos Hosana Guimarães Bispo, Moises Guimarães Bispo e Gabrielle Guimarães Bispo pela amizade e atenção dedicadas quando sempre precisei.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, em especial ao meu amigo Ueliton Bispo pelo apoio demonstrado ao longo de todo o curso, que sempre me ajudou com sua experiência.

Ao meu professor orientador Marco Antonio Reis Rodrigues pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo.

A todos os meus amigos do curso de graduação que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo.

Também quero agradecer ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Santa Inês e o seu corpo docente pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso, que demonstrou estar comprometido com a qualidade e excelência do ensino.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, Tereza Joelma Barbosa; PINHO, Ana Sueli Teixeira de. A INTERTEXTUALIDADE ENTRE A POLÍTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **Pontos de Interrogação - Revista de Crítica Cultural**, S.L, v. 6, n. 2, p. 13-30, dez. 2016.
- [2] BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Acidez, Alcalinidade, Aridez e Salinidade do Solo. In. BRADY, N. C.; WEIL, R. R. *A Natureza e propriedades dos solos*. 3ed. Rio de Janeiro: Bookman, 2012, p.76-97.
- [3] 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. Publicada no Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm)>. Acesso em 08 de abril de 2021.

- [4] BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/26264847/artigo-13da-lei-n-12305-de-02-de-agosto-de-2010>>. Acesso em : 20 de abril de 2021.
- [5] BRASIL. Ministério de Educação e do Desporto- MEC. Parâmetros Curriculares da Educação. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/sef/sef/pcn.shtm>>. Acesso em: 29 de maio de 2021.
- [6] BRASIL, Secretaria de Educação fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- [7] BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357, de 17 Março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 07 de outubro. 2021.
- [8] BRUM, A. B. N. Repensando o consumismo: uma reflexão sobre a necessidade de um “consumo responsável”. Santa Maria, 2009. 24 p. Monografia de especialização. Universidade Federal de Santa Maria- Centro de Ciências Rurais.
- [9] DALIAKOPOULOS, I.N., TSANIS, I.K., KOUTROULIS, A., KOURGIALAS, N.N., VAROUCHAKIS, A.E., KARATZAS, G.P., RITSEMA, C.J. The threatofsoilsalinity: a Europeanscale review. Science of The Total Environment, v.573, p.727-739, 2016.
- [10] DIAS, G.F. Educação Ambiental: princípios e práticas. São Paulo: Gaia, 2004. FAGUNDES, L.C.; SATO, L.S.; MAÇADA, D.L. Aprendizizes do futuro: as inovações começaram. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2008.
- [11] DIAS, G. F. Educação ambiental: princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.
- [12] FOLMER, H. e KOOTEN, G. C. Deforestation. University of Victoria, Department of Economics. ResourceEconomicsandPolicyAnalysis (REPA). Workingpaper 2006. Disponível em: Acesso em 07outubro de 2021
- [13] FREIRE, P. [1979] Educação e Mudança. 24<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.
- [14] FRIZZO, T. C. E; CARVALHO, I. C. M. TÃO PERTO E TÃO LONGE: escolas próximas a unidades de conservação e os desafios para a ambientalização do
- [15] currículo. **Revista Espaço do Currículo**, [S.L.], v. 3, n. 11, p. 311-324, 31 dez. 2018. Portal de Periódicos UFPB.
- [16] GEIST, H. J. e LAMBIN, E. F. What drives tropical deforestation?LUCC Report Series No. 4. Land Use and Land Cover Change, International GeosphereBiosphereProgramme. 2001.
- [17] GOUVEIA, N.; LEON, A. P.; JUNGER, W.; LINS, J. F.; FREITAS, C. U. Poluição do ar e impactos na saúde na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil. Ciência & Saúde Coletiva, v. 24, n. 10, p. 3773-3781, 2019.
- [18] GUIMARÃES, M. Educação ambiental: no consenso um embate? Campinas: Papirus, 2000.
- [19] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/pdfs/glossario.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/pdfs/glossario.pdf)> Acesso em 21 de março de 2018.
- [20] LEIS, H.R. 1999. A modernidade insustentável. Petrópolis, Vozes, 261 p.
- [21] JANKE, N. Políticas públicas de educação ambiental. Tese (Doutorado) – UNESP, Faculdade de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Bauru, 2012.
- [22] LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Educação ambiental no contexto de medidas mitigadoras e compensatórias de impactos ambientais: a perspectiva do licenciamento. Salvador: IMA, 2012.
- [23] LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania ecológica e planetária. In. BAETA, Anna Maria Bianchini, SOFFIATI, Arthur, LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo, et all (orgs.). Educação Ambiental repensando o espaço da cidadania. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- [24] LIMA, Marcos Costa. A crise ambiental contemporânea. Disponível em <https://www.cartacapital.com.br/blogs/gr-ri/a-crise-ambiental-contemporanea-5192/>. Acessado em 05

de outubro de 2021.

- [25] KANZARI, S.; HACHICHA, M.; BOUHLILA, R; BATTLE-SALES, J. Characterization and modeling of water movement and salts transfer in a semi-arid region of Tunisia (BouHajla, Kairouan) - Salinization risk of soils and aquifers. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.86, p.34-42, 2012.
- [26] MAIA, J. L. M.; NETTO, V. M.; COSTA, B. L. G. Forma urbana e poluição atmosférica: impactos na cidade do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 11, p. 1-20, 2019.
- [27] MARTINS, M.L.R. 2006. Moradia e mananciais: tensão e diálogo na metrópole. São Paulo, FAUUSP/FAPESP, 206 p.
- [28] MEES, J. B. R. et al. Removal of organic matter and nutrients from slaughterhouse wastewater by using *Eichhornia crassipes* and evaluation of the generated biomass composting. *Revista Engenharia Agrícola*, v. 29, n. 3, p. 466-73, jun./set. 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000300013>
- [29] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Histórico Mundial. Brasília, DF: MMA, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/politica-de-educacao-ambiental/historico-mundial>>.
- [30] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). Secretaria de Educação Fundamental. Políticas de melhoria da qualidade da educação: um balanço institucional: Educação Ambiental. Brasília, DF: MEC/SEF, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Relat.pdf>>.
- [31] MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (Brasil). Portaria n.º 2421 de 1991. Instituiu, em caráter permanente, um Grupo de Trabalho de EA com o objetivo de definir, juntamente com as Secretarias Estaduais de Educação. Brasília, DF: MEC, 1991. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me4556.pdf>>.
- [32] MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Parecer n.º 226 de 1987. Em relação a necessidade de inclusão da Educação Ambiental nos currículos escolares de 1o e 2o Graus. Brasília, DF: MEC, 1987. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/itemlist/category/15-educacaoambiental?start=112>>.
- [33] MORAES, S. L.; ALMENDRA, R.; SANTANA, P.; GALVANI, E. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 35, n. 7, p. 1-16, 2019.
- [34] MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- [35] OLIVEIRA, M. L. M.; LOPES, M. H. P. S.; POLICARPO, N. A.; ALVES, C. M. A. C.; ARAÚJO, R. S.; CAVALCANTE, F. S. A. Avaliação de poluentes do ar em áreas de recreação urbana da cidade de Fortaleza. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 11, p. 1-15, 2019.
- [36] PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A.T.; SANTOS, P. B.; Causas e consequências do processo de salinização dos solos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.
- [37] PEREIRA, A.A.S. et al. Avaliação da qualidade da água do Ribeirão São João, em Campo Belo Minas Gerais, sob interferência do efluente tratado do abate de bovinos e suínos. *Natureza on line, Ribeirão São João*, p. 101-105, nov./abr. 2015.
- [38] RADOJEVIC, M. Burning issues. *Chemistry in Britain*, v. 34, n. 12, p. 38-42, 1998.
- [39] RADOJEVIC, M. & HASSAN, H. Air quality in Brunei Darussalam during the 1998 haze episode. *Atmospheric Environment*, v. 33, n. 22, p. 3651-3658, 1999.
- [40] RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Orgs.) Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010, p.12-19.
- [41] SALVATI, L.; FERRARA, C. The local-scale impact of soil salinization on the socioeconomic context: An exploratory analysis in Italy. *Catena*, v. 127, p. 312-322, 2015.
- [42] SANTANA, A. P; BEZERRA, K. R. P; MELO, A. F; MÜLLER, L. P. Interface da educação ambiental com o currículo da educação básica nas temáticas apresentadas no VI Encontro Pesquisa de Educação Ambiental. **Horizontes - Revista de Educação**, Dourados, Ms, v. 6, n. 12, p. 117-128, dez. 2018.
- [43] SANTOS, F. S.; PINTO, J. A.; MACIEL, F. M.; HORTA, F. S.; ALBUQUERQUE, T. T. A.; ANDRADE, M. F. Avaliação da influência das condições meteorológicas na concentração de material particulado fino

(MP2,5) em Belo Horizonte, MG. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, n. 2, p. 371-381, 2019.

[44] SOLER, A.; DIAS, E. A. A educação ambiental na crise ecológica contemporânea. **Acesso Livre**, S.L., n. 5, p. 146-164, jul. 2016.

[45] TREIN, E. S. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA: CRÍTICA DE QUE? **Revista Contemporânea de Educação**, S.L., v. 7, n. 14, p. 295-308, dez. 2012.

[46] VILARINHO, L. R. G.; MONTEIRO, C. C. R. PROJETOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL ESCOLAR: UMA PROPOSTA DE AVALIAÇÃO. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, Sp, v. 14, n. 1, p. 439-455, dez. 2019.

[47] WALDMAN, M. 1992. Ecologia e lutas sociais no Brasil. São Paulo, Contexto, 132 p.

[48] WALTER, J.; LÜCK, E.; BAURIEGEL, A.; FACKLAM, M.; ZEITZ, J. Seasonal dynamics of soil salinity in peatlands: A geophysical approach. *Geoderma*, v.310, p.1-11, 20128.

# Capítulo 3

## *Impacto Ambiental: Uma proposta metodológica para o ensino de ciências numa perspectiva argumentativa com o uso de resolução de problema e jogo didático “Salve o Rio”*

*Caroline Vitória Alves Amorim*

*Suely Alves da Silva*

*Analice de Almeida Lima*

*Maria Elizabete Pereira dos Santos*

**Resumo:** O presente trabalho fundamenta-se em apresentar as contribuições do jogo didático Salve o Rio como estratégia no processo de ensino-aprendizagem em ciências no Ensino Fundamental II, uma vez que vários estudos elucidam as dificuldades de apropriação de conteúdos da disciplina por parte dos estudantes, mostrando a necessidade do desenvolvimento de metodologias didáticas alternativas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização do jogo Salve o Rio como estratégia metodológica para motivar e despertar o interesse dos estudantes para o conteúdo de Educação Ambiental. O estudo foi desenvolvido e aplicado com 24 (vinte e quatro) alunos do 9º ano de uma escola municipal da cidade do Recife, em Pernambuco, cujas turmas haviam estudado anteriormente o conteúdo de Educação Ambiental. Observou-se a interação entre os alunos, a relação professor/aluno e a forma de argumentação das equipes no momento da aplicação do jogo. Com isso, percebeu-se que houve um aumento do caráter cooperativo entre os participantes e um clima de entusiasmo e envolvimento na execução do jogo. Quanto ao processo educativo, o jogo didático Salve o Rio se caracterizou como ferramenta auxiliar de ensino de ciências.

**Palavras-chave:** Educação ambiental; Ensino de ciências; Jogo didático.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o advento da globalização, definida por Stiglitz (2002, p. 2) como “a integração mais próxima de países e povos do mundo”, nossa sociedade passou a ter a necessidade de uma evolução constante e, de certo modo, frenética, fazendo com que passássemos a consumir cada vez mais, produzindo cada vez mais lixo e gerando diversos problemas ambientais. A poluição, a escassez de água e o desmatamento são alguns exemplos dos problemas ambientais em foco na atualidade. Sendo assim, diante dessa problemática, surge a necessidade de uma conscientização ambiental em todas as partes da sociedade, buscando amenizar os impactos já causados pelo consumismo desenfreado, e direcionamento para a criação de novas políticas sustentáveis que conduzem as práticas sociais.

O jogo *Salve o Rio* foi desenvolvido a princípio para a apresentação do seminário de ciências e tecnologias da prefeitura do Recife em 2021. Este seminário tinha como proposta ideias sustentáveis. O jogo utilizou as aulas de educação ambiental, que os alunos já possuem em sua matriz curricular, como base para a preparação das aulas de suporte sobre o tema, pois a partir das aulas já desenvolvidas pelo professor da escola o plano de aula para o jogo foi montado. Foi visto que durante as aulas de sustentabilidade e educação ambiental, realizadas pela professora da disciplina, o uso constante de palavras como: *preservação ambiental, pegada ambiental, ecossistema, vida sustentável*, entre outros termos. Diante disso, foi verificada a necessidade do aluno em desenvolver o senso crítico diante de problemáticas atuais e do cotidiano escolar/estudantil. Visando um melhor engajamento dessa proposta resolvemos trazer Situações-Problema (SP) como foco a temática educação ambiental e sustentabilidade.

Meirieu (1998) defende que a situação-problema só é verdadeiramente caracterizada quando o sujeito realiza uma aprendizagem precisa. Isso significa dizer que o sujeito necessita transpor a barreira do conhecimento para realizar a tarefa de aprender, que é justamente o objetivo da proposta de uma situação-problema: propor um desafio a ser ultrapassado. Já para Lopes (1994), o aluno precisa se sentir parte do problema para que ele consiga e tenha estímulo necessário para resolvê-lo. É importantíssimo, então, que a situação-problema venha atrelada a uma contextualização. Além disso, o professor em sala deverá ter em mente que ele é o mediador do jogo, agregando os conhecimentos necessários para uma possível intervenção, mas que o aluno será a parte ativa e responsável pela própria aprendizagem, construindo, questionando e levantando hipóteses acerca da situação-problema proposta (LEGEY, 2012).

Para que a aprendizagem se torne mais completa é necessário que o estudante relacione o conhecimento prévio com o conhecimento científico para resolução de problemas no ensino de Química e de Educação Ambiental, identificando e propondo investigação do problema selecionado. As questões ambientais que são pertinentes para o nosso cotidiano são inseridas por meio das aulas de Sustentabilidade oferecidas pela escola, pois, na base curricular discente, são temas importantes para a formação do cidadão. Por esse motivo, escolheu-se o tema de Educação Ambiental e Sustentabilidade para a abordagem e aplicação do jogo criado.

Com o surgimento de novas técnicas e de novas formas de evolução tecnológicas, o meio educacional exige uma visão mais moderna no que se refere ao enfrentamento da poluição, buscando uma maneira cada vez mais eficiente de poluir menos ou, se possível, não poluir. Diante disso, podemos observar como o estudo de educação ambiental pode

desenvolver um cidadão responsável e capacitado para um mundo cada vez mais sustentável.

Antes de incorporarmos uma visão mais moderna no que se refere à discussão sobre Educação Ambiental, devemos lembrar que nada disso seria possível sem a Conferência de Estocolmo (1972), que representa o primeiro marco na história de aproximação entre os direitos humanos e o meio ambiente, trazendo consigo a importância da conservação ambiental ao propor uma forma de todos os países cooperarem. Dessa forma, em 1987, foi redigido um documento conhecido como Relatório de Brundtland (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988). Nele são relatados alguns fatores que contribuem para a elevação da poluição e apontam a incoerência entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de consumo, trazendo à tona, mais uma vez, a relação entre ser humano e meio ambiente. Esse modelo de desenvolvimento precisou ser elaborado para atender às gerações presentes sem comprometer as gerações futuras, ou seja, ele é um princípio fundamental para o desenvolvimento sustentável, pois consegue inibir o esgotamento de recursos naturais para o futuro.

Quando nos apropriamos de tais subsídios para estudo, podemos aplicá-los de diversas formas: jogos didáticos, por exemplo, podem ser amplamente utilizados para atrair o estudante para o pensamento crítico. Segundo Oliveira (2001), os jogos educacionais têm o objetivo de proporcionar entretenimento para o usuário, viabilizando seu desenvolvimento socioafetivo e cognitivo.

Uma situação de jogo oferece aos usuários intensa interatividade, permitindo ampliar as relações sociais no ambiente de ensino, cativando o interesse dos alunos em relação a temas muitas vezes difíceis de serem apresentados por outras abordagens. A essência do jogo educacional é a aprendizagem com prazer e a criatividade com diversão. (OLIVEIRA, 2001, p. 81).

Para este estudo em específico, realizamos a aplicação do jogo com alunos dos anos finais, do 9º ano, do Ensino Fundamental II de uma escola municipal do Recife. Os estudantes foram participantes ativos durante o jogo: a cada rodada uma nova situação foi apresentada aos alunos e o jogo foi norteado por suas argumentações. Com isso, buscamos responder o nosso problema de pesquisa: Como o uso do jogo didático *Salve o Rio* e estudo de caso por meio de resolução de problemas podem contribuir para o ensino de ciências e para uma educação ambiental?

A pesquisa teve como objetivo geral analisar uma proposta metodológica para o ensino de ciências numa perspectiva argumentativa com o uso de resolução de problemas e do jogo *Salve o Rio* sobre a temática da educação ambiental nos anos finais do Ensino Fundamental II de uma escola municipal do Recife. Especificamente, buscamos investigar como uso de jogos didáticos e estudo de caso por meio de resolução de problemas contribuem para o ensino de ciências na temática educação ambiental e analisar o senso crítico e o percurso de aprendizagem dos estudantes durante a aplicação do jogo didático *Salve o Rio* na temática da educação ambiental.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. O JOGO NUMA PERSPECTIVA HISTÓRICA

Os jogos estão inseridos na História em diferentes épocas e de diferentes formas: jogar está na sociedade como forma de diversão desde muito cedo. O ato de aprender brincando sugere que os jogos devem ser inseridos na vida humana desde criança, para que o indivíduo possa simular atividades desenvolvidas quando adultos, trabalhando o desenvolvimento intelectual.

Platão, em 1948, fala sobre a importância do jogo, de como “aprender brincando”. Aristóteles, por sua vez, afirma que os jogos no meio educacional repassam uma ideia de preparação para a vida adulta, ainda que naquela época a discussão sobre esse tipo de aplicação ainda não estivesse sendo feita (BERNARDES, 2005).

Sendo assim, é possível notar que o elo entre a civilização e os jogos é registrado na história desde os primórdios. Algumas pesquisas apontam que o surgimento do jogo data o século XVI, na Roma e na Grécia, com o objetivo de contribuir com o ensino de letras. Em Roma mais especificamente, a utilização dos jogos era amplamente disseminada como meio de preparação de soldados e cidadãos para que estes passassem a possuir formação física, espiritual e estética. A visão de jogo foi amplamente difundida e modificada durante os anos e registrada na História por meio de artefatos. Também, no antigo Egito e na Mesopotâmia foram encontrados objetos que faziam referência a jogos de tabuleiro (BERNARDES, 2005).

No período medieval para o início do cristianismo, a expansão dos jogos não era bem definida e, portanto, eles eram “considerados delituosos, à semelhança da prostituição e embriaguez” (KISHIMOTO, 1990, p. 40). Para julgarmos um jogo, é necessário que realizemos um detalhamento de suas funções e compreensões, tomando como princípio o conjunto das atividades sociais.

Durante o período renascentista, novos ideais reformularam as concepções pedagógicas acerca de jogos. Quando a visão sobre o jogo é modificada e atualizada, ele deixa de ser visto como objeto sem valor e pecaminoso e passa a ser introduzido no cotidiano dos jovens não apenas como meio de divertimento, mas, sim, como um processo natural.

Antes os jogos eram tidos como exclusivos da nobreza. Posteriormente, ao longo dos anos, o seu uso foi popularizado, sofrendo algumas críticas, mas sendo mais bem aceito na comunidade. No século XIX, o reforço educacional trazido com os jogos agrega valores de diversas áreas, partindo de princípios propostos por Rousseau. Se assumirmos um contexto mais filosófico, notamos que Rousseau norteia Kant, que, por sua vez, influencia Schiller no estudo sobre o lúdico (KISHIMOTO, 1990). Para Schiller *apud* Kishimoto (1990), o jogo torna-se vetor de beleza, harmonia e equilíbrio; então, o jogo irá mostrar-se como uma unidade e como princípio da liberdade e legalidade. É Froebel *apud* Kishimoto (1999), no entanto, quem passa a idealizar o jogo como objeto e ação de brincar.

A estimulação da autoconfiança, aprendizagem e curiosidade da criança são valores primordiais ao convívio em sociedade e são perpassados entre gerações:

A tradicionalidade e universalidade dos jogos assenta-se no fato de que povos distintos e antigos como os da Grécia e Oriente brincaram de amarelinha, de empinar papagaios, jogar pedrinhas e até hoje as crianças o fazem quase da mesma forma. Esses jogos

foram transmitidos de geração em geração por meio de conhecimentos empíricos e permanecem na memória infantil. (KISHIMOTO, 1999, p.15).

Dessa maneira, os jogos recebem destaques em estudos devido à sua presença nas sociedades antigas, atrelado a valores culturais, históricos, crenças e facilitadores de comunicação entre povos. Os jogos foram reformulados ao longo das décadas, sendo visto no século XX como um fator importante para construção, interação e socialização da criança, tornando-se, assim, um objeto de estudo em diversas áreas.

Na área da educação, o jogo recebe mais destaque no início do século XXI, em virtude da difusão dos jogos educacionais no meio acadêmico, no qual, antes, o uso de jogos era visto como algo pecaminoso e sem valor. Hoje ressalta-se que os jogos nem sempre foram tidos como didáticos e ainda hoje sofrem muitos preconceitos e resistências quanto ao seu uso.

A importância dos jogos na educação foi amplamente estudada por vários teóricos como Huizinga (1980), Kishimoto (1990), Piaget (1975), Vygotsky (1984), entre outros. Seus estudos mostraram a importância do desenvolvimento psicopedagógico visando à descentralização individual e incentivo ao imaginário do indivíduo por meio de apropriação de conhecimento.

Piaget (1975) diz que o jogo em sua essência não pode ser visto apenas como divertimento e brincadeira, pois ele está associado ao processo evolutivo do pensamento, sendo indispensável à prática educativa. Para Vygotsky (1984), o papel do jogo é o de experiências vivenciadas pela criança que afetam o desenvolvimento, ou seja, cada tipo de jogo irá contribuir diretamente na personalidade do indivíduo.

## **2.2. O PAPEL DOS JOGOS NA EDUCAÇÃO**

Os jogos são ferramentas que nos trazem diversos benefícios, tanto físicos quanto psicológicos, e são instrumentos amplamente utilizados no ambiente educacional. São, também, modelos didáticos e, se projetados e aplicados da forma correta, como método de ensino-aprendizagem, têm resultados muito positivos.

Jogos são atividades sociais e culturais voluntárias, significativas, fortemente absorventes, não-produtivas, que se utilizam de um mundo abstrato, com efeitos negociados no mundo real, e cujo desenvolvimento e resultado final é incerto, onde um ou mais jogadores, ou equipes de jogadores, modificam interativamente e de forma quantificável o estado de um sistema artificial, possivelmente em busca de objetivos conflitantes, por meio de decisões e ações, algumas com a capacidade de atrapalhar o adversário, sendo todo o processo regulado, orientado e limitado, por regras aceitas, e obtendo, com isso, uma recompensa psicológica, normalmente na forma de diversão, entretenimento, ou sensação de vitória sobre um adversário ou desafio. (XEXÉO, 2013, p. 4).

Lara (2004) afirma que os jogos, ultimamente, vêm ganhando espaço dentro das escolas, numa tentativa de trazer o lúdico para dentro da sala de aula. Acrescenta que a pretensão da maioria dos

professores com a sua utilização é a de tornar as aulas mais agradáveis com o intuito de fazer com que a aprendizagem se torne algo mais fascinante; além disso, as atividades lúdicas podem ser consideradas como uma estratégia que estimula o raciocínio, levando o aluno a enfrentar situações conflitantes relacionadas com o seu cotidiano. (GRÜBEL; BEZ; 2006 p. 3).

Se o jogo aplicado em sala de aula não possuir o efeito pedagógico expresso e se tornar apenas entretenimento, este não será considerado um jogo educativo, visto que poderá ser considerado uma brincadeira sem o ideal didático proposto (ZANON; PALHARINI,1995; INÁCIO; ALMEIDA, 2020). Sendo assim, ao se criar um jogo, é necessário que ele seja bem desenvolvido e planejado para que se torne um recurso pedagógico viável e que contribua para a construção do conhecimento do aluno no momento em que é jogado.

Em 1975, Chateau defendeu que o jogo serve para que o homem desenvolva plenamente as suas potencialidades, abandonando o mundo das técnicas que são restritivas e libertando-se das imposições do mundo exterior. Ele classifica os jogos em: “funcionais, destruição, desordem, euforia, solitários, construção, competição, figurativos entre outros”. Essas classificações determinam a responsabilidade de cada jogador e seu desenvolvimento individual e em conjunto (CHATEAU, 1975, p.14).

Para mantermos a função lúdica e educativa de um jogo pedagógico, devemos, antes de tudo, relacionar conceitos e conteúdo, regras e atividades, e determinar as características e propostas que o jogo tem a oferecer. Segundo Kishimoto (1999), essas atividades devem estar em concordância, pois se a função lúdica for única não passará de um jogo, e se a função educativa for predominante não passará de um material didático. Kishimoto (1999) também defende que o jogo é uma ferramenta importante no ensino de ciências, pois, na medida em que é aplicado, ele promove a aprendizagem das práticas escolares aproximando os alunos dos conhecimentos científicos.

Atualmente, a escola possui papel fundamental para a educação. Onde antes víamos os ensinamentos sendo repassados de pais para filhos, hoje, com a falta de tempo e a grande quantidade de demandas, já podemos observar que os pais confiam a função de educar diretamente às instituições escolares. Essas instituições são espaços onde o aluno passa grande parte da sua vida, garantindo boa parte da sua aprendizagem, que serve como base para a vida em sociedade.

Com a quantidade de recursos tecnológicos, fica cada vez mais difícil garantir o interesse e participação do aluno nas atividades escolares. A busca por recursos e métodos que possibilitem ao professor alcançar objetivos imediatos de ensino-aprendizagem fica cada vez mais evidente nessas atividades, não se esquecendo de ordenar os conhecimentos, atualizar as informações, sintetizar o que foi aprendido para, então, proporcionar a compreensão dos conteúdos.

Sendo assim, podemos perceber que o jogo pode ser considerado um recurso educativo para motivar os estudantes a aprender determinado conteúdo. Nessa vertente não podemos apenas visualizar o jogo como recurso de divertimento, o jogo implica esforço, trabalho, respeito e disciplina.

Além disso, o jogo faz com que as crianças compreendam que conhecer é um jogo de investigação e de produção de conhecimento em que se pode ganhar, perder, tentar novamente, ter esperanças, sofrer com paixão, conhecer com amor; amor pelo conhecimento no qual as situações de aprendizagem são tratadas de forma mais digna, filosófica e espiritual. (MACEDO; PETTY; PASSOS,1997, p.142).

Podemos dizer que o jogo para muitos estudiosos é uma atividade importante, que foi criada com o intuito de desenvolver o homem, objetivando seguir regras e oferecendo autodisciplina no cumprimento das atividades propostas. Se empenhar e respeitar os outros jogadores é um processo incluso no jogo, que oferece a ideia de que em sociedade o estudante deverá seguir regras, condutas e leis, e que, caso não sejam cumpridas, devemos nos responsabilizar pelos nossos atos. Quando muito novas, cinco ou seis anos de idade, a criança passa a perceber as outras crianças, deixando de pensar como um indivíduo singular e passa a pensar em conjunto, comparando resultados e coordenando as intenções dos outros ao redor. Portanto, o professor, desde cedo, deve deixar que as crianças trabalhem de forma cooperativa, permitindo que elas tomem suas decisões para que possam desenvolver a autonomia intelectual e social.

O jogo é uma alternativa de aprendizagem, pois ele melhora o desempenho dos estudantes. A partir dessa perspectiva, o jogo não é tido como o caminho final do conteúdo ensinado, mas, sim, um recurso que pode servir como eixo para conduzir o ensino-aprendizagem. Nos estudos que foram realizados sobre jogos, percebemos que é muito mais analisado o uso dos jogos nos anos iniciais da educação do que em outro nível de ensino. Nas bases curriculares nacionais, notamos que o jogo é utilizado como necessário para que no lúdico o aluno possa construir o conhecimento (BRASIL, 1998).

O aluno ao realizar a atividade proposta, uma atividade significativa, tem a possibilidade de construir conteúdos cognitivos ricos que podem ser aplicados em outras aprendizagens, ou seja, o aluno vai lembrar o que aprendeu, aplicando em outra atividade, já que o estudante agregou conhecimentos anteriores. Segundo Vygotsky (1984), a função psicológica vem de origem sociocultural, em que emergem os processos psicológicos fundamentais, através de interação do estudante com outros membros da sociedade. Essa interação proporciona estruturas orgânicas primordiais, determinando a formação das estruturas mentais mais complexas.

O jogo didático tem sido valorizado para o desenvolvimento das competências em vários níveis de ensino e dos professores. Contudo, não devemos esquecer que o jogo necessita ser muito bem escolhido e elaborado para que este não se perca nos seus objetivos e nas suas limitações. A relação de jogos e conhecimento nos dá uma ampla variedade de ideias referentes a funções e origens, estabelecendo fenômenos cognitivos e sociais. Resolução de problema, construção do conhecimento, ensino-aprendizagem, entre outros, são exemplos de fenômenos cognitivos. Esses fenômenos contribuem para a formação das capacidades do sujeito no processo de ensino-aprendizagem.

### **2.3. ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

O aluno muitas vezes possui dificuldade em realizar uma correlação do conteúdo estudado e seu cotidiano causando repulsão às disciplinas de Química, Física e

Matemática, considerando-as de difícil entendimento. Muitos estudos têm sido realizados para melhorar o ensino de ciências (KONDRAT; MACIEL, 2013), sendo a inclusão de jogos didáticos uma das alternativas para permitir que o estudante faça da aprendizagem um processo interessante e divertido. Para Lopes (1994), o professor ao desenvolver e aplicar um jogo didático oferece subsídios aos alunos para que estes consigam estabelecer relação entre o conteúdo estudado e seu dia a dia, implementando o desenvolvimento intelectual e moral do estudante, facilitando também o método de avaliação do educador.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), temos que os alunos devem “(...) compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica” (BRASIL, 2000, p. 39). O ensino de ciências na escola deve apresentar como objetivo metas como incentivar o aluno a construir o conhecimento, formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas do cotidiano por meio de conhecimento científico e educação ambiental, para colocar em prática valores desenvolvidos no aprendizado escolar, sendo capaz de uma ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento.

O processo de aprendizagem para a Educação Ambiental e de Ciências deve propor preparar o aluno para ações positivas para que, com isso, ele possa ser e agir de forma a valorizar o outro e a natureza. O desenvolvimento e a transformação da sociedade estão relacionados à educação ambiental, demonstrando, assim, a contribuição desta disciplina futuramente para a formação do cidadão.

Segundo Maknamara (2009), diferentes níveis de explicitação da abordagem do ambiente estão relacionados às diferentes possibilidades de relacionamento entre a disciplina escolar e a Educação Ambiental. A utilização de recursos didáticos para realização de ensino em ciências e educação ambiental torna-se um diferencial para o ensino-aprendizagem da criança, pois possibilita a ela estabelecer uma conexão entre conhecimentos científicos e a vida cotidiana.

Um processo permanente, no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornam aptos a agir – individual e coletivamente e resolver problemas ambientais presentes e futuros. (DIAS, 1992, p. 31).

Portanto, não basta apenas construir o conhecimento em cima de atividades que determinamos importantes. Precisamos, também, trazer o conceito de conscientização de uma situação real relacionado à solução de problemas ambientais. O ensinamento sobre a educação ambiental e a relação com a sociedade torna-se algo indispensável para o ensino-aprendizagem nas escolas.

De acordo com Mortimer (1995), o sujeito, em seu discurso, pode selecionar vários significados e representações da realidade ao seu redor, possibilitando diferentes concepções acerca da construção de um perfil conceitual, ou seja, é necessário que o aluno agregue novas ideias científicas sobre o meio ambiente, ampliando todo o conhecimento adquirido ao longo das aulas ou de suas próprias experiências.

## 2.4. SITUAÇÃO-PROBLEMA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O ensino de Ciências no Ensino Fundamental vem vinculado à necessidade do aluno de desenvolver a capacidade de interação com o meio em que vive, associando o conteúdo ministrado pelo professor e o seu cotidiano. Porém, o ensino de Ciências apenas não favorece totalmente todos os aspectos da formação do cidadão, no que se refere à informação. Portanto, é necessário que sejam proporcionadas condições adequadas para o desenvolvimento de habilidades que não são oferecidas somente na sala de aula, mas também por meios de estratégias de ensino bem estruturadas e contextualizadas.

A dificuldade no ensino de Ciências está, em grande parte, no fato de que os alunos não entendem os termos ou não veem relação com o que estudam e a vida diária. Sendo assim, Zanon e Palharini (1995) entende que se o conteúdo estudado pelo aluno não for adequadamente contextualizado, este pode não despertar o devido interesse e motivação. Então, por esse motivo, a procura por atividades didáticas alternativas para o ensino-aprendizagem torna-se cada vez mais necessária e importante para o aluno e professor.

A utilização de situação-problema no ensino de Ciências mostra uma tendência em motivar o questionamento e o senso crítico do aluno. O professor que age como mediador irá guiá-lo para que ele elabore questionamentos e reflexões de modo que a aprendizagem seja atingida. O conteúdo que o estudante irá aprender é o objeto de estudo o qual ele deverá transpor as limitações do conhecimento da atividade proposta. Desta forma, as orientações para essas atividades devem seguir algumas linhas de pensamento, como deduzir, induzir e divergir, respeitando o raciocínio lógico de cada indivíduo, em que ele irá identificar os resultados obtidos das situações-problema relacionando com o conteúdo estudado.

Segundo Perrenoud e Thurler (2002), a tomada de decisão e a mobilização de conteúdos estão diretamente ligadas às situações-problema e ao desenvolvimento de formulação de hipóteses, verificação de resultados e análise das habilidades adquiridas ligadas ao saber. O ensino por situação-problema, então, influencia diretamente os alunos, incentivando-os na busca pelo conhecimento, em que essa abordagem conduz o estudante a interagir mais com o ensino-aprendizagem. Para o professor, trazer situação-problema como estratégia didática possibilita uma maior interação do aluno com o conteúdo estudado e suas vivências, facilitando, dessa maneira, a aprendizagem. Abreu (2006) trabalha a situação-problema de forma contextualizada, não caracterizando somente a aprendizagem pela memorização.

Situações-problema devem ser elaboradas de modo que tragam momentos importantes para o aluno. Nesse sentido, podemos trazer conteúdos atuais para garantir um bom resultado na aplicação das atividades. Considerando isso, partimos por dois fatores importantes: o primeiro é conceber que a aprendizagem deve ser completa, ou seja, deve levar em consideração que o estudante se interessa por conteúdos que façam sentido para ele, aguçando sua curiosidade; o segundo é entender que a necessidade de aprender consiste em construir o conhecimento, com os conteúdos, com o objeto de estudo, desafiando e resolvendo os problemas. Tomando esses dois fatores, ressaltamos que é importante valorizar a ação durante o processo de ensino-aprendizagem. Pode-se entender que o conhecimento não é fornecido a princípio – ele é construído pela relação do objeto estudado e o sujeito.

O contexto situação-problema é atualmente estudado, pois modifica a forma de ensinar, uma vez que norteia o sujeito de modo para que seja constantemente desafiado a observar e analisar aspectos do conteúdo abordado. De modo geral as situações-problema

aplicadas com jogos possuem características importantes, como: elaboração de momentos significativos do jogo, fornecer obstáculos, ou seja, elucidar uma situação em que seja necessária uma tomada de decisão, fornecendo, assim, um domínio e autonomia do aluno com os conteúdos e a situação proposta.

### **3. METODOLOGIA**

O presente capítulo tem como objetivo configurar o perfil metodológico do jogo criado. A natureza da criação do jogo será mencionada de forma que se justifique a necessidade deste como recurso didático no ensino de Ciências e de Educação Ambiental. Por fim, será esclarecido como o sujeito participante da pesquisa foi selecionado.

#### **3.1. SUJEITO E OBJETO DE PESQUISA**

Para esta pesquisa, optou-se por uma abordagem qualitativa, visto que os sujeitos pesquisados são alunos do 9<sup>a</sup> ano de uma escola municipal do Recife. Tendo como sujeito de pesquisa 24 alunos do Ensino Fundamental II, da turma do 9<sup>o</sup> ano A. O critério de escolha da turma foi o fato de a professora da escola realizar as aulas sobre sustentabilidade e educação ambiental nas referidas turmas.

Para que o propósito do trabalho fosse atingido, foi necessário compreender as aulas ministradas pela professora da disciplina. Deste modo, foi possível estabelecer em quais momentos seriam feitas as intervenções necessárias para proporcionar uma melhor experiência aos alunos. As aulas sobre sustentabilidade eram realizadas por uma professora de Geografia. Sendo assim, justificam-se as intervenções em alguns momentos, para contemplar a parte de Ciências.

A escola é de tempo integral em comparação com a escola de ensino regular. Esse modelo destaca-se pelo fato de o estudante passar mais tempo nas dependências escolares, aperfeiçoando-se para a vida em sociedade. O diferencial da escola é destacado pela equipe de discentes, em que cada professor é “tutor” de uma turma, e pelo calendário pedagógico, que é montado de modo que sejam desenvolvidas estratégias que promovam o autoconhecimento do estudante, bem como estimular sua dimensão cidadã.

#### **3.2. QUANTO À CARACTERÍSTICA DA CRIAÇÃO DO JOGO**

Como estamos falando de um jogo educacional, temos de nos apropriar do conhecimento necessário para estabelecer uma relação de ensino-aprendizagem mais ampla e dando espaço para o lado crítico do aluno, relacionando atividades práticas com os conceitos científicos aplicáveis a temas atuais como menciona Santos (2011):

Transformações estão acontecendo em todos os âmbitos da sociedade, trazendo inúmeras inovações em diversos campos do saber. Acompanhá-las exige uma nova postura da escola, na qual a prática pedagógica já não responde. Para uma renovação do ensino de Ciências é preciso uma renovação epistemológica dos professores, em prol de uma renovação didático-metodológica de suas aulas. Para isso, é imprescindível a busca por fundamentação teórica que subsidie a prática docente (SANTOS, 2011, p. 44).

Jogos didáticos são objetos de estudo em várias literaturas como meio de recurso pedagógico para aprendizagem dos alunos. Alguns teóricos configuram os jogos educacionais como uma alternativa indispensável para ensino-aprendizagem. Para Huizinga (1980), o jogo pode ser definido como atividades especiais separadas de tempo e de espaço.

Neste contexto, a problemática estabelecida no jogo é salvar o rio de ser totalmente poluído por uma indústria. O jogo irá levantar questões sociais, visto que, ao redor do rio, mora a população ribeirinha, que é contra a forma como a indústria faz o descarte desse material. Em contrapartida, os empresários alegam que o rio está “morrendo” devido às ações ambientais realizadas pela população que mora ao redor deste rio, gerando, assim, a criação de uma assembleia entre os donos das indústrias, população ribeirinha e mediadores, em que todos irão argumentar sobre o melhor caminho para manter o rio a salvo.

Os grupos são separados e no início do jogo será sorteado quem será a população ribeirinha e quem serão os empresários. O “papel” fixo é o mediador, que será assumido pelo professor. Será sorteado também o tipo de indústria à beira do rio. Esse sorteio ao início do jogo foi definido desta forma de maneira proposital para que seja avaliado como o aluno se comporta com o elemento surpresa.

O jogo educacional diferencia-se do material pedagógico, pois além de conter o aspecto lúdico, também pode ser utilizado como uma alternativa para promover uma melhora no desempenho dos estudantes em determinados conteúdos considerados de difícil aprendizagem (GOMES; FRIEDRICH, 2001), além de aproximá-los com sua realidade.

### **3.3. COLETA DE DADOS**

Visou-se a observar o processo de ensino-aprendizagem a partir dos resultados obtidos durante a aplicação do jogo e das aulas, pois antes da aplicação do jogo foram oferecidos subsídios para o aluno, para que, quando o jogo estiver em andamento, o professor possa avaliar as capacidades cognitivas do aluno em solucionar problemas. Além disso, utilizou-se registros de observação dos alunos, a fim de que o estudante descrevesse as impressões da experiência que o jogo *Salve o Rio* proporcionou.

Para a coleta dos dados do estudo, foram analisados o comportamento e o cognitivo no decorrer do jogo e após a aplicação dele. Essas análises comportamentais e cognitivas são necessárias para que sejam feitas melhorias e incorporações para futuras aplicações deste jogo em outras turmas.

### **3.4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL APLICADAS AO SALVE O RIO**

Educação Ambiental, por se tratar de um conteúdo atual e que já faz parte da grade curricular da turma, havia sido exposto e ensinado em aulas anteriores, necessitando apenas de algumas aulas extras com conteúdo um pouco mais específicos quanto à questão das indústrias e seus impactos na sociedade. Portanto, foi escolhida a turma do 9º ano para a aplicação do jogo, visto que é necessário um conhecimento prévio para alcançar o objetivo pedagógico.

Antes da realização do jogo, foi realizada uma revisão dos conteúdos estudados e aulas referentes às indústrias que estão disponíveis no jogo com o auxílio de um quadro (Apêndice) contendo as indústrias, suas definições, aplicações e impactos causados no



meio ambiente. Isso foi feito com o intuito de relembrar e fortalecer o conhecimento dos alunos sobre o assunto, categorizando os conceitos necessários para o desenvolvimento do jogo, funcionando como suporte de consulta rápida para o jogo e para não comprometer o interesse do aluno. A revisão abordou as seguintes informações: impacto ambiental, pegada ambiental, ecossistema, sustentabilidade e tipos de indústrias.

### 3.5. CONFECÇÃO E CONCEPÇÃO DO SALVE O RIO

Todas as etapas e confecção do jogo foram criadas após as análises dos conteúdos aplicados em sala de aula pela professora da matéria de Educação Ambiental da escola. O jogo foi elaborado de modo que se parecesse com uma assembleia, em que todos os alunos representarão uma “equipe”: a população ribeirinha e o grupo de empresários donos de uma indústria recém-inaugurada. O papel do professor neste jogo será o de mediador no qual irá atuar analisando as argumentações de ambas as partes e apresentando as situações-problema que serão resolvidas ao longo das rodadas.

Como estamos falando de uma indústria, no início do jogo será sorteada a indústria que a equipe de empresários irá representar, norteando, assim, as argumentações de cada equipe. As indústrias disponíveis para sorteio foram: Têxtil, Alimentícia, Petroquímica e Farmacêutica (Figura 1). É importante salientar que cada tipo de indústria possui algum tipo de impacto ambiental diferente. Sendo assim, o aluno precisa compreender a função de cada uma e suas aplicações na sociedade para que possa dar seguimento às argumentações durante a assembleia, isto é, o aluno precisa de um conhecimento prévio para a realização do jogo proposto.

**Figura 1** - Peças para o sorteio do tipo de indústria



Fonte: Imagens retiradas da internet e cortadas na impressora a *laser*.

Os materiais utilizados para a montagem das peças, que aqui chamaremos de discos, que representam cada indústria, foram: MDF, máquina de corte a *laser* e computador. Para os desenhos representativos de cada indústria foi feita uma pesquisa na internet e selecionado o melhor desenho para representação. O desenho, depois de escolhido, foi aplicado ao *software* de desenho da cortadora a *laser*, o Inkscape; em seguida, depois de o

desenho estar alinhado aos padrões, imprimimos na cortadora através do programa K40 Whisperer (figura 2).

**Figura 2** - Ícones do *software* e do programa da cortadora a *laser*



Fonte: [inkscape.org](http://inkscape.org) e [scorchworks.com](http://scorchworks.com)

### 3.6. REGRAS E APLICAÇÕES DO SALVE O RIO

Após os alunos receberem as aulas de revisão e relembrem alguns conteúdos, foi explicada a intenção da aplicação do jogo como estratégia metodológica para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Em seguida, a turma foi dividida em dois grupos e cada grupo sorteou qual parte iria representar: os Ribeirinhos ou Empresários das indústrias. Antes do início da rodada foi sorteada qual indústria seria representada, sendo contemplada a Indústria Petroquímica. O papel do professor neste jogo é o de mediador das situações-problema e de avaliador no que se refere ao acordo chegado entre as partes para salvar o rio.

O objetivo do jogo é salvar o rio de ser poluído e de morrer em decorrência da poluição e utilização dos recursos. Para que isso não ocorra, as partes têm de achar uma solução viável e sustentável que contemple não só a população que mora às margens do rio e empresários, como também o rio.

Cada rodada foi norteadas com situações-problema, que serão solucionadas pelos próprios alunos. São elas: 1) A assembleia foi criada para discutir a poluição do rio, e as partes (população ribeirinha e dono da empresa) foram convocadas para argumentar sobre as possíveis causas dessa poluição e como combatê-la. A partir deste ponto o mediador pode passar a palavra para uma das partes e dar início ao debate; 2) Foram realizados testes nas águas do rio e foi constatado um grande grau de poluentes (de acordo com a empresa selecionada, o mediador irá citar os poluentes encontrados). O que a empresa X pode falar sobre isso? Como a empresa X poderá reparar o dano causado?; 3) A prefeitura da cidade verificou o alto índice de materiais descartados de forma indevida, como colchão, geladeiras, sofás e eletrodomésticos. O que a população poderia falar sobre esse descarte?; e 4) A empresa X e a população precisam entrar em um acordo, pois o rio está morrendo e deve ser salvo. Essa demanda deve ser aplicada, caso as partes não tenham entrado em acordo e/ou o rio esteja com 6 pontos de vida.

O professor pode nortear a turma por meio das situações-problema supracitadas, aplicando uma situação a cada rodada ou aplicar a situação quando achar necessário. A rodada inicial será introdutória e centralização do jogo. A partir da 2ª rodada (entende-se por rodada o fim das argumentações de cada parte), o rio pode perder um ponto de vida quando o professor mediador verificar que a argumentação não foi benéfica para o rio. O rio possui um total de 10 pontos de vida, e se chegar à pontuação zero, ele morre e todos perdem. O professor irá analisar as argumentações dos alunos e a capacidade de solucionar os problemas levantados. Esses problemas podem ser suscitados/propostos pelo próprio professor ou pelos próprios jogadores durante o jogo. O mediador irá

analisar as argumentações dos alunos e a capacidade de solucionar os problemas levantados e, a partir das discussões realizadas por eles, irá determinar se as argumentações são benéficas ou não para o rio e para todos no geral.

É importante salientar que o aluno precisa compreender bem que tipo de indústria está sendo trabalhada para que nas suas argumentações possa levantar argumentos precisos para intervenções. É importante, também, conhecer bem o papel da população que vive às margens do rio, usufruindo dos recursos oferecidos por ele, bem como o estilo de vida e as suas condições de vulnerabilidade.

Durante a aplicação do jogo, é importante salientar que enquanto os jogadores se “defendem” de possíveis acusações geradas pelas partes ou pela situação problema, é importante que eles estejam tentando construir uma solução em conjunto, para o problema central. Os estudantes precisam ter em mente que o papel deles é pensar de forma crítica a fim de construir uma estratégia social para salvar o rio.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo apresenta-se a contribuição pedagógica do jogo *Salve o Rio* a partir da análise formativa do jogo e dos registros de observação do jogo. As discussões sobre os dados obtidos no decorrer do capítulo foram realizadas com a base teórica no campo de ensino-aprendizagem e jogos educacionais. Estão demonstradas de maneira discursiva a fim de elucidar as evidências gerais do jogo e sua aplicabilidade.

##### **4.1. REGISTRO DE OBSERVAÇÃO DO ALUNO SOBRE O JOGO SALVE O RIO**

No início da aula foi realizada uma breve revisão sobre os conteúdos ministrados pelo professor referente à Educação Ambiental, globalização, impactos ambientais e industriais. Durante a aula de revisão foi dada uma tabela para cada aluno, a fim de orientá-lo no que se refere às indústrias, como também foram mostradas as placas que representam as indústrias (Figura 1). Depois disso, os alunos questionaram qual a finalidade e se mostraram animados para iniciar o jogo. Ao longo da explicação foi dito que o *Salve o Rio* abordava o conteúdo de educação ambiental e impacto ambiental e houve várias dúvidas de como eles poderiam argumentar sobre esses temas e as etapas do jogo.

A compreensão do conteúdo foi fundamental na dinâmica do jogo, bem como, durante a aula de revisão, a tabela de consulta sobre as indústrias para que os alunos pudessem consultar durante o jogo e nortearem-se sobre a aplicação da indústria e os impactos causados por ela. Outro ponto dessa etapa foi o contato dos alunos com os temas da globalização e dos impactos causados pelas indústrias pela emissão de gases poluentes, visto que eles não conseguiam associar o tipo de poluição e efeito negativo de cada uma delas. Desse modo, após a explanação referente aos pontos, os alunos passaram a compreender melhor qual o papel que iriam desempenhar durante o sorteio da indústria selecionada. Outro ponto observado durante as aulas com os alunos, referente ao impacto ambiental, foi o fato de eles saberem quais as formas de poluição, mas não conseguirem relacionar nos seus cotidianos e as maneiras de melhorar tal condição.

A etapa seguinte foi organizar a turma em equipes: os empresários e a população ribeirinha. A partir daí foram repassados novamente os objetivos e as regras do jogo. Com os grupos formados e distribuídas as funções, neste momento os alunos ficaram muito

agitados, pois estavam receosos com a possibilidade de não conseguirem fazer as argumentações e, conseqüentemente, não atingirem o objetivo esperado. No momento da escolha da indústria eles estavam empolgados para saber qual iriam representar, sendo sorteada a Indústria Petroquímica, mencionada na metodologia.

Foi observada, no início da aplicação do jogo, a empolgação dos alunos, formulando argumentos e deixando de lado o receio de não conseguir. Foi visto que durante o jogo os estudantes tinham algumas dúvidas sobre como deveriam agir nas rodadas e fizeram perguntas, como, por exemplo, “eu posso contra-argumentar o que minha colega falou?”, podendo o mediador, nesse caso, permitir as contra argumentações caso estas fossem relevantes para o jogo – o que foi feito. Durante a atividade, os próprios jogadores avaliaram que o jogo não se tratava de rivalidade das partes, mas, sim, de um trabalho em conjunto e cooperação entre eles. Ao final do jogo, com 5 pontos de vida, os alunos conseguiram salvar o rio de ser poluído com a seguinte proposta: “A empresa vai fornecer empregos para os moradores das áreas próximas e treinamento necessário para que periodicamente se faça a limpeza adequada e retirada de resíduos poluentes gerados pela empresa, bem como todos os materiais de uso doméstico descartados de forma indevida no rio, como sofá, geladeira, fogão, entre outros. Esses materiais serão reciclados e transformados em objetos para ambientar um espaço social para a comunidade”.

O mediador analisou a proposta e deu favorável para o rio, finalizando, assim, a aplicação do jogo. Os alunos, após o término, comentavam, de várias formas, como o jogo trouxe outra perspectiva sobre o meio ambiente, de como eles conseguiam enxergar elementos do jogo na própria comunidade. Foram feitos vários elogios sobre o jogo e a animação de jogá-lo novamente, mas representando outra indústria.

## **4.2. AVALIAÇÃO DO REGISTO DE OBSERVAÇÃO DO ALUNO SOBRE O JOGO**

O questionário aplicado ao final da atividade teve a finalidade de analisar a aplicação do jogo para o aluno, isto é, se o jogo aplicado foi capaz de proporcionar e atingir o objetivo esperado, que era salvar o rio e o trabalho em equipe.

### **4.2.1. ANÁLISE DO SALVE O RIO**

Para avaliação do jogo *Salve o Rio*, foi aplicado um questionário numa perspectiva não classificatória, uma vez que, nos jogos didáticos a avaliação da aprendizagem deve ser realizada considerando todo o processo.

Avaliar a aprendizagem do aluno por meio de medição de notas, com uma escala de zero a dez, sendo o autoritarismo o elemento chave para a garantia desse modelo social, em que as provas seguem um modelo classificatório, dividindo os alunos em aprovados e reprovados, excluindo, assim, boa parte dos estudantes. Sobre isso Luckesi (1999) afirma:

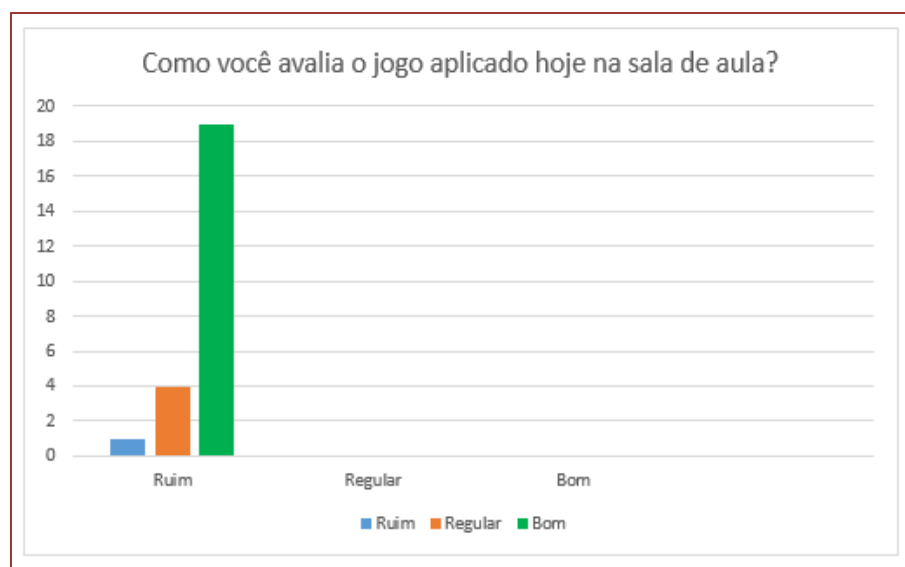
A atual prática da avaliação escolar estipulou como função do ato de avaliar a classificação e não o diagnóstico, como deveria ser constitutivamente. Ou seja, o julgamento de valor sobre o objeto avaliado passa a ter a função estática de classificar um objeto ou um ser humano histórico num padrão definitivamente determinado. Do ponto de vista da aprendizagem escolar, poderá ser definitivamente classificado como inferior, médio ou superior. Classificações essas que são registradas e podem ser transformadas

em números e por isso, adquirem a possibilidade de serem somadas e divididas em médias (LUCKESI, 1999, p. 34).

O método de avaliação atual é um instrumento indispensável para o sistema escolar. A forma de avaliar o aluno termina não sendo o ideal para que o professor possa identificar em que momento deve intervir para modificar a forma que está ensinando determinado conteúdo, ou seja, o ato de avaliar não é um ato de rever as práticas de ensino, e sim julgar e estratificar. Com a aplicação do jogo, pudemos avaliar, de forma um pouco mais ampla, o senso crítico do nosso aluno, diagnosticando os pontos nos quais o estudante sente dificuldade, utilizando o resultado dele como base para nos dizer se o ensino-aprendizagem foi atingido.

A primeira pergunta do questionário (Gráfico 1) trata sobre a avaliação do jogo pelo discente, tendo como objetivo identificar a receptividade do aluno com o *Salve o Rio*. O questionário foi aplicado para os 24 alunos participantes.

**Gráfico 1** - Referente às respostas do questionário final, questão nº 1



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Como vimos anteriormente, Xexéo (2013) defende que os jogos são atividades voluntárias e significativas, que traz ao aluno uma recompensa psicológica, seja como forma de entretenimento, seja como sensação de vitória sobre um desafio ou adversário, ou seja, percebemos que quando o aluno se dispõe a jogar e participar da atividade desenvolvida de alguma forma, ele intelectualmente irá adquirir algum tipo de benefício. Isso reforça o que Lara (2004) afirmou, isto é, que a aprendizagem com jogos se torna mais fascinante, transformando em estratégia para estimular o raciocínio.

Avaliando-se o Gráfico 1, observa-se que os alunos responderam de forma positiva a aplicação do *Salve o Rio*: um total de 19 alunos responderam que era bom, 4 colocaram como regular e apenas 1 como ruim. O único aluno que respondeu que o jogo era ruim justificou sua resposta dizendo que não gosta de jogos, portanto, acha qualquer jogo ruim.

A segunda pergunta do questionário (Gráfico 2) refere-se à dificuldade do aluno durante a execução do jogo.

**Gráfico 2** - Referente às respostas do questionário final, questão nº 2

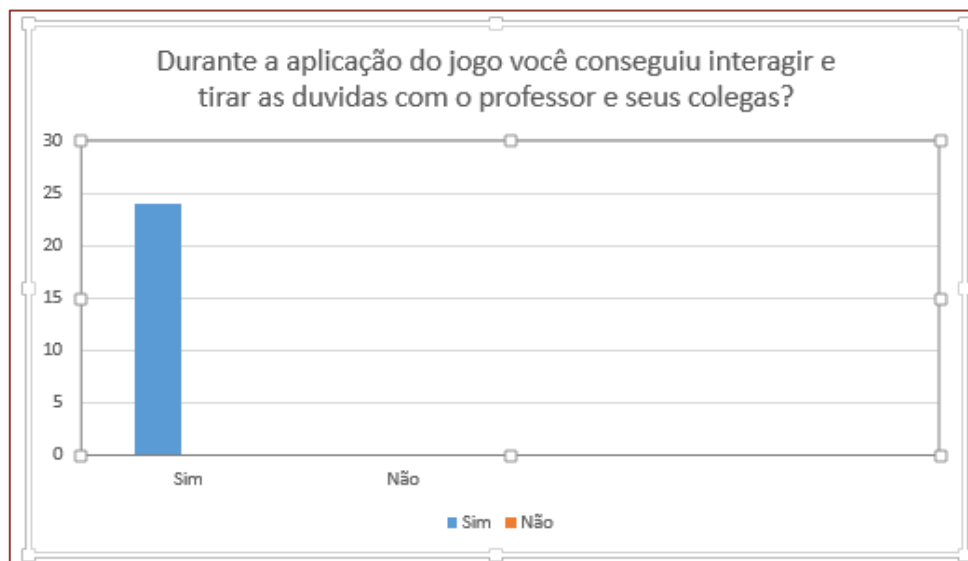


Fonte: Elaborado pelas autoras.

Ao avaliar o Gráfico 2, notamos que os 24 alunos não tiveram dificuldades durante a aplicação do jogo e com os conteúdos necessários para as argumentações. As dificuldades sentidas foram observadas apenas antes da aplicação do jogo, durante as aulas, porém alguns termos e conceitos foram pontuados e exemplificados de modo que durante o jogo as argumentações fossem precisas. Zanon e Palharini (1995) diz que o jogo deve ser balanceado, ou seja, se ele não for bem definido, pode possuir apenas efeito pedagógico ou apenas de entretenimento, o que não é ideal para um jogo educativo. Então, o jogo deve ser bem estruturado, desenvolvido e planejado para que o aluno não perca o interesse e o jogo não perca seu objetivo.

A terceira pergunta do questionário (Gráfico 3) trata da interação com os colegas e com o professor durante a execução do jogo. Segundo Vygotsky (1984), o jogo serve para proporcionar a interação do estudante com seus colegas, determinando a formação de estruturas formais complexas. Isso significa dizer que o estudante, interagindo com o professor e outros alunos, desenvolve diariamente sua vida em sociedade e como cidadão.

**Gráfico 3** - Referente às respostas do questionário final, questão nº 3

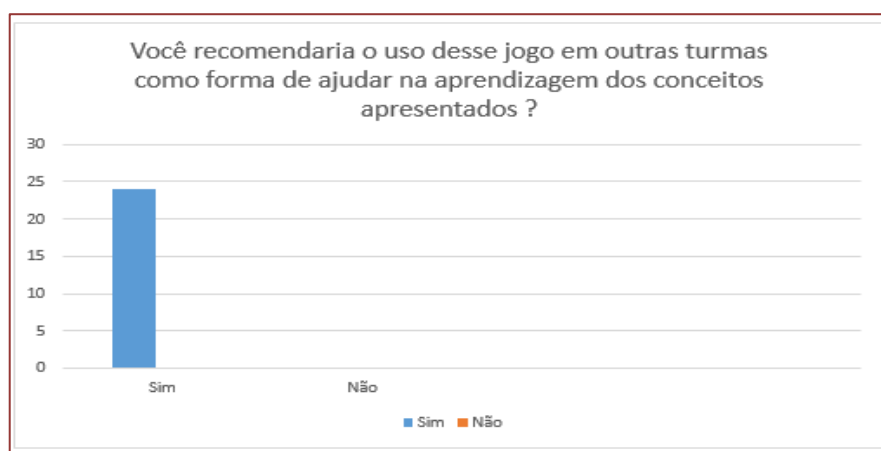


Fonte: Elaborado pelas autoras.

Mais uma vez, todos os alunos afirmam ter interagido com o professor e com seus colegas, além de terem tirado dúvidas e construído argumentações com a ajuda do colega. Desse modo, o trabalho em equipe e o cooperativismo contribuíram para o interesse do aluno com o jogo, estimulando o aprendizado em equipe e individual por intermédio do professor.

A última pergunta do questionário (Gráfico 4) é referente à aplicação do jogo em outras turmas:

**Gráfico 4** - Referente às respostas do questionário final, questão nº 4



Fonte: Elaborado pelas autoras.

De acordo com o Gráfico 4, todos os alunos recomendam a aplicação do jogo em outras turmas, a fim de ajudar na aprendizagem do conteúdo e como forma de trabalhar argumentação e senso crítico. Isto demonstra a eficiência do *Salve o Rio* em cumprir com

o objetivo de auxiliar no conteúdo de Educação Ambiental, fazendo com que sua recomendação seja unânime.

Sendo assim, podemos ver que a situação-problema voltada para educação ambiental é um tema que não fica restrito apenas a uma faixa etária, isto é, ele pode ser aplicado em outras turmas de diferentes idades, de forma contextualizada, possibilitando uma maior interação do aluno com o conteúdo, corroborando o pensamento de Abreu (2006).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões tratadas no capítulo anterior, com relação à utilização do jogo didático *Salve o Rio*, apresentaram eficiência no que se refere à socialização e à motivação. Foi observada uma interação mais próxima entre aluno e professor, aumentando o clima de cooperativismo entre os estudantes, juntamente com o entusiasmo em participar do jogo e executá-lo, promovendo mais divertimento nas aulas e dinamismo.

No que se refere ao processo educativo, o jogo *Salve o Rio* em sala de aula caracterizou-se como ferramenta auxiliar de ensino-aprendizagem, usado como uma estratégia metodológica que facilita a compreensão e aprendizagem. Ao unir apropriação e consolidação do conteúdo estudado com o uso de atividades lúdicas, o jogo didático permitiu que fossem desenvolvidas competências e habilidades no campo cognitivo, como trabalhar a argumentação e o senso crítico. Além de integrar várias outras dimensões dos alunos, como o campo afetivo e social, o jogo didático estimulou a cooperatividade, a iniciativa, a autoconfiança e o senso de responsabilidade.

Para que tudo isso ocorra, no entanto, o professor tem o papel fundamental, no momento em que escolhe a metodologia a ser utilizada, além da forma e do objetivo que quer alcançar com ela. Portanto, cabe ressaltar que os jogos didáticos não podem ser substitutos de outros métodos de ensino, mas que eles sirvam para complementar as atividades pedagógicas conduzidas pelo professor.

O uso de jogos e resolução de problemas para o ensino de Ciências nos traz uma aproximação do aluno com o conteúdo estudado no que se refere à aplicação da teoria com o cotidiano. Ao montar um jogo com essa temática, podemos analisar qual é o senso crítico do aluno sobre assuntos tão atuais e de que maneira ele aplica as soluções para o problema proposto, que é salvar o rio de ser totalmente poluído e morrer. Analisamos, com isso, como o aluno consegue relacionar de forma coerente o impacto ambiental com as resoluções desse problema, o que constitui a base para a aplicação desse jogo.

Desse modo, o trabalho transcorreu conforme programado, de forma tranquila, com grande participação e interação dos alunos e, também, com os objetivos alcançados. Os alunos participaram ativamente na aplicação e avaliação do *Salve o Rio*. Consideramos que os jogos didáticos, numa perspectiva argumentativa utilizando resolução de problema uma proposta metodológica viável para o processo de ensino-aprendizagem no ensino de ciências.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABREU, D. G., COSTA, C. R., ASSIS, M. D., IAMAMOTO, Y. Uma proposta para o ensino da Química analítica qualitativa. *Química Nova*, v. 29, n.6, p.1381-1386, 2006.
- [2] BERNARDES, E. L. Jogos e brincadeiras: ontem e hoje. *Cadernos de História da Educação*, v. 4, 2005.



- [3] BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Referencial curricular nacional para a educação infantil/Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. - Brasília: MEC/SEF, 1998.
- [4] BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais :ensino médio. Secretaria de Educação. Brasília: MEC/SEF, 2000.
- [5] COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.
- [6] CHATEAU, Jean. A criança e o jogo. Coimbra. Atlântica Editora, 1975.
- [7] DIAS, G.F. Educação ambiental, princípios e práticas. São Paulo: Gaia, 1992.
- [8] GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. A Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. In: EREBIO,1, Rio de Janeiro, 2001, Anais..., Rio de Janeiro, 2001, p.389-92.
- [9] HUIZINGA, Johan. Homo ludens. São Paulo: Perspectiva, 1980
- [10] GRÜBEL, J.M.; BEZ, M.R. Jogos Educativos. RNOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação. v. 2, n. 4, p. 1-7, 2006.
- [11] INICÁCIO, Saulo Verçosa; DE ALMEIDA, Adriana Gomes; CORREIA, Monica Dorigo. Uso de jogo educacional no ensino de Ciências: uma proposta para estimular a visão integrada dos sistemas fisiológicos humanos. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP), p. 36, 2020.
- [12] KONDRAT, Hebert; MACIEL, Maria Delourdes. Educação ambiental para a escola básica: contribuições para o desenvolvimento da cidadania e da sustentabilidade. Revista Brasileira de Educação, v. 18, p. 825-846, 2013.
- [13] KISHIMOTO, Tizuka Morchida. Jogos Infantis: O jogo, a criança e a educação. 6 ed. Petrópolis: Vozes, 1999.
- [14] KISHIMOTO, Tizuko Morchida. Brinquedo na educação: considerações históricas. Ideias, São Paulo, n. ju 1990, p. 39-45, 1990. APA.
- [15] LARA, Isabel Cristina Machado de. Jogando com a Matemática de 5ª a 8ª série. São Paulo: Rêspel, 2004
- [16] LEGEY, Ana Paula et al. Desenvolvimento de Jogos Educativos Como Ferramenta Didática: um olhar voltado à formação de futuros docentes de ciências. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 5, n. 3, p. 49-82, 2012.
- [17] LOPES, J. B. Resolução de Problemas em Física e Química: Modelo para Estratégias de Ensino-Aprendizagem. 1. ed. Lisboa: Texto Editora, 1994.
- [18] LUCKESI, Cipriano Carlos. Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições. São Paulo: Cortez, 1999.
- [19] MACEDO, Lino de; PETTY, Ana Lúcia Sícoli; PASSOS, Norimar Christe. Quatro cores senha e dominó: oficina de jogos em uma perspectiva construtivista e psicopedagógica. Editora: Casa do Psicólogo, São Paulo, 1997
- [20] MAKNAMARA, Marlécio. Educação ambiental e ensino de ciências em escolas públicas alagoanas. Contrapontos. v. 9, n. 01, p. 55-64, 2009.
- [21] MEIRIEU, P. Aprender... Sim, mas como? 7ª ed., Artmed: Porto Alegre, p.193,1998.
- [22] MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? Science & Education, 4(3), p. 267-285, 1995
- [23] OLIVEIRA, Celina Couto de; COSTA, José Wilson da; MOREIRA, Mercia. Ambientes Informatizados de Aprendizagem – Produção e Avaliação de Software Educativo. Campinas: Papirus, 2001.
- [24] PERRENOUD, P.; THURLER, M. G. As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- [25] PIAGET, Jean. A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação. 2a ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

- [26] SANTOS, J.N. Ensinar Ciências: reflexões sobre a prática pedagógica no contexto educacional. Blumenau: Nova Letra, 2011.
- [27] STIGLITZ, Joseph E. A globalização e seus malefícios. São Paulo: Futura, v. 2, n. 2, 2002.
- [28] VYGOTSKY, Lev. Semenovich. A formação social da mente. Tradução: José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 1984.
- [29] XEXÉO, Geraldo et al. O que são Jogos. LUDS. Rio de Janeiro, v. 1, p. 1-30, 2013.
- [30] ZANON, L. B.; PALHARINI, E. M. A química no ensino fundamental de ciências. Química nova na escola - Aprendizado Real, nº 2, nov. 1995.

### APÊNDICE: Quadro sobre as Indústrias

	TÊXTIL	ALIMENTÍCIA	PETROQUÍMICA	FARMACÊUTICA
<b>DEFINIÇÃO</b>	A indústria têxtil é uma grande área de manufatura que trabalha com a transformação de fibras em fios, de fios em tecidos e, por fim, nos produtos prontos para o uso. O termo têxtil vem da palavra latina <i>textilis</i> , que podemos traduzir como "tecer". Antigamente, costumava se referir apenas a tecidos naturais.	A indústria alimentícia é o conjunto de atividades industriais em que se preparam normalmente em quantidades que devem ser comercializadas, alimentos ou ingredientes para a preparação de alimentos.	A Petroquímica é o ramo da indústria química orgânica que emprega como matérias-primas o gás natural, gases liquefeitos de petróleo, gases residuais de refinaria, naftas, querosene, parafinas, resíduos de refinação de petróleo e alguns tipos de petróleo cru.	A indústria farmacêutica é responsável pela produção de medicamentos e de substâncias que atuam como princípios ativos neles. Essa produção está inserida em um setor amplo, complexo e altamente lucrativo.
<b>APLICAÇÃO</b>	Para produzir fios, por exemplo, as fibras naturais, como o algodão, devem primeiro ser processados para remover impurezas. Após esta etapa inicial de limpeza, as fibras são transformadas em fios. Além disso, durante a produção, algumas etapas de acabamento podem ser realizadas no tecido. Esses processos — que incluem tingimento, branqueamento, lavagem, entre outros — podem ser realizados na fábrica original ou em empresas específicas, que atuam de forma independente.  Isso porque o acabamento abrange tratamentos químicos ou mecânicos realizados nas fibras e fios para melhorar a aparência, textura e durabilidade.	Manter a qualidade dos produtos na indústria alimentícia. Mantém um controle rigoroso para evitar que agentes contaminantes atinjam os alimentos e prejudiquem toda a cadeia de produção.	Sua principal aplicação é na composição de fertilizantes. O metanol, o etanol e o propanol são empregados como solventes para tintas, anticongelantes, na fabricação de plásticos e de outros produtos químicos. O negro de fumo é importante material utilizado para reforçar pneus de automóveis.	A indústria farmacêutica tem como objetivo primordial a produção de medicamentos, o que exige, consequentemente, atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), inovação, comercialização e distribuição de produtos.
<b>IMPACTOS CAUSADOS</b>	À utilização de inseticidas sintéticos, a produção da lã causa problemas de saúde, contamina solo, água e fauna. Além disso, a produção da lã emite significativa quantidade de gás metano (por causa das ovelhas), detergentes e graxas.	Uma quantidade enorme de insumos e dejetos podem ser descartados, o que leva à poluição de rios e solo, além de causar doenças infecciosas.	Entre as maiores contaminadoras da indústria do petróleo podemos citar as plataformas marítimas, que além de prejudicar os pescadores e comunidades costeiras, o turismo e a economia local, podem contaminar praias, manguezais e animais	A poluição gerada pelas indústrias químico-farmacêuticas causa prejuízos à saúde da sociedade, através dos resíduos descartados no meio ambiente que, se não controlados e tratados, contaminam a água, o solo e também o ar.

# Capítulo 4

## *A contabilidade em emergia de uma residência popular no Brasil*

*Jorge Creso Cutrim Demétrio*

*Fernando Jorge Cutrim Demétrio*

*Fernando Lima de Oliveira*

*Letícia Rie Yoshimura*

*Marcelo Silva Demétrio*

**Resumo:** Cada vez mais o meio ambiente é a pauta para um futuro sustentável a fim de diminuir os problemas gerados na área da construção civil, visto que segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2020), o setor precisaria de uma queda de 6% nas emissões de dióxido de carbono ao ano até 2030. Este estudo fornece sua contribuição científica para determinar valor de comprometimento ambiental pelo método de contabilidade em Emergia, apresentando resultados para os quantitativos de um projeto de construção de uma residência popular com 60,27m<sup>2</sup> de área construída. O método transforma insumos em materiais básicos para que sejam valorados desde a sua escala de origem no ambiente, associando a energia não só do trabalho humano, mas também o realizado pela natureza para a produção de um bem ou serviço. Calculou-se a quantidade de Emergia por metro quadrado da construção estudada, comparando os desempenhos ambientais gerados em sua implantação com outros trabalhos, como por exemplo o de Gianetti (2018), identificando que o valor estudado teve custo ambiental de 4,92E+17 em joules. Constatou-se que o custo por metro quadrado gasto na construção de um prédio residencial é menor que de uma residência popular no Brasil, visto que quanto maior o seu Valor Unitário em Emergia, maior será a sua complexidade de processos e os investimentos de recursos.

**Palavras-chave:** Emergia; Construção; Meio Ambiente.

## 1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais o meio ambiente vem sendo pauta para um futuro sustentável para mitigar a destruição da camada de ozônio, acúmulo de lixo e aquecimento global. Uma dessas esferas é o da construção civil por seu grande consumo de recursos, geração de resíduos e emissões nocivas ao meio ambiente. Dessa forma, há uma grande necessidade de reduzir o uso desenfreado desses recursos limitados e diminuir as emissões indesejadas (SHARMA et al., 2011).

A área da construção civil em maio de 2023 contratou cerca de 0,74% a mais em comparação ao mesmo mês em 2022, segundo o Ministério do Trabalho. Sendo assim, o índice de geração de empregos formais nesse setor só vem crescendo, sendo um importante papel social interligado na diminuição do *déficit* habitacional e de infraestrutura no país. Esse aquecimento no mercado de edificações no âmbito social gera proporcionalmente uma elevação do consumo de recursos ambientais indispensáveis na composição de obras.

Este estudo realiza uma contabilidade ambiental na construção de edificações sociais, especificamente em uma residência popular no Brasil, verificando o sistema em relação aos esforços da natureza na produção desses recursos escassos, visto que quanto menor o valor da Emergia, menos investimentos e recursos naturais serão necessários.

O método de emergia usa a qualidade e a quantidade de energia disponível para medir o uso de seus recursos durante a produção de determinado bem ou serviço. É usado para avaliar a hierarquia de energia de um sistema, eficiência de seus recursos, integridade e resiliência (CHEN et al., 2014; CHEN et al., 2009). Dessa forma, se diferencia do termo energia por levar em conta a sua cadeia de produção. Assim, a validação científica da hipótese da emergia é crucial devido a sua capacidade de explicar o impacto dos fluxos de matéria e energia em todas as escalas nos sistemas humanos e na natureza, sendo sua unidade de medida em joules solares representada pela abreviação sej.

## 2. CONSIDERAÇÕES SOBRE EMERGIA

Emergia solar é estipulada como a energia solar disponível usada diretamente ou indiretamente para produzir produtos ou serviços (ODUM, 1996). Embora seja um conceito básico, suas implicações podem ser profundas. A contabilidade ambiental em Emergia é uma abordagem apresentada como uma forma de compreender o comportamento de sistemas auto-organizados, avaliando os bens e serviços ambientais, além de analisar simultaneamente os sistemas ambientais e econômicos (HAU; BAKSHI, 2004).

Neste sentido, esta etapa discorrerá sobre a metodologia de contabilidade ambiental em Emergia, no qual é utilizada para avaliar o desempenho ambiental da execução de obras residenciais, apresenta evidências que permitem analisar a carga ambiental gerada na construção.

Um dos setores responsáveis pela transformação do ambiente natural em um meio construído é a área da construção civil. Essa escala produtiva é uma das maiores na economia e, por isso, também é uma das que mais geram impacto no meio ambiente.

Nos últimos tempos, observamos um aumento significativo nos desafios relacionados ao planejamento e à gestão de projetos na construção civil. O conceito de sustentabilidade ganhou destaque cada vez maior nesse setor devido ao impacto ambiental gerado pelas

edificações. Estudos sobre construção sustentável estão se tornando cada vez mais relevantes, porém a implementação de práticas inovadoras é frequentemente condicionada pela disponibilidade de recursos e pelas demandas dos clientes (PATZLAFF, 2009).

Uma obra já é considerada uma atividade econômica independentemente da localização, recursos, prazo, cliente e tipo de projeto. Caso não realizados com orçamentos efetivos podem gerar custos e frustrações dentro dos prazos estabelecidos (MATTOS, 2006). O Brasil é carente em infraestrutura, necessita de operações em redes de esgoto e água, estradas, ferrovias, construção de residências, demonstrando ser um mercado com grande potencial de crescimento.

Nesse contexto, o estudo demonstra a possibilidade de alcançar reduções no impacto ambiental decorrentes de construção de um imóvel por meio de intervenções no projeto arquitetônico. Os autores classificam os efeitos resultantes da energia utilizada na produção dos materiais com base na capacidade do ecossistema em que estão inseridos. Desta forma, ressalta-se a importância de um estudo prévio na fase de projeto a fim de minimizar os danos ao meio ambiente (OLGYAY et al., 2004).

Os procedimentos utilizados para avaliar a sustentabilidade ambiental geralmente consideram apenas as intervenções humanas no meio ambiente em suas análises contábeis. No entanto, Odum (1996) propõe um novo modelo de hierarquia que leva em conta a energia necessária para a criação de um recurso, ou seja, a contribuição da natureza para que um bem esteja disponível para uso humano. Esses estudos são fundamentados na termodinâmica em suas leis básicas, onde toda a energia do sistema é convertida em uma única unidade de medida, permitindo sua soma e correlação. A premissa fundamental desse cálculo é baseada na quantidade de Energia para a produção de um joule ou um quilograma de um determinado produto ou serviço.

Os resultados obtidos por Pulselli et al. (2006) e Demétrio (2012) foram o embasamento comparativo para a Energia encontrada neste estudo, levando em consideração as disparidades construtivas entre os projetos, a metodologia foi aplicada para determinar valores de Energia para a construção de edificações.

Pulselli et al. (2006) identificou o valor de  $1,07E+19$  sej para a energia de uma edificação mista na Itália, que incluía residências e escritórios com uma área total de  $2.700 \text{ m}^2$ , esse valor corresponde a  $3,96E+15$  sej/ $\text{m}^2$ . No estudo de Demétrio (2012), foi identificado o valor de  $5,81E+15$  sej/ $\text{m}^2$  para a construção de residência popular e de  $7,15E+15$  sej/ $\text{m}^2$  para prédio popular no Brasil, desta maneira, fazendo uma comparação entre vários Estados brasileiros, o estudo mostrou que a disponibilidade de recursos e fatores como deslocamento de insumos acabam por influenciar de forma considerável o compute do comprometimento ambiental da obra.

Este trabalho apresenta metodologia similar, considerando a construção de uma casa popular no Brasil, leva a valor em Energia da obra para a produção do bem.

## 2.1. OBJETIVOS

Apresentar a avaliação ambiental de uma residência de interesse social no Brasil, mostrando a carga ambiental gerada pelos processos que levam ao produto final considerando todo o trabalho envolvido, incluindo a produção dos recursos disponibilizados pela natureza.

A métrica adotada é da contabilidade em Emergia, apresentando o resultado final em joules de energia solar utilizada.

### 3. MÉTODOLOGIA

Para avaliar o impacto ambiental na construção civil de edifícios populares, é fundamental elaborar uma lista de materiais e serviços utilizados durante a execução. Levando em consideração as variações entre os projetos de construção a serem realizados, é crucial obter conhecimento prévio sobre os custos de execução dessas obras, determinando valores por metro quadrado construído. Instituições como a Caixa Econômica Federal, as Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos (editora Pini) e os Sindicatos da Indústria da Construção de cada estado são exemplos de fontes que fornecem os dados quantitativos e valores necessários para a construção civil de acordo com projetos diferenciados.

A fim de realizar o levantamento dos quantitativos do orçamento, foram definidos os serviços a serem considerados na proposta. Esses serviços englobam atividades relacionadas a serviços preliminares, movimentação de terra, infraestrutura, paredes e teto, pisos, revestimentos, esquadrias, cobertura, instalações elétricas, hidrossanitários e serviços complementares, conforme detalhado no apêndice A.

Posteriormente os quantitativos de cada serviço foram levantados e contabilizados. Planilhas automatizadas foram criadas para registrar os cálculos e permitir uma memória de dados organizada e precisa.

Esse levantamento foi realizado de acordo com as unidades de medida especificadas para cada tipo de atividade. Além disso, é fundamental ter um bom entendimento do projeto executivo, realizar uma leitura e interpretação precisa, a fim de garantir quantitativos levantados satisfatoriamente. Os quantitativos correspondentes a cada atividade estudados neste trabalho podem ser encontrados na planilha presente no apêndice A.

Utilizando a NBR nº 12.721/2006, foram listados na Tabela 1 os insumos transformados em materiais de formação básica, a fim de que possam ser valorados de acordo com seu processo de desenvolvimento na natureza, em que foram agrupados na tabela 4 para serem distinguidos em materiais de origem mineral, química, metais, madeira, energia e água (DEMÉTRIO, 2012).

**Tabela 1 - Classificação dos materiais em emergia**

Lote básico (por m <sup>2</sup> de construção)	Materiais
Chapa compensado plastificado 18 mm 2,20 x 1,10 m	Madeira
Aço CA-50 Ø	Aço
Concreto fck= 25 Mpa abatimento 5±1cm.	Cimento, areia e granito
Cimento CP-32 II	Cimento
Areia média	Areia
Brita nº. 2	Granito
Bloco cerâmico para alvenaria de vedação 9cm x 19cm x 19cm	Alvenaria
Bloco de concreto sem função estrutural 19 x 19 x 39 cm	Cimento

Fonte: lista de insumos retirada da NBR nº. 12.721/2006 (ABNT).

**Tabela 2 - Classificação dos materiais em emergia.(continuação)**

<b>Lote básico (por m<sup>2</sup> de construção)</b>	<b>Materiais</b>
Telha de fibrocimento ondulada 6 mm 2,44 x 1,10 m	Cimento
Porta interna semioca para pintura 0,60 x 2,10 m	Madeira
Esquadria de correr tamanho 2,00 x 1,40 m, em 4 folhas (2 d correr), sem básculas, em alumínio anodizado cor natural perfis da linha 25	Ferro
Janela de correr tamanho 1,20 m x 1,20 m em 2 folhas, em perfil de chapa de ferro dobrada n 20, com tratamento em fundo anticorrosivo	Ferro
Fechadura para porta interna, tráfego moderado, tipo IV (55mm), em ferro, acabamento cromado	Ferro
Placa cerâmica (azulejo) de dimensão 30 cm x 40 cm, PEI II, cor clara, imitando pedras naturais.	Louça
Bancada de pia de mármore branco 2,00 m x 0,60 x 0,02 m	Granito
Placa de gesso liso 0,60 x 0,60 m	Gesso
Vidro liso transparente 4 mm colocado com massa e Tinta látex PVA	Vidro
Emulsão asfáltica impermeabilizante	Asfalto
Fio de cobre antichama, isolamento 750 V, # 2,5 mm <sup>2</sup>	Cobre
Disjuntor tripolar 70 A	PVC
Bacia sanitária branca com caixa acoplada	Louça
Registro de pressão cromado $\varnothing$ 1/2"	Ferro
Tubo de ferro galvanizado com costura $\varnothing$ 2 1/2"	Ferro
Tubo de PVC-R rígido reforçado para esgoto $\varnothing$ 150 mm	PVC
<b>Mão de obra</b>	
Pedreiro	Hora homem
Servente	Hora homem
<b>Despesas administrativas</b>	
Engenheiro	Serviço
<b>Equipamentos</b>	
Locao de betoneira 320 I	Ferro

Fonte: lista de insumos retirada da NBR n. 12.721/2006 (ABNT).

Tomou-se como base para o cálculo do item equipamento o trabalho realizado por Demétrio (2012), onde estipulou o valor em quilogramas de ferro equivalente ao uso da betoneira, da serra circular e da retroescavadeira na construo. Dessa forma, ponderou-se o peso do equipamento dividindo pelo número de horas equivalente  sua vida útil, sendo de dez mil horas a serra circular e de oito mil horas os demais equipamentos, segundo a TCPO (Tabela Composies de Preços para Orçamento), assim, foi multiplicado o valor pelas horas necessárias  produo do m<sup>2</sup> de obra.

Materiais utilizados na construo com maior Valor Unitário de Emergia (UEV) mostram maior complexidade e investimentos de recursos. Quantidades mais baixas mostram produtos mais simples, exigindo menos investimentos. Um sistema com valores de emergia reduzidos indica uma menor utilizao de recursos em seus processos produtivos.

A Tabela 2 apresenta alguns valores de UEV que foram empregados neste trabalho com as devidas referências:

**Tabela 3 - Valores de UEV, ano 2000**

Recursos	Unid	UEV (seJ/unid)	Referências
Energia solar	seJ/J	1,00E+00	Definição
Solo	seJ/J	1,24E+05	Odum <i>et al.</i> , 2000
Madeira	seJ/kg	2,40E+12	Odum, 1996
Aço	seJ/kg	6,97E+12	Brown e Buranakarn, 2003
Água	seJ/kg	9,23E+08	Brown <i>et al.</i> , 2000
Areia	seJ/kg	1,68E+12	Odum, 1996
Alvenaria	seJ/kg	3,68E+12	Brown e Buranakarn, 2003
Louça	seJ/kg	4,80E+12	Brown e Buranakarn, 2003
Cimento	seJ/kg	3,04E+12	Pulselli <i>et al.</i> , 2007
Cobre	seJ/kg	1,04E+14	Pulselli <i>et al.</i> , 2006
Ferro	seJ/kg	6,97E+12	Brown e Buranakarn, 2003
Gesso	seJ/kg	3,29E+12	Pulselli <i>et al.</i> , 2006
Granito	seJ/kg	2,44E+12	Pulselli <i>et al.</i> , 2006
PVC	seJ/kg	9,86E+12	Brown e Buranakarn, 2003
Tinta	seJ/kg	2,55E+13	Brown e Buranakarn, 2003

Obs: Estudo realizado para base 15,83E+24 seJ/ano.

Fonte: Adaptado de Demétrio (2012).

Neste estudo, calculou-se a quantidade de energia solar disponível por metro quadrado de construção, levando em consideração a incidência solar na obra, conforme abaixo:

$$\text{Área (1m}^2\text{)} \times \text{insolação} \times (1 - \text{albedo}) \times [\text{horas produção m}^2 \div (365 \text{ dias} \times 24 \text{ horas})] \quad (1)$$

No processo de implementação da construção no terreno, ocorre a projeção de material orgânico devido às escavações realizadas no solo. Esse substrato orgânico é estimado em 3% por cada 1m<sup>3</sup>, com uma média de 5 kcal/g de energia contida. A equação da perda de matéria orgânica, incluindo as fundações, foi realizado considerando uma profundidade de 1m, totalizando 1m<sup>3</sup>, conforme descrito a seguir, segundo Demétrio (2011):

$$\text{Volume (1m}^3\text{)} \times \text{densidade do solo} \times \text{percentual de material orgânico (3\%)} \times \text{energia contida (5kcal/g)} \times 4.186 \text{ J/kcal} \quad (2)$$

Onde:

Densidade do solo = 2,3E-06m<sup>3</sup>, sendo 4.186 J/kcal = 1 caloria em Joule

A água como insumo é muito utilizada na área da construção civil, porém, não é considerada como um material de construção e nem inclusa nos orçamentos pelos projetistas. Assim como em Demétrio (2012), foi estimado um consumo de 680 kg de água para cada metro quadrado realizado em uma obra. Neste estudo, água utilizada nos cálculos de energia foi considerada por sua origem a partir da rede de distribuição (PASSARELLO, 2008).

Demétrio (2012), estimou o valor da UEV (valor unitário em energia) da energia do trabalho humano como sendo a soma de todas as horas trabalhadas de cada estado pelo número de habitantes, encontrando os valores de energia por habitante com base no ano de 2007, no qual foram transformadas em energia por hora, segue abaixo a equação:

$$(\text{Energia da região} \div \text{população}) \div 285 \text{ dias úteis} \times 8 \text{ horas de trabalho} \quad (3)$$



Já para o cálculo da mão de obra nesta análise, somou-se todas as horas trabalhadas no apêndice A e dividiu pela área total do terreno conforme representado:

$\Sigma$  todas mãos de obra em horas necessárias ÷ área total do terreno (4)

2715,14632 horas totais ÷ 60,27m<sup>2</sup>

4,50E+01 h/m<sup>2</sup>

Assim, realizou-se o levantamento dos quantitativos, de acordo com recorte do apêndice A, na tabela 3, com o objetivo de precificar e quantificar os materiais do orçamento.

**Tabela 4.** Planilha de quantitativos esquadrias

6.		ESQUADRIAS	9.485,56			
6.1	SINAPI 90791	PORTA DE MADEIRA 0,80X2,10M, COMPLETA, COM CAIXA E VIDROS	UND	6,00	1213,42	7.280,52
6.2	SINAPI 100669	JANELA DE MADEIRA 1,50X1,10M, COMPLETA COM CAIXA	M2	2,00	1102,52	2.205,04

Fonte: Autores (2023).

Posteriormente identificou o seu código no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e descreveu os itens compostos no seu orçamento analítico, formando a base de dados de cada serviço exposto na tabela 4.

**Tabela 5.** Quantitativos da SINAPI 90791

ESQUADRIAS							
SINAPI 90791- PORTA DE MADEIRA 0,80X2,10M, COMPLETA, COM CAIXA E VIDROS							
Preço adotado: 1213,42				Unid.: Un			
Código	Descrição	Unidade	Coefficiente	Preço	Total		
MATERIAIS							
39500	KIT PORTA PRONTA DE MADEIRA, FOLHA PESADA (NBR 15930) DE 800 X 2100 MM, DE 40 MM A 45 MM DE ESPESSURA, NUCLEO SOLIDO, CAPA LISA EM HDF, ACABAMENTO MELAMINICO BRANCO (INCLUI MARCO, ALIZARES, DOBRADICAS E FECHADURA EXTERNA)	UM	1	1.176,06	1.176,06	241,92	KG
<b>TOTAL MATERIAIS</b>					1.188,19		
MÃO DE OBRA							
88261	CARPINTEIRO DE ESQUADRIA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,751	23,98	18	4,506	HORAS
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,375	19,3	7,23	2,25	
<b>TOTAL MÃO DE OBRA</b>					25,23		
<b>TOTAL GERAL</b>					1.213,42		

Fonte: Autores (2023).

Utilizando a tabela 3 como exemplo, para encontrar o peso do material da porta, determinou que a massa específica da madeira seria de  $600\text{kg/m}^3$ .

Encontrou-se o valor do volume com as próprias informações de medidas descritas pelo SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), utilizando a massa específica para transformar em volume, achou o quantitativo de uma única porta: Massa específica da madeira =  $600\text{ kg/m}^3$ . Onde:

$$\mu = \frac{m}{V} \quad (5)$$

$$V = 0,8 * 2,10 * 0,04 \rightarrow V = 0,0672\text{m}^3 \quad \text{logo tem-se que:}$$

$$600 = \frac{m}{0,0672} \rightarrow m = 40,32\text{kg}$$

$$\text{Neste caso: } m = 40,32 * 6 \rightarrow m = 241,92\text{ kg}$$

Onde:  $\mu$ : Massa específica;  $V$ : volume e  $m$ : massa

Para encontrar a mão de obra do carpinteiro e do servente para a produção da porta de madeira, apenas multiplicou o coeficiente disposto no SINAPI pela quantidade de portas, conforme dados a seguir:

#### **Mão de obra carpinteiro:**

- ✓ Coeficiente = 0,751
- ✓ Horas trabalhadas =  $0,751 * 6$
- ✓ Horas trabalhadas = 4,506h

#### **Mão de obra servente:**

- ✓ Coeficiente = 0,375
- ✓ Horas trabalhadas =  $0,375 * 6$
- ✓ Horas trabalhadas = 2,25h

Desta maneira foram tratados os demais insumos presentes na planilha de composição analítica para descobrir o valor do material e mão de obra de cada etapa do processo da construção de uma residência popular no Brasil, levando em consideração o seu volume e massa específica.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram detalhados os materiais e serviços utilizados no orçamento de uma residência popular no Brasil levando em consideração não só os valores que normalmente são usados, mas também itens de recursos fornecidos pela natureza, visando quantificá-los na construção civil. Desta maneira, possui grande importância para entender os custos dos elementos empregados na área da engenharia civil, no qual, não estão inclusas nas tabelas oficiais do governo.

Calculou-se a soma total de todos os elementos propostos no orçamento da obra, conforme tabela 5 a seguir:

**Tabela 6.** Fluxo de energia da construção de residência popular no Brasil

	Recursos	Quantidade	Unid	UEV/(seJ/unid)	Energia/(seJ/m <sup>2</sup> )
1	Energia solar	2,77E+11	J	1,00E+00	2,77E+11
2	Solo	2,75E-02	J	1,24E+05	3,40E+03
3	Madeira	6,62E+02	kg	2,40E+12	1,59E+15
4	Aço/Ferro	7,29E+02	kg	6,97E+12	5,08E+15
5	Cobre	1,47E+00	kg	1,04E+14	1,53E+14
6	Areia	6,12E+03	kg	1,68E+12	1,03E+16
7	Alvenaria Cerâmica	1,04E+05	kg	3,68E+12	3,81E+17
8	Louça	7,17E+01	kg	4,80E+12	3,44E+14
9	Cimento	3,76E+03	kg	3,04E+12	1,14E+16
10	Gesso	8,08E+01	kg	3,29E+12	2,66E+14
11	Granito	2,84E+02	kg	2,44E+12	6,93E+14
12	PVC	2,70E+00	kg	9,86E+12	2,66E+13
13	Tinta	1,30E+03	kg	2,55E+13	3,30E+16
14	Água	6,80E+02	kg	9,23E+08	6,28E+11
15	Mão de obra	2,71E+03	h	1,77E+13	4,80E+16
<b>Total</b>					<b>4,92E+17</b>
Item 1 - Área (1m <sup>2</sup> ) x Irradiação solar anual incidente x (1 - albedo).					
Item 2 - 19,01 m <sup>3</sup> x 2,3E-6 m <sup>3</sup> x 3% x 5kcal/g x 4.186 J/kcal.					
Itens 3 a 13 - Valor do insumo da obra, transformado em material primário, multiplicado pela UEV para determinar valor de base única, energia (seJ).					
Item 15 - Energia de trabalho humano para o m <sup>2</sup> foi multiplicada pela UEV do Brasil em seJ/h. A UEV é encontrada dividindo-se a energia total do país pela quantidade de horas gasta por cada habitante do país durante o trabalho diário.					

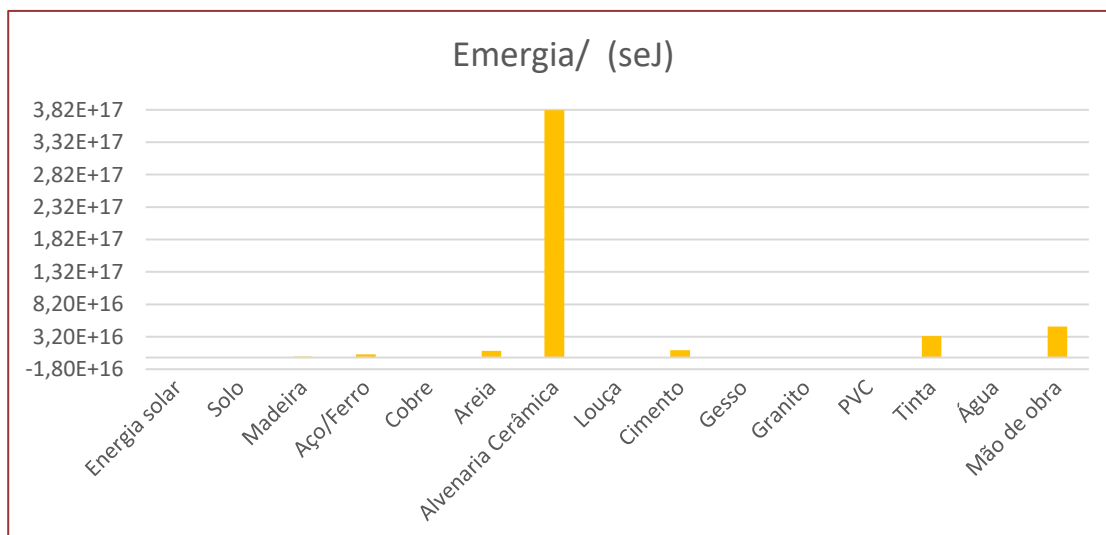
O valor da energia encontrada para uma residência popular no Brasil neste trabalho foi de 4,92E+17 seJ, descrita na tabela 5, levando em consideração a área construída de 60,27m<sup>2</sup>, o valor de energia por metro quadrado calculado foi de 8,17E+15 seJ/m<sup>2</sup>.

No estudo de Demétrio (2012), foi identificado o valor de a 7,15E+15 seJ/m<sup>2</sup> para a construção de prédio popular no Brasil, desta maneira, fazendo uma comparação, a construção de prédios por metro quadrado possui um menor uso de energia para ser construído do que o metro quadrado de uma residência popular. Essa diferença de valores encontrados ocorre por conta de variações nos padrões de construção, devido à natureza diferenciada do uso de materiais e o tipo de construção.

Dessa forma, quanto maior o Valor Unitário de Energia, maior será a complexidade de recursos e investimentos. Do mesmo modo que quantidades mais baixas mostram construções mais simples, exigindo menos investimentos, o que indica uma utilização menor de recursos em seus processos produtivos, como a construção de residências populares no Brasil.

No gráfico 1 apresenta o comparativo de custos ambientais dos materiais utilizados no orçamento da construção da residência popular em relação a sua Energia necessária.

**Gráfico 1.** Comparativo de custos ambientais usados



Fonte: Autores (2023).

A fim de que essa comparação pudesse acontecer foi necessário convertê-los em uma medida comum que levasse em conta tanto o trabalho humano como o da natureza, proporcionando uma base para que esses recursos fossem comparados, por isso foi usado a métrica em Emergia.

Para calcular os valores dos materiais, foi utilizado a massa específica de cada um, levando em conta que são originários de mesma região geográfica. Observou-se uma grande quantidade de tinta, mão de obra e cerâmica consumidos em relação as outras informações da tabela, esses itens são considerados essenciais para a construção civil. Dessa maneira, esses comparativos levantados evidenciaram os maiores gastos ambientais na implementação desse orçamento, podendo ser crucial na tomada de decisões no momento do planejamento e nos estudos prévios com o objetivo de minimizar os danos causados ao meio ambiente, servindo também para uma conscientização ambiental dos profissionais da área.

Na Tabela 5, cerca de 77% do total de Emergia provém da cerâmica, esse valor tão significativo é por conta de seu largo uso no projeto da residência. A alvenaria possui um processo longo, desde a extração da argila até a finalização do tijolo já cozido, conforme descrito no apêndice A. É um material bastante resistente, mas gera muitos resíduos.

A mão de obra contribui com 10% da Emergia, peça fundamental para o processo de construção da edificação, já que um trabalhador qualificado reduz as chances de acidentes ou serviços mal executados, diminuindo assim o tempo e energia gastos.

## 5. CONCLUSÕES

A contabilidade em Emergia foi aplicada para avaliar os recursos indispensáveis para uma obra de residência popular no Brasil.

O objetivo foi fornecer informações que possam ser utilizados para comparar diferentes projetos e auxiliar na implantação de novas informações sobre Emergia. Além dos aspectos convencionais, como área construída, horas trabalhadas e quantidade de cimento, foram considerados os aspectos ambientais, como o uso do solo. Assim,

encontrou-se o valor de 4,92E+17 seJ que representa a quantidade de Energia necessária para produzir uma residência popular no Brasil.

O Valor Unitário em Energia (UEV) de um produto é uma medida que explicitamente leva em consideração a eficiência ambiental, pois estabelece uma relação entre um produto e serviço específico com o serviço ambiental para sua produção. Portanto, ao comparar diferentes processos de produção de um mesmo produto, a alternativa com o menor UEV é considerada a opção mais sustentável.

Dessa forma, o sistema construtivo possui condições vulneráveis, como a qualificação da mão de obra e novos estudos sobre opções de materiais são importantes. Os escopos de orçamentos são feitos com os custos imediatos sem levar em consideração o fator sustentabilidade. Por isso, fica evidente a necessidade de obter mais informações, a fim de levar os custos ambientais em consideração.

Conclui-se, a partir da análise dos dados deste estudo, a necessidade de incluir os gastos do meio ambiente para realizar orçamentos de uma construção civil, indicando seus valores agregados. Assim, para estabelecer os custos ambientais neste trabalho, foi descrito os materiais do orçamento para entender quais são suas matérias primas iniciais. Conhecer estas informações permite intervir em mudanças nos projetos de obras no Brasil, possibilitando melhores para toda a sociedade.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.721: Avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio – procedimento. Rio de Janeiro, 2006.
- [2] Biagio, F. G., demétrio, j. c. C.; AGOSTINHO, Feni; ALMEIDA, C. M. V. B. Towards more sustainable social housing projects: Recognizing the importance of using local resources. *Building and Environment*.127 (2018) 187-203.
- [3] BROWN, M., T; ULGIATI, S. Emergy Analysis and Environmental Accounting. In: *Encyclopedia of Energy* [Internet]. Elsevier; 2004. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B012176480X002424>.
- [4] BROWN, M. T.; BURANAKARN, V. Emergy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. *Resources, Conservation and Recycling*. N. 38, 2003.
- [5] BROWN, MT.; ULGIATI, S. Energy quality, emergy, and transformity: H.T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems. *Ecological Modelling*. 2004.
- [6] CHEN, B.; LIU, GY.;ULGIATI, S.; YANG, ZF. Avaliação de saúde urbana baseada em emergy e análise de padrão de desenvolvimento. Editora: Elsevier, 2009.
- [7] CHEN, S.; CHEN, B.; FATH, B.D. Modelagem de ecossistema urbano e mudança global: Potencial para gestão urbana racional e mitigação de emissões. 1ª edição. Editora: Elsevier, 2014.
- [8] DEMÉTRIO, J. C. C. Análise de indicadores em emergy na construção de edificações de interesse social no Brasil. Dissertação - Universidade Paulista, Brasil, 2012.
- [9] GENGYUAN, L. H; BRKSHI, BR. Promise and problems of emergy analysis. *Ecological Modelling*. 2004.
- [10] MATTOS, A. D. Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudo de caso, exemplos. São paulo: editora pini, 2006.
- [11] ODUM, H. T. *Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making*. Chichester Wiley, New York, NJ, 1996.
- [12] ODUM, HT.; ODUM, EC. *A prosperous way down: principles and policies*. New York: University Press of Colorado; 2001.

- [13] OLGAYAY, Victor; HERDT, Julee. The Application of Ecosystems Services Criteria for Green Building Assessment. *Solar Energy* 77, 2004.
- [14] PASSARELLO, R. G. Consumo de água nos canteiros. Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica – USP. São Paulo, 2008.
- [15] PATZLAFF, J. O. Avaliação da sustentabilidade em empreendimentos de construtoras de micro e pequeno porte no vale do CAI, RS. VI SIBRAGEC. João Pessoa: ANTAC, 2009.
- [16] PULSELLI, R. Specific emergy of cement and concrete: An energy-based appraisal of building materials and their transport. *Ecological Indicator*, 2007.
- [17] PULSELLI, R. M. Emergy analysis of building manufacturing, maintenance and use: Em-building índices to evaluate housing sustainability. *Energy and Buildings* 39, 2007.
- [18] SHARMA, A.; SAXEMA, A.; SETHI, M.; SHREE, V.; VARUN. Avaliação do ciclo de vida de edifícios: Uma revisão. 1ª edição. Editora: Elsevier, 2011.

**APÊNDICE A – PLANILHA DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS**

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND	QUANT.	PREÇO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>1.</b>		<b>MOVIMENTO DE TERRA</b>				<b>1.529,18</b>
1.1	SINAPI 98524	LIMPEZA DO TERRENO	M2	163,20	2,77	<b>452,06</b>
1.2	SEINFRA C1630	LOCAÇÃO DA OBRA	M2	163,20	6,60	<b>1.077,12</b>
<b>2.</b>		<b>INFRAESTRUTURA</b>				<b>6.229,72</b>
2.1	SEINFRA C0054	FUNDAÇÃO/ALICERCE EM PEDRA ARGAMASSADA 1:7,5 CIMENTO E AREIA	M3	11,89	451,89	<b>5.372,97</b>
2.2	SEINFRA C0471	BALDRAME EM PEDRA ARGAMASSADA 1:7,5 CIMENTO E AREIA	M3	7,12	120,33	<b>856,75</b>
<b>3.</b>		<b>ESTRUTURA</b>				<b>2.478,72</b>
3.1	SEINFRA C3271	CONCRETO ARMADO FCK 18Mpa PARA CINTA SUPERIORES CONFECCÃO E LANÇAMENTO	M3	6,40	387,30	<b>2.478,72</b>
<b>4.</b>		<b>ALVENARIA E TETO</b>				<b>17.539,47</b>
4.1	SINAPI 103322	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS DE PAREDES	M2	272,00	57,26	<b>15.574,72</b>
4.2	SINAPI 104108	VIGA DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO AÇO CA-50 DE 10,0 MM	KG	145,00	13,55	<b>1.964,75</b>
4.3	SINAPI 96110	FORRO EM DRYWALL, PARA AMBIENTES RESIDENCIAIS, INCLUSIVE ESTRUTURA DE FIXA	M <sup>2</sup>	100,00	74,73	<b>7.473,00</b>
4.4	SINAPI 88496	EMASSAMENTO COM MASSA LÁTEX, APLICAÇÃO EM TETO, DUAS DEMÃOS, LIXAMENTO	M <sup>2</sup>	100,00	28,72	<b>2.872,00</b>
<b>5.</b>		<b>COBERTURA E IMPERMEABILIZAÇÃO</b>				<b>24.920,74</b>
5.1	PRÓPRIA	MADEIRAMENTO PARA TELHADO CERÂMICO ESTRUTURADO EM PONTALETES APOIADO EM LAJE, INCLUSO TELHA CERÂMICA	M2	82,30	302,80	<b>24.920,74</b>
<b>6.</b>		<b>ESQUADRIAS</b>				<b>9.485,56</b>
6.1	SINAPI 90791	PORTA DE MADEIRA 0,80X2,10M, COMPLETA, COM CAIXA E VIDROS	UND	6,00	1213,42	<b>7.280,52</b>
6.2	SINAPI 100669	JANELA DE MADEIRA 1,50X1,10M COMPLETA COM CAIXA	M2	2,00	1102,52	<b>2.205,04</b>
<b>7.</b>		<b>PISO E REVESTIMENTOS</b>				<b>25.740,00</b>
7.1	SINAPI 87878	CHAPISCO INTERTO/EXTERNO 1:3 CIMENTO E AREIA	M2	400,00	4,52	<b>1.808,00</b>
7.2	SINAPI 87529	REBOCO INTERNO TRAÇO 1:5 CIMENTO E AREIA	M2	400,00	34,49	<b>13.796,00</b>
7.3	SINAPI 87529	REBOCO EXTERNO TRAÇO 1:5 CIMENTO E AREIA	M2	400,00	25,34	<b>10.136,00</b>
7.4	SINAPI 87249	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 45X45 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA MENOR QUE 5 M2. AF_02/2023_PE	M <sup>2</sup>	90,00	78,00	<b>7.020,00</b>

**APÊNDICE A - PLANILHA DE QUANTITATIVOS DE SERVIÇOS (CONTINUAÇÃO)**

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND	QUANT.	PREÇO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
<b>8.</b>		<b>PAVIMENTAÇÃO</b>				<b>6.627,55</b>
8.1	SEINFRA C2185	PISO MORTO, COM BRITA PRETA ESP 6CM	M2	163,20	8,13	<b>1.326,82</b>
8.2	SINAPI 87622	CONTRAPISO COM ARGAMASSA TRAÇO 1:3, CIMENTO E AREIA	M2	163,20	32,48	<b>5.300,74</b>
<b>9.</b>		<b>SOLEIRAS E PEITORIS</b>				<b>1.701,00</b>
9.1	SINAPI 98689	SOLEIRA DE GRANITO	M	6,00	127,02	<b>762,12</b>
9.2	SINAPI 101965	PEITORIL DE GRANITO	M	6,00	156,48	<b>938,88</b>
<b>10.</b>		<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>				<b>8.128,89</b>
10.1	SEINFRA C1947	DISTRIBUIÇÃO GERAL C/MEDIDOR, PONTOS DE LUZ E FORÇA	UND	33,00	246,33	<b>8.128,89</b>
<b>11.</b>		<b>INSTALAÇÕES HIDRÁULICA</b>				<b>1.386,24</b>
11.1	SEINFRA C1948	DISTRIBUIÇÃO DE REDE GERAL, CX D'ÁGUA DE FIBRA DE 750LIT, PONTOS HIDRAULICOS E ACESSORIOS	UND	6,00	231,04	<b>1.386,24</b>
<b>12.</b>		<b>INSTALAÇÕES SANITÁRIA</b>				<b>1.259,82</b>
12.1	SEINFRA C1950	DISTRIBUIÇÃO DA REDE GERAL,PTS SANITÁRIOS E ACESSÓRIOS, LOUÇAS E METAIS	UND	6,00	209,97	<b>1.259,82</b>
<b>13.</b>		<b>FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO</b>				<b>2.047,88</b>
13.1	SINAPI 98052	CONJUNTO EM ALVENARIA - FOSSA/SUMIDOURO	UND	1,00	2047,88	<b>2.047,88</b>
<b>14.</b>		<b>PINTURA</b>				<b>5.560,00</b>
14.1	SINAPI 88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA EM PAREDES	M2	200,00	11,98	<b>2.396,00</b>
14.2	SINAPI 88497	APLICAÇÃO E LIXAMENTO DE MASSA LÁTEX EM PAREDES, DUAS DEMÃOS	M <sup>2</sup>	200,00	15,82	<b>3.164,00</b>
<b>15.</b>		<b>LIMPEZA DE OBRA/OUTROS</b>				<b>4.012,20</b>
15.1	SINAPI 99805	LIMPEZA DE REVESTIMENTO E PISOS	M2	180,00	10,29	<b>1.852,20</b>
15.2	SEINFRA C1628	LIMPEZA DE OBRA COM RETIRADA DE ENTULHOS	M2	180,00	12,00	<b>2.160,00</b>
<b>TOTAL GERAL:</b>						<b>127.329,48</b>
<b>TOTAL GERAL COM BDI 25%:</b>						<b>159.161,85</b>



# Capítulo 5

## *A gestão ecossistêmica e turística em Área de Proteção Ambiental Marinha no Rio Grande do Norte, Brasil, e sua associação com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável*

*Maria Célia Fernandes*

*Jurema Márcia Dantas da Silva*

**Resumo:** Este artigo apresenta uma análise sobre a gestão ecossistêmica e turística da Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais (APARC) no Rio Grande do Norte, Brasil, e sua relação com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS 14. A pretensão é expor uma discussão teórico-metodológica e empírica das ações de gestão da APARC à luz do ODS 14, que trata da conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. Para tanto, foi considerado como objeto da pesquisa as atividades inerentes ao monitoramento ambiental, socioeconômico e turístico realizado na APARC pela Fundação para o Desenvolvimento Sustentável da Terra Potiguar (FUNDEP), e executadas por força de um contrato de cooperação técnico-científica firmado com o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA), que é a instituição governamental responsável pela administração dessa unidade de conservação. Constatou-se que entre as contribuições relevantes para o cumprimento das metas previstas para o desenvolvimento sustentável na unidade, destacam-se: o controle do número de turistas à plataforma coralina na zona marítima; a pesquisa científica; e, as atividades de educação ambiental e capacitação quanto ao uso sustentável de seus recursos naturais, a fim de evitar impactos nocivos à integridade ambiental dos recifes de coral e garantir o uso turístico da área e o desenvolvimento da população local.

**Palavras-chave:** Meio ambiente; Gestão Ecossistêmica e Turística; Área de Proteção Ambiental; Recursos Marítimos; Sustentabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A criação de territórios demarcados legalmente pelo poder público em áreas que apresentam vulnerabilidade ambiental, como as áreas naturais protegidas, e, em especial as Unidades de Conservação (UCs), tem se revertido em estratégias de gestão, voltadas para a preservação e promoção do desenvolvimento sustentável, a partir do uso racional dos seus recursos naturais pelo turismo nas modalidades do turismo ecológico ou ecoturismo. Uma afirmação que se coaduna com as metas de conservação que foram formuladas e estabelecidas em eventos internacionais promovidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), a partir da década de 1980.

No Brasil, a política nacional de áreas naturais protegidas, materializada através da instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) em 18 de julho de 2000 por ordem da Lei 9.985, formatou e regulamentou a criação das UCs de proteção integral (uso indireto) e as unidades de uso sustentável (uso direto) expressando às ideias naturalistas norte-americanas do final do século XIX. Também expôs a influência do discurso de entidades internacionais de defesa do meio ambiente como a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) e as propostas de conservação debatidas e formuladas em eventos mundiais como as conferências de meio ambiente realizadas pela ONU.

Originalmente, uma evidência dessas medidas, é o documento Estratégia Mundial para a Conservação elaborado pela UICN, em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) e o Fundo Mundial para Vida Selvagem e Natureza (*World Wide Fund for Nature – WWF*), com o aval da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e a UNESCO, em 1980, e publicado no Brasil em 1984. Esse documento teve como finalidade apresentar as estratégias para o desenvolvimento sustentado aos representantes das políticas de governos, aos conservacionistas (grupo envolvido com a defesa dos recursos vivos – vegetais, animais e micro-organismos) e aos “responsáveis pelo desenvolvimento, incluindo os órgãos de assistência, a indústria, o comércio e os sindicatos”.

As proposições formuladas à efetivação da noção de desenvolvimento sustentável, como um caminho a ser perseguido em benefício da conservação ambiental e da melhoria de vida das populações menos favorecidas, constam das estratégias de ação da ONU, viabilizadas por meio dos acordos, tratados e compromissos firmados por países signatários dos fóruns de discussões como a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), as Conferências das Assembleias Gerais como a Cúpula do Milênio das Nações Unidas (2000), e, mais recentemente, a Cúpula do Desenvolvimento Sustentável (2015), onde foi aprovado pelos 193 Estados-membros o documento *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Essa agenda, que foi proposta para ser implementada a partir de 2016, apresentou como foco principal a conservação ambiental e a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, como condição para se alcançar o desenvolvimento sustentável.

Para atingir esse resultado foram estabelecidos 17 (dezessete) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com 169 metas, a serem cumpridas durante o período de 2016 a 2030. Entre esses objetivos destaca-se o ODS 14 que trata da conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável, no qual esse artigo se detém, a partir do desvelamento da realidade das áreas costeiras e marítimas no Brasil e, em especial, do Estado do Rio Grande do Norte, na faixa litorânea compreendida entre os municípios costeiros de

Maxaranguape, Touros e Rio do Fogo que formam a área de influência direta da Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais (APARC).

Estudos realizados por Prates; Gonçalves e Rosa (2012), dão conta de que os diagnósticos e panoramas construídos no mundo e no Brasil, em particular, evidenciam um acelerado processo de perda da biodiversidade nas zonas costeiras e marítimas, ocasionando a extinção de um número significativo de espécies aquáticas e ameaças constantes das espécies que constroem os recifes de corais. Na produção *Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil*, esses autores afirmaram que a criação de áreas protegidas se configura em uma necessidade emergente para a conservação dos recursos marítimos, cuja atividade de uso sustentável deve se restringir aquelas atividades socioeconômicas que não coloquem em risco a vida.

Entre as atividades socioeconômicas o turismo surge e se destaca como uma promessa de fortalecer o binômio desenvolvimento/conservação. Um exemplo disso são as diretrizes constantes desde a Agenda 21 global que, sob os auspícios do discurso da sustentabilidade ecológica, orienta os governos dos países em desenvolvimento e subdesenvolvidos a adotarem programas de desenvolvimento, através da implantação e mobilização de atividades econômicas que não absorvam muitas tecnologias, como as atividades industrializadas, entre elas o turismo, que a partir do debate em torno da questão ambiental, tem recebido novas designações como turismo sustentável, vinculadas as expressões turismo ecológico, ecoturismo, agroturismo, turismo rural e, ainda, turismo alternativo.

Nesse contexto, pode-se perceber que o turismo é apontado como a atividade que poderá contribuir para a proteção desses territórios denominados de unidades de conservação e, ao mesmo tempo, possibilitar o desenvolvimento local sustentável, por meio de uma exploração controlada dos seus recursos naturais e culturais através da visitação turística. Essa contribuição resulta em gastos dos turistas nas localidades de acesso às áreas protegidas com atividades de conservação e recreação, o que contribui para a melhoria das populações locais.

Em um relatório elaborado e publicado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio) em 2018, órgão responsável pelo manejo das UCs brasileiras federais, intitulado *Contribuições do turismo em unidades de conservação federais para a economia brasileira*, foi destacado que no ano de 2015 as UCs federais receberam mais de 8 milhões de turistas, os quais gastaram R\$ 1,1 bilhão nos municípios de acesso às unidades territoriais protegidas. Esse valor teve a seguinte representação para a economia nacional: 43 mil empregos; R\$ 1 bilhão em renda; R\$ 1,5 bilhão e meio em valor agregado; e, R\$ 4,1 milhões em vendas. O impacto maior das vendas foi no setor de hospedagem e no setor de alimentação.

O referido relatório também chamou a atenção para o fato de que os números informados acima comprovam que as áreas protegidas são vistas como motores de desenvolvimento econômico, uma vez que as despesas investidas com a conservação e a recreação nas UCs resultam em geração de empregos, rendas e aumento do PIB no Brasil, graças, ainda, ao trabalho de gestão ambiental promovido pelo órgão por meio de parcerias firmadas com outras instituições do setor público, da iniciativa privada, da sociedade civil organizada – ONGs e OSCIPs, voluntários e população, de modo geral –, que se engajam em um projeto de defesa e proteção dos recursos naturais.

As parcerias firmadas entre os órgãos ambientais e as instituições do terceiro setor, como as Organizações não Governamentais (ONGs) e/ou as Organizações da Sociedade Civil de

Interesse Público (OSCPs), são previstas no Sistema Nacional de Conservação da Natureza – SNUC, em seu artigo 30: “as unidades de conservação podem ser geridas por organizações da sociedade civil de interesse público com objetivos afins aos da unidade, mediante instrumento a ser firmado com o órgão responsável por sua gestão” (Brasil, 2000, p. 9).

No Nordeste e, especialmente, no Rio Grande do Norte, as parcerias firmadas entre o órgão gestor das unidades de conservação estaduais com as organizações da sociedade civil ou terceiro setor, que tenham uma atuação relacionadas a gestão ambiental e turística, é uma realidade. Um exemplo disso são os convênios e contratos de cooperação técnica firmados entre o Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA) e a Fundação para o Desenvolvimento Sustentável da Terra Potiguar (FUNDEP), nos quais se destacaram as intervenções realizadas na Área de Proteção Ambiental dos Recife de Corais (APARC), por meio do monitoramento ambiental e turístico da unidade, no período de 2015 a 2018, como uma ação necessária ao planejamento e gestão da mencionada APA.

Nesse sentido, o presente texto tem como objetivo apresentar uma análise das contribuições relacionadas ao planejamento e a gestão ambiental e turística, que foram desenvolvidas pela FUNDEP, por meio do monitoramento na APA dos Recifes de Corais, durante o período de 2015 a 2018. Uma estratégia adotada por força de medidas contratuais firmadas com o órgão gestor da Unidade, cujos resultados motivou o desenvolvimento desse projeto de pesquisa que apresenta uma discussão teórico-metodológica da realidade apreendida e uma reflexão dos dados coletados durante a investigação de campo, ao longo do presente artigo.

## **2. TURISMO, MONITORAMENTO SOCIOAMBIENTAL E GESTÃO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL MARINHAS**

A percepção global sobre o estágio de degradação ambiental em que se encontram os oceanos, mares e seus recursos marítimos, vem mobilizando governos, empresários, cientistas, conservacionistas e organizações da sociedade civil e/ou entidades do terceiro setor a desenvolverem estudos e propor medidas de soluções para uma problemática que se tornou emergente nas últimas décadas. Essas preocupações têm sido replicadas em eventos internacionais promovidos pela ONU, em escala mundial, e contribuído para a formação de acordos e tratados de compromissos firmados entre países como resultantes da CDB a partir de 2002, constituindo-se em um marco histórico para a conservação das zonas costeiras e marinhas.

Vale destacar que a literatura científica dar conta de que os ecossistemas costeiros e marinhos acolhem uma quantidade expressiva de seres vivos de relevância ecológica e econômica. Neles, os ambientes formados por recifes de corais se configuram em cenários dotados de uma rica biodiversidade. Podendo-se afirmar que os recifes de corais são “altamente diversificados, ricos em recursos naturais e de grande importância ecológica, econômica e social para os países que os possuem” (Maida e Ferreira, 1997 *apud* Prates, 2003, p. 45). Se assemelham às florestas tropicais em sua complexidade física e biológica, no alto grau de diversidade e na elaborada especialização das espécies, bem como na co-evolução associada entre elas (Reaka-Kudla, 1997 *apud* Prates, 2003).

Um recife de coral, sob o ponto de vista geomorfológico, é uma estrutura rochosa, rígida, resistente à ação mecânica das ondas e correntes marinhas, e construída por organismos marinhos (animais e vegetais) portadores de esqueleto calcário. Geralmente, usa-se o

termo “de coral” devido ao papel preponderante que esses organismos têm em recifes de diversas partes do mundo. Sob o ponto de vista biológico, recifes coralíneos são formações criadas pela ação de comunidades de organismos denominados genericamente de “corais” (Zilberberg, *et al.*, 2016).

A saúde dos recifes afeta direta ou indiretamente as pessoas que têm algum nível de dependência com os corais. No entanto, os recifes de coral de todo o mundo estão seriamente ameaçados. Estima-se que 27% dos recifes de corais do mundo já foram degradados irreversivelmente. No ritmo atual, previsões indicam que uma perda semelhante ocorrerá nos próximos 30 anos (César, *et al.*, 2003).

A produção de documentos realizadas por pesquisadores e conservacionistas para a Convenção sobre a Diversidade Biológica, tem dado conta da redução de uma parcela significativa da extensão dos ecossistemas costeiros, implicando na extinção de espécies aquáticas marinhas e na diminuição de espécies que constroem os recifes de coral (Prates, 2012). Isso ocorre devido a pressão humana sobre esses ecossistemas, com a conversão de áreas naturais para aquicultura, bem como, devido ao crescimento urbano desordenado e industrial, dentre outros impactos nocivos à integridade ecológica dessas áreas.

A constatação da perda da biodiversidade marinha e costeira motivou que os líderes das nações membros da CDB 2002 concordassem em adotar ações que pudessem promover a redução da taxa de perda da biodiversidade no planeta. Entre essas ações consta a criação de novas áreas protegidas, com o intuito de contribuir para a conservação da biodiversidade marinha e costeira, o que foi reafirmado na 10ª Conferência dos Países Signatários da Convenção sobre a Diversidade Biológica, realizada em Nagoya, no Japão, em outubro de 2010, na qual o Brasil faz parte. Dados apresentados por Prates (2012), mostram que existem mais de cinco mil áreas protegidas no mundo, correspondendo a 11% da superfície terrestre, não obstante, apenas 1,3 mil incluem componentes marinhos e costeiros representando menos de 1% dos oceanos.

O governo brasileiro, por influência dos acordos internacionais que tratam da conservação ambiental, estabeleceu diretrizes para criação e gestão de áreas naturais protegidas, a partir da instituição do SNUC em 2000. Entretanto, foi por meio da formulação do Plano Nacional de Áreas Naturais Protegidas (PNAP), em 2006, que foi dada maior atenção a criação de áreas protegidas em ambientes costeiros e marinhos, fato este consolidado com a Resolução 03/2006 fixada pelo Conselho Nacional de Biodiversidade (Conabio), em sintonia com as decisões da CDB, fixando no mínimo de 10% área de ecossistemas protegidos por meio de Unidades de Conservação (Prates, 2012, p. 10).

No Rio Grande do Norte, estado do Nordeste brasileiro, o percentual de áreas naturais protegidas em ambientes marinhos chega a 18,19% da área total do bioma costeiro e marinho, sendo 14,53% sob a administração estadual – onde está inserida a APA dos Recifes de Corais, objeto de investigação do presente trabalho – e 3,65% sob a responsabilidade da esfera administrativa federal. Nesses territórios é crescente a visitação por turistas que estão à procura de um contato com a natureza, por meio da prática de lazer ou da simples contemplação dos seus recursos ecológicos, o que requer um acompanhamento sistemático por meio do monitoramento e da pesquisa científica.

O monitoramento ambiental, socioeconômico e turístico, nesse sentido, constitui um instrumento poderoso, que poderá indicar possíveis alterações socioambientais na unidade, a partir do acompanhamento diário do estado biofísico dos corais, do controle

do fluxo de turistas que a visitam, da realização de pesquisas técnico-científicas com o objetivo de conhecer o perfil desses visitantes, bem como do seu nível de consciência ambiental e das ações de educação ambiental empreendidas. Uma intervenção necessária para indicar as ações que deverão ser planejadas e desenvolvidas no sentido de promover as condições ideais para se atingir a sustentabilidade da área protegida.

A literatura sobre o turismo em unidades de conservação tem indicado a promoção de impactos socioambientais que comprometem a sustentabilidade nessas áreas. Não obstante os problemas apontados por estudiosos do turismo como Dias (2010), Coriolano (2007), Silva (2004), Dias (2003) e Ruschmann (2004), dentre outros, estes acreditam na contribuição dessa atividade para a conservação do meio ambiente desde que seja desenvolvida de forma sustentável. O pensamento é de que o turismo pode contribuir para a conservação por meio de contribuições financeiras, melhorando o gerenciamento ecológico, elevando a consciência ambiental, protegendo e conservando os ambientes naturais, tornando-se uma alternativa de emprego e estabelecendo limites à visitação em áreas que apresentam ecossistemas frágeis, como é o caso das APA localizadas em espaços marinhos.

Baseado na noção de que o turismo se apoia na conservação dos recursos naturais Coriolano (2007) lançou a ideia de que é possível, mesmo em uma sociedade capitalista de exclusão socioespacial e crise ambiental, o turismo se tornar uma alternativa para a transformação socioambiental com vistas à promoção da sustentabilidade. Em síntese, um turismo sustentável, isto é, voltado para a inclusão a partir da capacidade de mudanças estruturais realizadas por governos, empresários e o *trade*, o que implica na construção “de uma sociedade sustentável que se baseia na compatibilidade ecológica e na compatibilidade sócio-cultural e econômica” (Coriolano, 2007, p. 38).

Nessa perspectiva, em se tratando do turismo em unidades de conservação na ótica da sustentabilidade, pode-se constatar que no discurso dos estudiosos dessa temática, a paisagem natural passa a ser mais valorizada e protegida quando consumida pelos turistas, servindo de celeiro para as práticas de lazer e para as atividades de interpretação e contemplação ambiental. Isso se traduz em benefício evidente, especialmente, quando é previsto no planejamento urbano, a manutenção de uma quantidade de espaços naturais.

Esses processos naturais, articulados ao planejamento ambiental e urbano, definem a formação da paisagem que na linguagem do turismo contempla os recursos naturais, as manifestações culturais das comunidades tradicionais que habitam o interior das APAs, a sua historicidade e traços estéticos, que passam a ser ressignificados intencionalmente como cenários para o turismo. Assim, a paisagem natural associada a criação e recriação de imagens idealizadas pelo homem é um componente essencial para o desenvolvimento do turismo (Silva, 2004).

Assim, pensar as áreas de proteção ambiental enquanto espaços-cenários e paisagens que favorecem a interação e a contemplação, exige a criação de uma oferta de produtos e serviços que propiciem a interpretação/fruição por meio de práticas de recreação, lazer e descanso para os turistas. Nesse sentido, a construção de um conhecimento sobre o uso desses cenários poderá sinalizar para um planejamento e viabilização de medidas de utilização sustentável dos espaços públicos nas unidades de conservação. A realização da pesquisa científica, se configura, assim, como um forte instrumento para o planejamento e o monitoramento das atividades ambientais, socioeconômicas e turísticas desenvolvidas nos territórios protegidos, uma vez que poderá servir de suporte para orientar ações relacionadas à gestão desses espaços naturais.

Vale destacar que a pesquisa científica é uma das atividades previstas no SNUC e em outras disposições da legislação ambiental brasileira, como ações inerentes ao planejamento e a gestão de áreas naturais protegidas. Atividades que poderão ser desenvolvidas por meio de parcerias firmadas entre as organizações governamentais responsáveis pela gestão da unidade e as instituições do terceiro setor como as ONGs e OSCIPs, a exemplo do que ocorreu com a APA de Recife dos Corais por força de um contrato de cooperação técnica firmado entre o IDEMA – órgão responsável pela administração da referida APA –, e a FUNDEP – entidade da sociedade civil –, em que foi prevista a execução do monitoramento ambiental, socioeconômico e turístico da sua área de uso público.

Nesse sentido, as atividades inerentes ao monitoramento ambiental, socioeconômico e turístico desenvolvidas na APA dos Recife de Corais, constituiu o ponto de partida para se analisar as ações de gestão ambiental e turística implementadas nessa unidade, visando perceber em que medida o planejamento e a gestão dessa unidade contribuíram a sustentabilidade do destino turístico, como condição necessária ao desenvolvimento das comunidades de Maracajaú e Perobas, localizadas nos municípios de Maxaranguape e Touros, respectivamente, e para a localidade de Rio do Fogo, conforme detalhado nos resultados empíricos apresentados ao longo do texto, obtidos a partir de um percurso metodológico explicitado a seguir.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS**

A metodologia utilizada com a finalidade de alcançar os objetivos formulados no presente estudo, se revestiu de um caráter multivariável, tendo em vista a complexidade do objeto de estudo. Para além do monitoramento ambiental realizado *in loco* com a equipe de biólogos responsável pelo acompanhamento sistemático na plataforma coralina, com vistas a investigação sobre a saúde e condições físicas dos corais, a pesquisa de campo inerente aos condicionantes socioeconômicos e turísticos foi empreendida por profissionais das ciências sociais e humanas, especialmente, sociólogo e turismólogo. Para tanto, foram utilizadas técnicas de investigação que incluíram: a observação participante; a realização de entrevistas semiestruturadas; o preenchimento de formulários de campo e aplicação de questionários junto aos turistas.

Considerando que a pesquisa teve o intuito de apresentar uma análise das ações do monitoramento ambiental, socioeconômico e turístico desenvolvido pela FUNDEP na APA dos Recifes de Corais, optou-se, ainda, pela utilização de procedimentos metodológicos como o levantamento bibliográfico e documental, já mencionado, acompanhado de uma investigação de campo de caráter descritiva e exploratória que permitisse uma abordagem qualitativa dos seus resultados. Na visão de Dencker (2007), os estudos descritivos e exploratórios são utilizados para pesquisas voltadas para objetivos bem definidos que visam aprimorar ideias ou cooperar para a tomada de decisões. Caracteriza-se por possuir um planejamento flexível envolvendo em geral levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes e análise de exemplos similares.

A pesquisa descritiva associada a uma abordagem qualitativa é um recurso metodológico eficiente para dar conta da realidade social investigada (Gil, 2008), cuja operacionalização pôde ser concretizada com o uso do método pesquisa ação, por meio da observação participante, onde o pesquisador se insere no contexto factual com o seu objeto de estudo, e, ainda, da utilização de técnicas investigativas como a aplicação de entrevistas semiestruturadas e o preenchimento de questionários.

A observação participante, nesse caso, foi realizada nos espaços de sociabilidades das lideranças comunitárias e durante as assembleias do Conselho Gestor da Unidade, onde os Conselheiros discutem os problemas e selecionam as medidas cabíveis de tomadas de decisões propositivas e necessárias a gestão participativa da Unidade. A aplicação de entrevistas semiestruturadas foram feitas com os técnicos do IDEMA, responsável pela gestão da APA. O preenchimento de formulário ou ficha técnica, com as informações pertinentes ao controle do fluxo turístico feito pelos monitores ambientais na Área de Uso Turístico Intensivo (AUTI) e, por fim, a aplicação de questionários com perguntas abertas e fechadas com os turistas que visitaram a APARC, como uma técnica que permitiu identificar o conhecimento e a percepção ambiental desses sujeitos com relação aos recursos naturais visitados.

Para tanto, a aplicação dos questionários foi feita nos pontos de paradas destinados aos turistas, em locais estratégicos da Unidade, antes de seguir no catamarã e/ou lancha que os transportariam até os parrachos e após a sua chegada do passeio, a fim de identificar a sua percepção ambiental. Assim, os visitantes foram abordados, por ocasião do embarque e do desembarque que acontece nesses locais de parada pré-fixados nas comunidades de Maracajaú em Maxaranguape, Perobas em Touro e no município de Rio do Fogo. Essa opção metodológica se justificou pela necessidade de obter informações do sujeito da pesquisa com relação a expectativa que ele retém com relação ao passeio e a percepção do ambiente e dos serviços ali prestados após a realização do passeio. Ao todo, foram empreendidas 2.750 abordagens para preenchimento do referido questionário, elaborado pela equipe.

Campos; Vasconcelos & Félix (2011) acreditam que é necessário conhecer as percepções, motivações, expectativas, atitudes, valores e condutas dos indivíduos que visitam uma UC, por meio da identificação da sua percepção ambiental, como uma estratégia inerente ao planejamento e a gestão ambiental. Nesses termos, a pesquisa de percepção como veículo para identificar comportamentos, valores e condutas positivas e/ou negativas diante da natureza é utilizada, nesse sentido, como uma ação para se pensar a gestão desses espaços controlados, regulados e protegidos, cujo uso pelo turismo está associado a compreensão de que esta atividade poderá contribuir para a manutenção e conservação dos recursos ambientais, em particular dos seus recursos marítimos.

O estudo de percepção ambiental tem se configurado em um relevante instrumento para identificar as representações sociais – abordagem metodológica que ancora esse tipo de investigação – que os indivíduos constroem sobre o meio ambiente, bem como, seu nível de consciência ecológica e o seu processo educativo. Através da aplicação de um questionário é possível verificar o comportamento ambiental responsável de uma população. Segundo Fernandes *et al.* (2004), o questionário é um significativo instrumento pedagógico complementar à gestão de instituições que atuam no campo ambiental.

Nas pesquisas empíricas relacionadas aos estudos de percepção são estabelecidas variáveis que expressam a variabilidade de comportamentos e dos estados subjetivos, pensamentos, sentimentos e necessidades articuladas em forma de pergunta e, estipula-se escalas de medidas como ferramenta de mensuração através de números ou outros símbolos atribuídos às características pré-definidas (Günther, 2006). Trata-se de atribuir uma escala a fim de obter as informações requeridas nos objetivos formulados nos estudos. De modo geral faz-se uso da escala Likert, que consiste em quatro ou cinco categorias ordinais (1 – “Discordo totalmente”, 2 – “Discordo em parte”, 3 – “Não discordo, nem concordo”, 4 – “Concordo em parte”, 5 – “Concordo totalmente”), e atribuições de



escore para cada alternativa elencada na escala, constante do questionário (Alexandre *et al*, 2003).

Para fins de atendimento dos pressupostos metodológicos, nesse estudo, foram estabelecidas catorze variáveis, à luz de Brasil (2009), conforme mostra o quadro abaixo.

**Quadro 1 – Variáveis de pesquisa**

1	Os recifes dos corais que você irá visitar estão situados em uma Área de Proteção Ambiental (APA)
2	Os corais são organismos vivos encontrados em ambientes marinhos.
3	As unidades de conservação são áreas protegidas por lei, criadas com o objetivo de conservar a natureza.
4	Os recifes dos corais abrigam uma diversidade de fauna e flora marinha.
5	A conduta consciente e ambientalista não é necessária à prática de mergulho nos corais
6	O toque nos corais não prejudica e nem provoca a sua morte.
7	Nos recifes existem organismos que possuem substâncias urticantes e tóxicas que poderão machucá-lo se pisados ou tocados.
8	A coleta de restos de conchas, corais, estrelas do mar não compromete à integridade ecológica dos corais.
9	Oferecer qualquer tipo de alimento, inclusive pequenos peixes em iscas, prejudica à saúde dos peixes e corais.
10	O uso de protetor solar à prova de água durante o mergulho no ambiente coralino compromete a saúde dos animais e outros organismos aquáticos.
11	O uso de óleos ou cremes durante o mergulho no parrachos não é nocivo à saúde dos corais e outros organismos.
12	O uso de nadadeiras em águas rasas pode quebrar os corais e outros organismos.
13	O uso de arpão e espeto durante o mergulho espantam os animais e trazem riscos de acidentes
14	O lixo produzido deve ser depositado em local apropriado e não jogado no mar.

Fonte: Baseada em *Manual de Conduta Consciente em Ambientes Recifais* (2009), desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil.

As assertivas das variáveis foram analisadas obedecendo a uma relação **Expectativa x Percepção** por parte dos sujeitos da pesquisa, conforme se verifica nas considerações relativas aos resultados da pesquisa. Sobre o tratamento dado a esses resultados o trabalho de Fernandes, Justino e Silva (2017), apresenta um detalhamento das elaborações acerca de cada variável trabalhada na pesquisa.

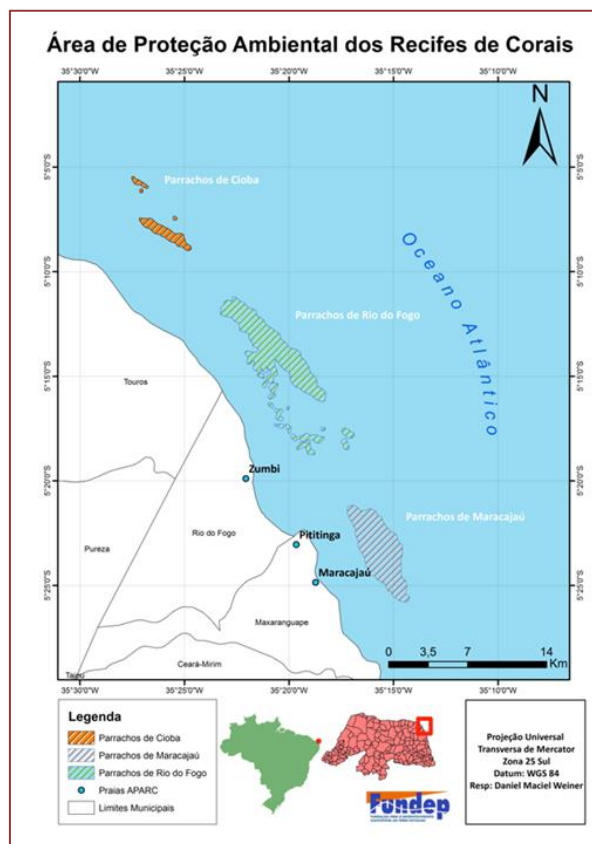
#### **4. A APA DOS RECIFES DE CORAIS-RN: AMBIENTE PARA A CONSERVAÇÃO E PARA O LAZER**

O litoral do Rio Grande do Norte exhibe um rico e extenso ecossistema recifal ao longo da região costeira dos municípios de Maxaranguape, Rio do Fogo e Touros, com três principais bancos coralíneos, conhecidos localmente por "parrachos" (IDEMA, 2012). Tal região, face às suas belezas naturais e diversidade biológica, encontrou amparo legal

através do SNUC, e transformou-se na “Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais” (APARC), instituída através do Decreto nº 15.746/2001, com o objetivo de proteger a região marinha e sua diversidade, contando com uma área de 136 mil hectares (FUNDEP, 2017).

A região apresentada na Figura 1 destaca a APARC, bem como indica as plataformas rasas de Maracajaú e Rio do Fogo, que são basicamente compostas por corpos de arenitos que abrigam os corais e, conseqüentemente, uma série de outros organismos como esponjas, moluscos e peixes, formando os recifes, que concentram uma grande quantidade e variedade de vida marinha (Adaptado de AMARAL, *et al.*, 2005 *apud* IDEMA, 2012).

**Figura 1** – Mapa de localização da APARC



Fonte: FUNDEP, 2017

Por ser a única unidade de conservação que possui em sua área marinha ecossistemas recifais, a APARC apresenta uma singularidade diante das demais unidades de conservação existentes no Rio Grande do Norte. Esse patrimônio ambiental constitui atualmente um produto turístico que atrai um fluxo considerável de visitantes e/ou turistas, para fazer o passeio de barco aos parrachos e praticar o mergulho raso na formação coralina, onde poderá ter o contato visual com corais, peixes, águas vivas, ouriços entre outras espécies.

O uso turístico de uma área com atributos ambientais de grande vulnerabilidade ecológica, exige, de um lado, o manejo adequado e sistemático, visando a conservação e preservação de seus recursos bióticos e abióticos. Por outro lado, o desenvolvimento de um turismo sustentável, poderá contribuir significativamente para a conservação e

ampliação do tempo de vida desses atrativos, por meio de ações de planejamento e manejo como o monitoramento ambiental e turístico das áreas naturais. A visitação turística na localidade caracteriza-se, prioritariamente, como sendo o passeio de catamarã seguido de mergulho livre com profundidade variando entre 1.0m e 3.0m, durante o ano.

Dentre as ações de planejamento e gestão dessa área o Monitoramento de Visitação Turística e Ambiental, previsto no Plano de Manejo da Unidade e desenvolvido pela FUNDEP, é visto como uma importante estratégia de conservação e preservação. Trata-se de uma intervenção por meio do trabalho de acompanhamento sistemático, através da pesquisa científica, de acordo com os procedimentos metodológicos já explicitados.

## 5. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

De forma breve pode-se destacar que no período de análise da pesquisa sobre a avaliação dos parâmetros ambientais, feita por meio do monitoramento realizado pela equipe de pesquisadores da FUNDEP, foi observado que apesar das boas condições estéticas e de saúde dos recifes de coral presente no ambiente marinho da APA, este ecossistema necessita da continuidade de um acompanhamento sistemático, devido sofrer agressões pontuais, na maioria das vezes cometidas por operadores de embarcações que ameaçam a integridade futura desses atributos ecológicos da área, quando do transporte de turistas para praticar o mergulho na plataforma coralina da Unidade, que no período compreendido pela pesquisa recebeu um quantitativo de 307.150 visitantes.

Os turistas que visitaram esse destino turístico se caracterizaram por serem majoritariamente do sexo feminino, casados, com idade entre 21 e 40 anos, renda mensal individual de 2 a 10 salários-mínimos, possuindo formação superior completa, inclusive com um percentual significativo de pós-graduados. No que diz respeito à visitação turística se fez relevante destacar que este público pratica turismo em família e utiliza-se das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) para fins conhecimento prévio da destinação turística em questão, revelando que estava, em sua maioria, na UC pela primeira vez, com o objetivo de realizar atividades de lazer e recreação.

Com relação a expectativa e a percepção ambiental que reteram sobre o ambiente visitado, constatou-se discrepâncias ou *gaps* dos mesmos, de acordo com as respostas apresentadas com relação as variáveis usadas, demonstrando múltiplas e diferenciadas compreensões do meio ambiente mediadas por representações sociais.

Entre os fatores considerados positivos da percepção, constatou-se que 97% dos visitantes indicaram quando inquiridos por meio do questionário, terem um conhecimento prévio da área protegida e de suas normas de uso. Porém, o comportamento associado a um nível de consciência ambiental satisfatório não se fez presente em todas as variáveis analisadas que demonstrassem um perfil proativo do visitante com relação a conservação ambiental.

Assim, constatou-se a necessidade imediata de providências da instituição gestora da APA e do *trade* turístico para ampliar as ações de educação ambiental, uma vez que o turismo sustentável em uma Unidade de Conservação exige a adoção de um comportamento comprometido e proativo com relação a conservação e preservação dos recursos ambientais, especialmente, em ambientes costeiros e marinhos.

A metodologia utilizada na enquete de percepção possibilitou uma investigação do antes e do depois da realização do passeio, como uma estratégia para identificar a mudanças de

comportamento ambiental do turista. Assim, desse fato, e de outros, nessa perspectiva de mudanças comportamentais, pode-se indicar que:

- a) a visita guiada aos parrachos contribuiu para mudança positiva de atitudes, valores e visões sobre a conservação ambiental, o que confirma a importância dos estudos de percepção para a gestão de Unidades de Conservação do ponto de vista da instituição executora do planejamento e da gestão de UCs, conforme realizada pela equipe de monitoramento da FUNDEP, o que termina por corroborar com as metas dos ODS-14.
- b) as representações formuladas pelos visitantes sobre o objeto analisado, são dinâmicas e impõem novas elaborações, a partir das interações socialmente estabelecidas, como condição para se pensar em medidas que possam levar ao desenvolvimento sustentável.
- c) as características estéticas da paisagem visitada cooperaram para a mudança de atitudes e comportamentos, por estimular um pensamento simbólico e imagético permeado de sistemas sensoriais, afetivos e espirituais; e,
- d) a aquisição de uma consciência ambiental baseada na compreensão de que o espaço, o território e a paisagem enquanto categorias geográficas possuem movimento e expressam transformações históricas, culturais, políticas e socioambientais que podem influenciar na ideia de que a natureza como construção social precisa ser protegida.

Mas, foi observado, ainda, a existência de noções contraditórias no pensamento do turista quanto a exposição de uma consciência ambientalista proativa, como aquelas que revelam um comportamento inadequado durante a prática do lazer nos parrachos, como o uso de produtos nocivos a conservação dos corais durante o mergulho. Mesmo com a resistência do público informante em adotar um comportamento adequado em todas as questões analisadas na investigação, há tendência satisfatória com relação a ampliação do nível de consciência ambiental na APARC, após a execução dos passeios aos Parrachos e o contato com a natureza, acompanhada das orientações fornecidas pelos monitores ambientais.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As estratégias do monitoramento ambiental, socioeconômico e turístico adotadas por uma instituição do terceiro setor, a fim de contribuir com as ações de planejamento e gestão ambiental e turística de um destino, inserido em uma unidade de conservação, por meio da pesquisa científica se revelou eficiente.

As intervenções realizadas pela FUNDEP por força de mecanismos contratuais com o órgão gestor das unidades de conservação do Estado do Rio Grande do Norte, na APA dos Recife de Corais correspondeu a uma alternativa de gestão que fortaleceu não só a destinação turística, mas contribuiu para ações mais sistemáticas de conservação dos seus recursos ambientais, especialmente, da plataforma coralina. Isso se torna evidente, uma vez que as agências governamentais não dispõem de recursos técnicos suficientes para arcar com todas as necessidades que o planejamento e a administração de uma área natural protegida requerem. Por fim, a metodologia compartilhada pelas duas instituições – IDEMA e FUNDEP, adotada na execução das ações de monitoramento e acompanhamento das atividades desenvolvidas, colaboraram para que medidas fossem

adotadas no sentido de minimizar os impactos socioambientais que o turismo provoca nessas áreas.

Em suma, os dados revelados nas pesquisas de monitoramento exibiram, portanto, uma realidade factual que ensejou a aplicação de ações emergentes, no sentido de promover um destino turístico sustentável e competitivo, por meio de intervenções na área de educação ambiental.

A APA dos Recifes de Corais somente poderá se tornar um destino sustentável se contar com uma gestão comprometida em promover ações educativas, de sensibilização e qualificação dos empreendedores e operadores turísticos que atuam na área. A continuidade das ações do monitoramento ambiental, socioeconômico e turístico tem que serem realizadas no sentido de indicar medidas de gestão que deverão ser implementadas, a fim de solucionar os problemas e desafios identificados por meio da pesquisa científica, o que poderá contribuir para o cumprimento das metas relacionadas aos objetivos do desenvolvimento sustentável, em particular ao ODS-14.

## REFERÊNCIAS

- [1] Alexandre, J. W. C. et al. (2003). Análise do número de categorias da escala de Likert aplicada à gestão pela qualidade total através da teoria da resposta ao item. In: ENEGEP, 2003 Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR0201\\_0741.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0201_0741.pdf)>. Acesso: 10 mar. 2017.
- [2] Brasil, Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018). Contribuições do Turismo em unidades de conservação federais para a economia brasileira. Brasília: MMA/ICMBio. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/contribuicoes\\_economicas\\_turismo\\_2018.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/contribuicoes_economicas_turismo_2018.pdf)>. Acesso em 15 set., 2019.
- [3] Campos, R. F.; Vasconcelos, F. C. W.; Félix, L. A. G. (2017) A importância da caracterização dos visitantes nas ações de ecoturismo e educação ambiental do Parque Nacional da Serra do Cipó/MG. Revista Turismo em Análise, Brasil, v. 22, n. 2, p. 397-427, aug. 2011. ISSN 1984-4867. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rta/article/view/14255/16073>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- [4] Coriolano, L.N. M. T. (2007). Turismo e meio ambiente: interfaces e perspectivas. In: Coriolano, L. N. M. T.; Vasconcelos, F. P. (orgs). O turismo e a relação sociedade-natureza: realidades, conflitos e resistências. Fortaleza: EdUECE, p. 19-43.
- [5] Dencker, A. de F. M (2007). Métodos e técnicas de pesquisas em turismo. São Paulo: Futura.
- [6] Dias, K. (2010). Entre visão e invisão: paisagem (por experiência da paisagem no cotidiano). Brasília: Ed. UnB.
- [7] Dias, K. (2010). Entre visão e invisão: paisagem (por experiência da paisagem no cotidiano). Brasília: Ed. UnB.
- [8] Dias, R. (2003). Turismo e desenvolvimento sustentável. São Paulo: Atlas.
- [9] Gil, A. C (2008). Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas.
- [10] Günther, H. (2006). Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? Psicologia: Teoria e Pesquisa, n. 2., v. 22., maio-ago., p. 201-210. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v22n2/a10v22n2.pdf>> Acesso: 10 mar., 2017.
- [11] Fernandes, M. C.; Justino, A. N. da P.; Silva, J. M. D (2017). A percepção ambiental dos turistas que visitam a APA Recife dos Corais no Rio Grande do Norte: considerações preliminares. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 8º ENANPPAS. Anais.... Natal: ANPPAS/UFRN/IFRN, 2017. 15p.
- [12] Prates, A. P. L.; Gonçalves, M. A.; Rosa, M. R. (2012). Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. 2ª. Edição Ampl. Brasília: MMA. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/205/\\_publicacao/205\\_publicacao03022011100749.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao03022011100749.pdf)>. Acesso: 15 out., 2019.

- [13] Prates, A. P. L. (2003). Recifes de Coral e Unidades de Conservação Costeiras e Marinhas no Brasil: uma análise da representatividade e eficiência na conservação da biodiversidade. 2003. 226 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília.
- [14] Ruschmann, D. V. (2004). Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente. São Paulo: Papirus.
- [15] Silva, M.G. L. (2004). Cidades turísticas: identidades e cenários de lazer. São Paulo: Aleph. (Série Turismo).
- [16] Zilberberg, C. et al. (2016). Conhecendo os recifes brasileiros: rede de pesquisa Coral Vivo. Rio de Janeiro: UFRJ-Museu Nacional. Disponível em: < <http://coralvivo.org.br/arquivos/documentos/Livro-Zilberberg-et-al-2016-Conhecendo-os-Recifes-Brasileiros-Rede-de-Pesquisas-Coral-Vivo.pdf> >. Acesso em: 10 jul., 2019.

# Capítulo 6

## *Análise de indicadores de sustentabilidade aplicados a agroecossistema de assentamento de reforma agrária no Estado do Paraná*

*Patricia Balbinotti*

*Lucas Antunes da Silva*

*Geane Luiza Viana de Melo*

*Vinícius Balbinotti*

*José Ozinaldo Alves de Sena*

**Resumo:** Este trabalho foi realizado para contribuir no avanço da transição para agroecologia com a família Paes Pires, família assentada no assentamento Nova Esperança município de Pitanga no estado do Paraná. A família apresenta em seu agroecossistema iniciativas de agricultura de base ecológica, o Diálogo de Saberes como orientador das relações entre técnico e camponês e permite estabelecer uma nova construção do saber entre ambos. A pesquisa considerou as análises ecológica, econômica e cultural e estudo aprofundado de convivência com a família sobre suas relações com a natureza e com o homem e teve por objetivo a elevação do nível do Desenvolvimento Sustentável (DS) em assentamentos da reforma agrária. O DS se apresenta como um método que estabelece esse horizonte de construção com família camponesa a uma nova prática e consolidação de agroecossistema em transição para a agroecologia. Os indicadores econômicos e sócio-culturais avaliados mostraram-se sensíveis para refletir a real situação do agroecossistema estudado.

**Palavras-chave:** Agroecologia; desenvolvimento sustentável; movimentos sociais do campo.

## 1. INTRODUÇÃO

Um longo processo de lutas sociais no campo Brasileiro se intensifica para que famílias desprovidas e excluídas do direito a terra garantissem a sua existência na área rural. O MST (Movimento dos trabalhadores Rurais Sem Terra) nasce desse objetivo pela Terra, pela Reforma Agrária e a Transformação da Sociedade. As famílias que conquistam a terra muitas reproduzem a lógica do agronegócio utilizando os mecanismos de uma agricultura insustentável ecologicamente degradando a natureza, economicamente endividamento das famílias pela dependência dos insumos e produtos, e culturalmente pela perda dos conhecimentos tradicionais acumulados pela agricultura camponesa. Por esses diversos fatores o Movimento discute nova linha de produção na qual o camponês conseguisse trabalhar na terra causando o menor impacto possível aquele ambiente que se apropriasse dos mecanismos da produção e reprodução natural da vida pela natureza essa agricultura embasada em bases ecológicas é que se abordam as práticas desenvolvidas e apropriada pela família.

O diálogo de saberes é entendido como uma forma de relação entre camponês e técnico utilizado para aprofundar e buscar a transição agroecológica. Portanto, na Agroecologia, é central o conceito de transição agroecológica, entendida como um processo gradual e multilinear de mudança, que ocorre através do tempo, nas formas de manejo dos agroecossistemas, que na agricultura, tem como meta a passagem de um modelo agroquímico de produção (que pode ser mais ou menos intensivo no uso de inputs industriais) a estilos de agriculturas que incorporem princípios e tecnologias de base ecológica (CAPORAL; COSTABEBER, 2004b). A implantação desta estratégia servirá como base para o trabalho de formação técnico - político com as famílias camponesas, contribuindo para garantir uma linha de produção sustentável nos assentamentos do MST (GUHUR, 2010).

Com isso nasce à necessidade de se discutir um projeto de desenvolvimento sustentável para o campo que se tenha como foco a produção de alimentos saudáveis, garanta renda familiar, e que tenha linha de produção sob uma perspectiva ecológica, social e econômica. Essa linha de produção pode ser respaldada pelo enfoque sistêmico da Agroecologia (CAPORAL; COSTABEBER, 2004a).

## 2. METODOLOGIA

O trabalho de diálogo de saberes foi realizado no assentamento Nova Esperança no município de Pitanga, com a família Paes Pires. Paulo Pires reside em Pitanga desde 1993, Eliane Paes Pires desde 2005. Anteriormente, o assentamento era coletivo, COPROAG (Cooperativa de Produção Agropecuária 5 de Agosto). Após a divisão da Cooperativa em 2001 foram constituídos lotes individuais.

O assentamento Nova Esperança fica localizado no município de Pitanga na região centro sul do estado do Paraná. Pertence ao bioma Mata Atlântica, tendo um clima subtropical temperado. A floresta predominante ombrofica mista. Com classificação de solo latossoloálico, uma altitude de 952 metros. A família desenvolve e trabalha ativamente em seu lote, procurando alternativas que potencializem seu agroecossistema definido como a unidade de investigação que a agroecologia trabalha, na relação homem-natureza, na produção agrícola diminuindo os insumos buscados externamente (MST; AS-PTA; GIRAMUNDO, 2005).



Uma das metodologias usada para esta atividade foi a pesquisa-ação (PA) onde se realizou pesquisa a campo, voltada para a vivência com a família e observação de seu modo de vida, suas tarefas diárias. Também, as expressões, sua trajetória de vida, a divisão do trabalho, as relações sociais, dos fluxos de matérias, etc. (BRANDÃO, 1984). O estudo de caso também é utilizado nessa investigação onde o pesquisado atua sem generalizações sobre determinadas situações da pesquisa; "é uma investigação que se assume como particularística, debruçando-se sobre uma situação específica, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico" (MARTINS, 2002). Procurando identificar as partes vinculando ao todo "o agroecossistema familiar" e seus fluxos e relações.

## 2.1. ANÁLISE DO AGROECOSSISTEMA

### 2.1.1. ANÁLISE SÓCIO-CULTURAL

As relações sociais da família são estabelecidas pela contribuição na organização, participação no assentamento, nas reuniões na escola. considera, também, a divisão de tarefas políticas.

### 2.1.2. ANÁLISE ECONÔMICA

A análise econômica é parte do processo da sustentabilidade do agroecossistema, principalmente dos subsistemas que representam os valores econômicos da família (MST; AS-PTA; GIRAMUNDO, 2005). A renda econômica da família é, em maior parte, obtida de atividades agropecuárias, tais como produção de leite, hortaliças e frutas, vendidas para o mercado institucional, especificamente, para o programa de aquisição de alimentos (PAA). Estas atividades são priorizadas pela família. A renda não monetária, representada pela produção de grãos, é destinada ao consumo familiar e dos animais. A renda não agrícola é uma entrada econômica pequena comparada às atividades agrícolas prestadas pela contribuição na organização, que é destinada a viagens, reuniões e cursos que o casal realiza

### 2.1.3. CÁLCULO DOS INDICADORES ECONÔMICOS

Os conceitos usados na análise econômica definidos por (MST; AS-PTA; GIRAMUNDO, 2005) são realizados para analisar e compreender a sustentabilidade de um agroecossistema através de cálculos econômicos. São eles: - Valor agregado (**VA**) promovido pela inserção de trabalho familiar, sobre matéria e insumos externos ao agroecossistema para a produção, demonstra a disposição da mão de obra que é empregada ao subsistema. Quanto maior valor agregado melhor será o uso do agroecossistema e o que ele fornece à família. A produção bruta (**PB**) descontando o custo intermediário (**CI**) resultará no valor agregado (**VA**); - Produto bruto (**PB**) é a soma da produção total dos subsistemas e destina-se ao consumo familiar e à comercialização; - Consumo intermediário (**CI**) os investimentos agregado a produção, tudo aquilo que a família traz externamente do sistema e que custa um valor econômico à família; - Renda agrícola (**RA**) mostra a renda líquida final da produção, diminuindo o valor agregado menos 2,3%, atividades que diminuem a renda total (impostos, arrendamentos, salários, etc.), o que a família não adquire como de capital fixo; - Taxa de valor agregado (**TxVa**) nos mostra a capacidade de produção dos subsistemas do agroecossistema em relação à entrada de insumos externos. Quanto maior a porcentagem da atividade, melhor é o retorno à família. Calculando:  $(\text{Valor agregado (VA)} / \text{Valor da produção (PB)}) \times 100$ ; - Rentabilidade (**Rent**) é o retorno econômico que a atividade gerou a família. Define, por exemplo, qual o retorno para cada R\$ 1,00 investido. Pode observar quando menores

forem os custos intermediários melhor será o retorno econômico. Dividindo o valor agregado pelo custo intermediário; - Produtividade do trabalho (**PT**) é calculada pela produção econômica, dividido pelo número de trabalhadores que realizam atividades; - A intensidade do uso da terra (**IUT**) é medida, dividindo valor agregado pelo total de área de produção.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 são apresentados os valores calculados correspondentes aos indicadores mencionados anteriormente. Foram calculados somente os subsistemas que representam renda monetária da família. A produção de leite proporciona maior valor agregado, em relação aos demais subsistemas. A bovinocultura depende de mais tempo diário para sua produção, concentra maior trabalho, maior a área de produção, tendo facilidade na comercialização, obtendo assim uma renda superior a da lavoura. Representada como a principal atividade de renda econômica.

A maior parte da renda monetária é agrícola, e corresponde ao trabalho que a família realiza no agroecossistema. Isso garante a permanência da família, que consegue conduzir as linhas de produção e ainda garante extrair dela sua sobrevivência no campo.

A renda não-agrícola corresponde a 26% do total e diz respeito ao tempo de trabalho da família externo ao agroecossistema. A renda monetária corresponde a 64% e não monetária 36%. Os percentuais refletem a realidade da família: produz com qualidade, há grande diversificação na sua alimentação. Os patrimônios, o acesso a créditos e os investimentos no agroecossistema são conquistas que estão bem relacionados com a distribuição e uso efetivo da renda pela família. Através da renda monetária a família investe no agroecossistema. Outro destaque importante é que a renda não monetária contribui com a independência do consumo de alimentos do mercado (produtos não produzidos na propriedade).

**Tabela 1.** Indicadores econômicos das atividades agropecuárias do Assentamento Nova Esperança, Pitanga, Paraná

Subsistemas	PB (R\$)	CI (R\$)	VA (R\$)	RA (R\$)	TxVa (%)	Rent R\$	PT (R\$/trab.)	IUT (R\$/ha)
Feijoeiro	130,0	60,0	70,0	68,4	53,9	1,2	35,0	280,0
Bovinocultura de Leite	10343,0	2446,0	7897,0	4972,2	76,4	3,2	3948,5	1128,1
Olericultura	386,8	90,0	296,8	290,0	7,7	3,3	296,8	29680,0
TOTAL	10.473,0	2596,0	7877,0	3424,8	75,2	3,0	3938,5	656,4

PB: Produto Bruto; CI: Consumo Intermediário; VA: Valor Agregado; RA: Renda Agrícola; TxVa: Taxa de Valor Agregado; Rent: Rentabilidade; PT: Produtividade do Trabalho; IUT: Intensidade do uso da terra.

#### 3.1. RENDA MONETÁRIA POR SUBSISTEMAS

A renda monetária maior é obtida pela venda do leite, que corresponde a 85% do total; a contribuição dos demais subsistemas é de 15% da renda. A família emprega mais tempo de trabalho nessa atividade, exigindo uma renda remunerada superior às demais.

Por outro lado, significa uma grande concentração da renda monetária em apenas um subsistema, o que gera dependência monetária de apenas uma atividade. Pode-se observar que quando a produtividade do subsistema diminui a família emprega

alternativas para compensação de renda (ver na ação pedagógica), e, assim, estabelecer uma renda mensal mais estável.

Somando a renda monetária anual mais a renda não agrícola temos aproximadamente 72% e um custo anual de 28%. Parte dessa renda foi reinvestida no agroecossistema. Deixamos de lado a questão da dívida que se acumulou durante o período que participou da cooperativa e que está sendo renegociada, isso também nos indica que a remuneração pelo trabalho anual dividido pelas duas unidades de trabalho significa ganho de cerca de 22% da renda total para cada uma. Isso é um fator importante e que precisa ser assimilado: A agricultura camponesa gera resultados suficientes para a sustentabilidade e rentabilidade de um agroecossistema, produzindo seu próprio alimento, cultivando a terra, preservando a identidade camponesa. O agroecossistema estudado não é uma produção agroecológica (podendo ser considerado sistema orgânico), mas já existem iniciativas para a transição agroecológica, iniciativas que podem ser observadas quando se verifica a análise econômica, sociocultural e ecológica, fatores que contribuem para essa transição.

### **3.2. ANÁLISE SOCIOCULTURAL**

O casal realiza o trabalho em conjunto, tanto o trabalho dos subsistemas quanto o trabalho domésticos e se revezam para as saídas; quando um precisa contribuir o outro permanece no agroecossistema, essa dinâmica permite a contribuição externa dos dois.

O trabalho se intensifica no período após o inverno, na época de preparo do solo, plantio, e corresponde ao período em que as vacas mais criam. Já na saída do verão a demanda do trabalho diminui no agroecossistema, porém não significa que não há trabalho, apenas que há outras demandas que podem ser realizadas. A família ainda garante a participação na vida escolar da filha, nas reuniões da brigada, do assentamento, na direção estadual e no setor de saúde.

### **4. CONCLUSÕES**

A atividade desenvolvida acumula conhecimento permanente entre ambos que só é possível com uma relação dialógica, pois a família transmite o saber de experiência da vida, a luta permanente, e o fortalecimento dessa construção. Destaca-se, a partir do uso da metodologia, se dedicando à organização, tendo compromisso com a luta de classes, e, posteriormente, praticando no seu agroecossistema a linha de produção que a organização vem discutindo, a agroecologia, e contribuindo fortemente nos espaços de discussões coletivas.

O método, ainda pouco definido e em construção acadêmica, tem um potencial que pode ser exercido em diferentes áreas do conhecimento e não somente nas linhas de produção. Algumas atividades ainda se concentram em procedimentos técnicos localizados nos agroecossistemas e nas novas linhas que a família irá implantar.

### **AGRADECIMENTOS**

À família Pires, Paulo, Eliane Paes Pires e filhos, do assentamento Nova Esperança no município de Pitanga. À Universidade Federal do Paraná.

## REFERÊNCIAS

- [1] BRANDÃO, Carlos Rodrigues. Notas para o debate sobre pesquisa ação. In: Thiollent, Michel. Repensando a pesquisa participante. Brasiliense, 1984, p. 83-103.
- [2] CARLHA. 10ª jornada de agroecologia, Londrina, Paraná. Junho de 2011.
- [3] CASTAGNA, Airton Antônio.; ARONOVICH, Marcos; RODRIGUES, Eliane. Pastoreio Racional Voisin. Manejo agroeco lógico de pastagem. Niterói, 2011.
- [4] CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio. Agroecologia : alguns conceitos e princípios. Brasília: MOA, SAF, DATER-I ICA, 2004.
- [5] CARVALHO, Horácio Martins de (Org.). Sementes: Patrimônio do povo a serviço da humanidade. São Paulo: Expressão popular, 2003.
- [6] INSTITUTO DE BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. IBGE cidades. Pitanga: 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?cod\\_mun=411960](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?cod_mun=411960)>. Acesso em outubro de 2011.
- [7] GUHUR, Dominique Michéle Perioto. Contribuições do diálogo de saberes à educação profissional em agroecologia no MST: Desafios da educação do campo na construção do projeto popular. 2010. 267 fls. Dissertação (mestrado em educação) - Universidade Estadual de Maringá, 2010.
- [8] GUTERRES, Ivani. Agroecologia militante. SÃO PAULO: Expressão popular, 2006.
- [9] FREIRE, Paulo. Extensão ou Comunicação? 12ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

# Capítulo 7

## *Gestão de água e saneamento básico em uma reserva de desenvolvimento sustentável: Comunidade de Nossa Senhora do Livramento do Tupé (AM)*

*Antonio Jorge Barbosa da Silva*

*Maria Cláudia da Silva Antunes de Souza*

**Resumo:** A água possui um impacto profundo no modo de vida dessas pessoas que vivem em comunidade, especialmente na região do Amazonas que é cercado por rios. Então, o objetivo geral da pesquisa é averiguar se os recursos públicos, destinado ao apoio da RDS do Tupé na Comunidade de Nossa Senhora do Livramento, atingem a gestão de água e o saneamento básico da região. A metodologia da pesquisa foi do tipo exploratório/descritivo, no qual o local da pesquisa é a Comunidade de Nossa Senhora do Livramento do Tupé e a coleta de dados ocorreu por meio de questionário semiestruturado aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com o parecer nº 3.706.046, com perguntas sobre o perfil dos entrevistados e situação do saneamento básico realizado com 252 moradores da referida localidade, sendo a técnica de análise de dados através das informações qualitativas e quantitativas. Ao final da aplicação do questionário quantificou-se que 62,03% das famílias responderam que não possuem água potável em suas residências, seguido por apenas 20,63% que tem água encanada nas casas. Com relação ao destino dos resíduos, 88,49% assinalaram que a destinação dos resíduos é no coletor comunitário, e, por fim, 87,30% afirmaram não possuir sistema de esgoto na comunidade.

**Palavras-chave:** Meio Ambiente; Sustentabilidade; Água; Reserva de Desenvolvimento Sustentável.

## 1. INTRODUÇÃO

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Tupé é uma comunidade rural, administrativamente pertence ao Município de Manaus, cuja origem e formação remontam a elementos peculiares de agrupamentos, voltados para a perspectiva de trabalho. Sua formação se vincula, diretamente, à inserção de um empreendimento nas terras que hoje constituem a comunidade, o que, portanto, pode-se inferir como o agrupamento social inicial (SEMMAS, 2017).

A RDS do Tupé é uma área protegida e possui um rico ecossistema, porém, com o manejo sustentável, pode constituir (SEMMAS, 2017) fonte de emprego e renda para os habitantes das comunidades ribeirinhas da Amazônia. Na RDS do Tupé existem seis comunidades: Tatú ou Tatulândia, São João do Tupé, Colônia Central, Julião, Agrovila e Nossa Senhora do Livramento, que são reservas protegidas pelo seu rico ecossistema e estão inseridas no Corredor Central da Amazônia (SEMMAS, 2021).

Essa pesquisa foca na comunidade Nossa Senhora do Livramento. A criação da comunidade está ligada à história e ao processo de criação da RDS do Tupé, pois seu surgimento visou à proteção da área em que está localizada no Lago do Tupé. O Poder Público Municipal, em 1990, declarou a Praia do Tupé como Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), através da Lei Orgânica do Município de Manaus. Em 1995, por meio da Lei Municipal nº 321, foi criada a Unidade Ambiental do Tupé (UNA – Tupé), que passou a integrar o Sistema Municipal de Unidades de Conservação (SMUC).

Os ribeirinhos vivem, principalmente, à beira de igarapés, igapós, lagos e várzeas. Suas vidas e habitações são reguladas e adaptadas aos ciclos das águas, que ditam o período em que cada recurso natural será explorado ao longo do ano. O período das cheias dificulta o trabalho nas roças, como também a pesca e a caça, sendo que no período da vazante e da seca é mais propício à pesca e à caça. A pesca constitui a principal fonte de proteína animal, o alimento mais abundante e importante para algumas comunidades e, também, é a principal fonte de renda para os ribeirinhos que, geralmente, conciliam a atividade pesqueira com o cultivo nas roças, comercializando o excedente da produção agrícola (SOUSA; PEZZUTI, 2017).

Diante disso, verifica-se que a água possui um impacto profundo no modo de vida dessas pessoas que vivem em comunidade, especialmente na região do Amazonas que é cercado por rios. Então, o objetivo geral da pesquisa é averiguar se os recursos públicos, destinado ao apoio da RDS do Tupé na Comunidade de Nossa Senhora do Livramento, localizada na cidade de Manaus-Am no Brasil, atingem a gestão de água e o saneamento básico da região.

## 2. METODOLOGIA

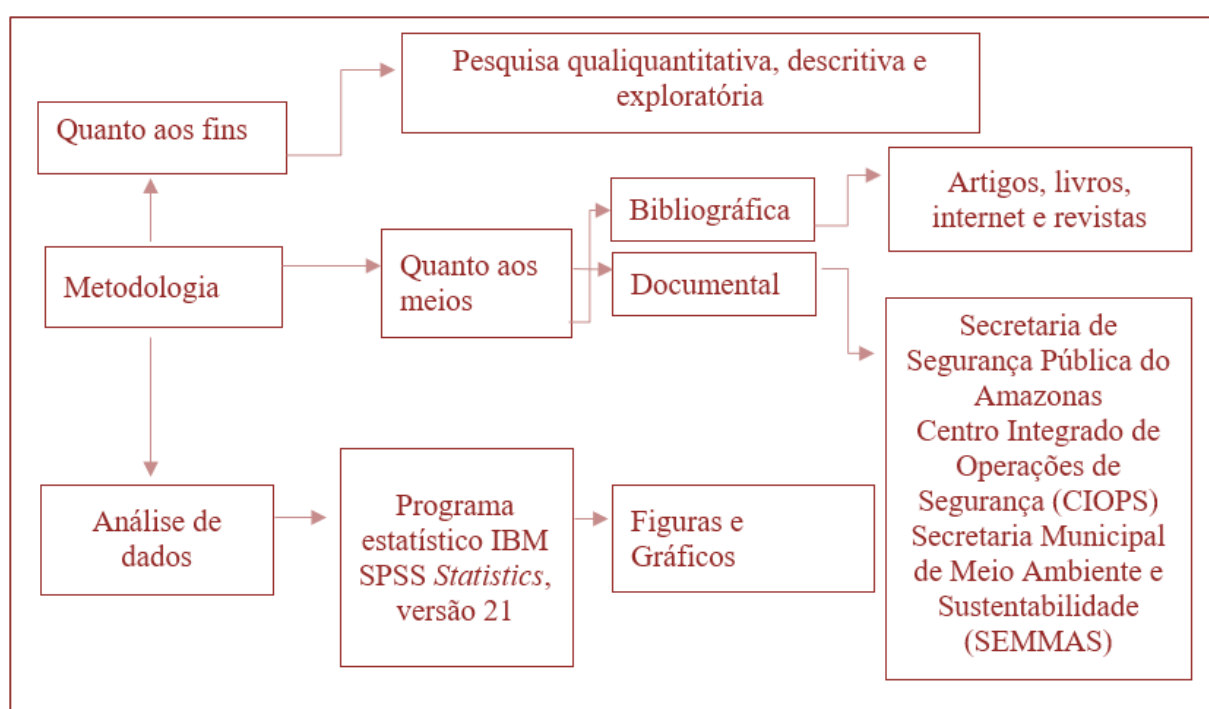
A pesquisa está relacionada a Comunidade Nossa Senhora do Livramento. A Comunidade está situada na RDS no Tupé, na cidade de Manaus, no Amazonas. Geograficamente, a Comunidade Nossa Senhora do Livramento, e está aproximadamente 20,71 km em linha reta do Porto de Manaus, considerada a maior em densidade populacional possuindo maior conexão com o município de Manaus-AM, em função de sua proximidade.

O tipo de abordagem do estudo, quantos aos objetivos da pesquisa, classifica-se como quali-quantitativa, descritiva e exploratória. Conforme Barbagelata (2022) a pesquisa qualitativa, envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do

pesquisador com a situação estudada, e a quantitativa fomenta mensurar e quantificar obtenção de dados que vão comprovando ou derrubando a hipótese ou construindo novas, facilitando um entendimento mais padronizado dos dados obtidos. Os meios de pesquisa foram bibliográficos pesquisado em artigos, livros, internet e revista. Além de pesquisa documental provenientes da Secretaria Municipal de Saúde e Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS).

À análise de dados ocorre através da utilização do Programa estatístico IBM SPSS *Statistics*, versão 21. A Figura 1 é o desenho da pesquisa, no qual apresentam-se os fins, a metodologia e a análise de dados do estudo.

**Figura 1** - Desenho da pesquisa (classificação e etapas)



Fonte: Autor (2022).

O questionário adotado para coleta de dados contou com perguntas sobre o perfil dos entrevistados e situação do saneamento básico. Enfatiza-se que no instrumento de coleta de dados for impresso em papel A4, com espaço adequado para o preenchimento das respostas, possuindo questões abertas e fechadas, respondidas por 252 pessoas residentes da Comunidade Nossa Senhora do Livramento do Tupé.

À estratégia de escolha dos entrevistados foi por disponibilidade, pois nem todos os moderadores se dispuseram a responder o questionário. Neste tipo de pesquisa, opta-se sempre por indivíduos para obter informação de seus modos vida, o mais próximo possível da realidade, no intuito do alcance da maior efetividade da pesquisa.

Os critérios de seleção para participação da pesquisa foram: a. Morador da comunidade Nossa Senhora do Livramento do Tupé em Manaus-AM; b. Ser maior de idade; c. Participar voluntariamente.

Cada morador participante recebeu, de antemão, uma carta de apresentação da pesquisa e um Formulário de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), os quais

continham informações sobre a pesquisa e dados do pesquisador, bem como espaço para assinatura dos participantes. Foi necessário, portanto, aguardar o retorno desses documentos, contendo as respectivas autorizações, para dar início à coleta prática da pesquisa.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

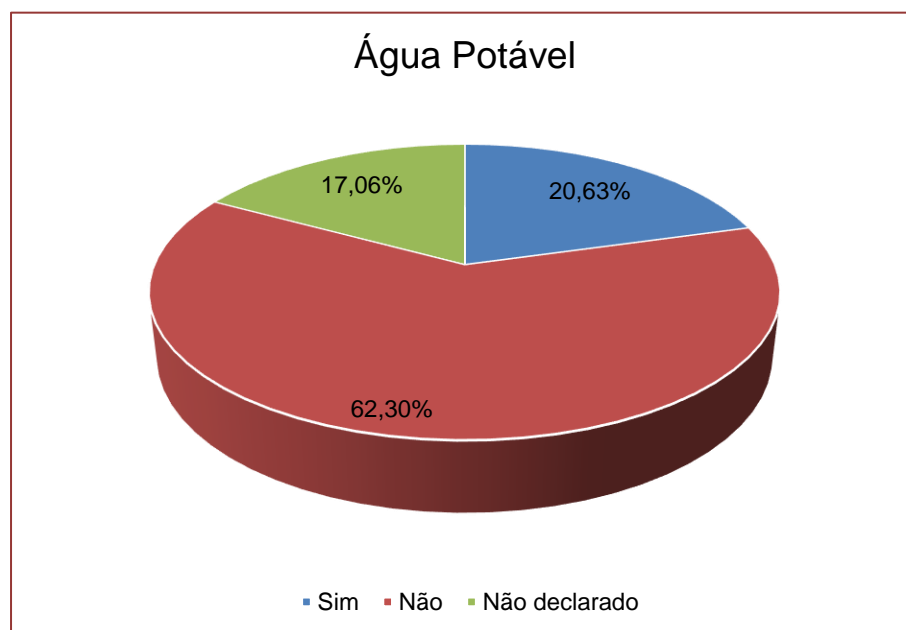
Na área de saúde, a Constituição Federal, fixa alguns pontos relevantes que garantem o direito como: a) prestação de serviço de saneamento básico (CF/88, art. 23, inciso IX); b) o dever do Estado e o direito da criança à vida, à saúde, à alimentação, à educação e outros (CF/88, art. 227); c) ações de medicina preventiva e dos serviços assistenciais (CF/88, art. 198, II); d) as competências do estado na prestação de serviço de saúde e nas ações de prevenção epidemiológica (CF/88, art. 200, inciso I ao IV).

Na assembleia realizada com todos os representantes das associações de moradores das comunidades que compõem a RDS do Tupé, os moradores reivindicaram as necessidades individuais de cada comunidade e os assuntos em pauta foram: demanda de transporte escolar, por que os barcos que fazem a locomoção assídua dos estudantes não estavam chegando nas comunidades; regularização fundiária das comunidades da RDS do Tupé; problemas relacionados às áreas de saneamento básico, tratamento de água e saúde de famílias ribeirinhas e falta ou queda de energia constante nas comunidades da RDS do Tupé (SEMMAS, 2019).

Diante disso, a problemática analisada neste artigo é qual a situação do saneamento básico e de abastecimento de água das residências da comunidade Nossa Senhora do Livramento do Tupé.

Com relação às condições básicas de sobrevivência nessas moradias dos participantes na comunidade Nossa Senhora do Livramento na RDS do Tupé, o Gráfico 1 destaca se a residência possui água potável, o Gráfico 2 a destinação dos resíduos, e o Gráfico 3 se a casa possui um Sistema de esgoto.



**Gráfico 1.** Residência possui água potável

Fonte: Autor (2022).

Conforme apresentado em gráfico um, 62,30% (N= 157) dos habitantes da comunidade Nossa Senhora do Livramento não possuem água potável em sua residência e apenas 20,63% (N= 52) declararam que tem água potável em suas casas.

Destaca-se que, em entrevista, a presidente da associação de moradores da comunidade Nossa Senhora do Livramento no Tupé declarou que, em 20 de novembro de 2021, foi inaugurado um poço artesiano com profundidade de 120 metros para atender a população local. Contudo, a mesma afirmou que não atende toda a população da região, pois não possui a rede de distribuição adequada.

A água, um recurso natural primordial e um bem nacional precioso, constitui o principal constituinte do ecossistema. As fontes de água podem estar principalmente na forma de rios, lagos, geleiras, águas pluviais, águas subterrâneas, etc. Além da necessidade de água potável, os recursos hídricos desempenham um papel vital em vários setores da economia, como agricultura, pecuária, silvicultura, atividades industriais, geração hidrelétrica, pesca e outras atividades criativas (Borba *et al.*, 2021).

Os corpos d'água naturais podem servir a muitos usos, incluindo o transporte e à assimilação de resíduos. Mas à medida que os corpos d'água integram esses resíduos, sua qualidade muda. As necessidades humanas mais fundamentais de água são para beber, cozinhar e saneamento pessoal. Para atender a essas necessidades, a qualidade da água utilizada não deve representar nenhum risco à saúde humana. A qualidade da água na natureza afeta a condição dos ecossistemas, afetando a vida dos seres vivos. Ao mesmo tempo, os seres humanos utilizam os corpos d'água como meio adequado para o descarte de efluentes domésticos, industriais e agrícolas (Dos Santos Ferreira, Cunha-Santino, 2015).

O tratamento de águas residuais está falhando em todo o mundo. A poluição da água está entre os problemas globais mais desafiadores devido às suas implicações ambientais e de saúde. Mais da metade dos leitos hospitalares do mundo estão sendo usados por pessoas

cuja doença está relacionada à poluição da água. Estima-se que 80% das águas residuais sejam devolvidas ao meio ambiente sem um tratamento adequado. No entanto, se as águas residuais forem devidamente tratadas, podem trazer importantes benefícios econômicos, ambientais e de saúde (Casiano Flores, 2019).

Uma rede de distribuição de água potável para consumo humano adequada é fundamental para a saúde da população. Nos levantamentos censitários, o abastecimento de água sempre foi classificado de acordo com a fonte fornecedora e a existência ou não de distribuição interna no domicílio. Deve-se destacar que essa avaliação compreende apenas a existência ou não de rede de abastecimento, mas não a qualidade da água fornecida, ratificando a importância da análise da qualidade da água para consumo como atividade de vigilância da saúde (SEMSA, 2021).

**Gráfico 2.** Destinação dos Resíduos



Fonte: Autor (2022).

O gráfico 2 apresenta como é realizada a destinação dos resíduos pelos moradores da comunidade Nossa Senhora do Livramento do Tupé, e pelas respostas observa-se que 223 (88,49%) pessoas destinam seus resíduos no coletor comunitário, 18 (7,14%) moradores não declararam nenhuma resposta, 7 (2,78%) habitantes fazem buracos para o descarte do resíduo e 4 pessoas fazem queimada dos seus resíduos.

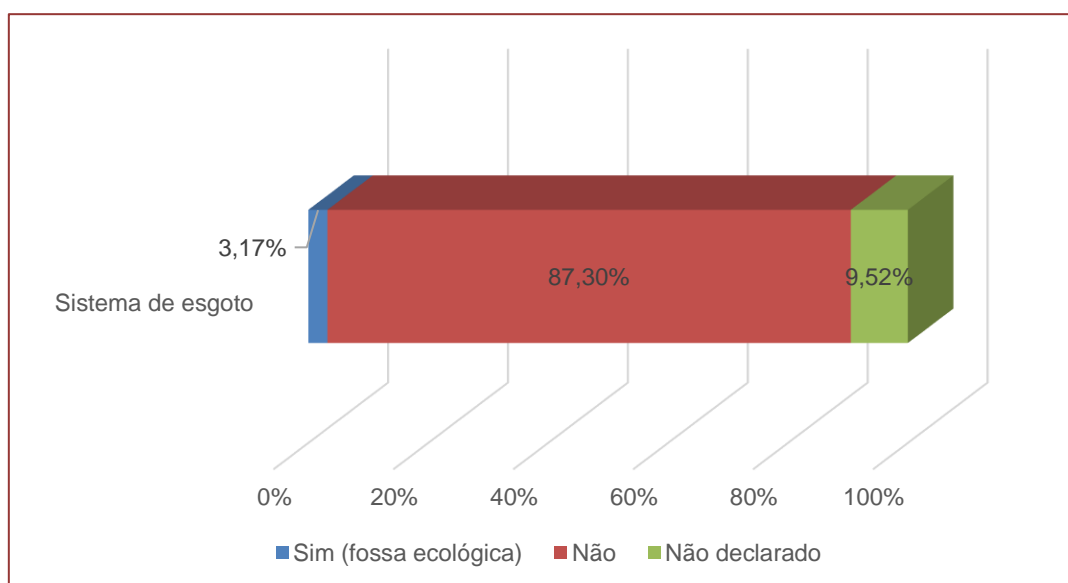
A política de resíduos sólidos visa desenvolver e implementar mecanismos adequados para gerenciar efetivamente os resíduos sólidos. Para que a política de resíduos sólidos seja eficaz, as contribuições devem vir das partes interessadas, incluindo cidadãos, empresas, organizações comunitárias, organizações não governamentais, agências governamentais, universidades e outras organizações de pesquisa (Ikuta, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída pela Lei Federal nº 12.305 em agosto de 2010, pode ser considerado um marco para a gestão de resíduos no Brasil. Os objetivos dessa lei são: a redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação adequada de resíduos sólidos, incluindo sistemas de recuperação de energia, de forma a evitar danos ao meio ambiente e à saúde pública (Alfaia, Costa, Campos, 2017).

A destinação do resíduo envolve a formação de criadouros de roedores e de insetos, que não somente são incômodos, como podem participar na transmissão de doenças, como reservatórios do agente ou como vetores. Manaus tem a maior parte de seu resíduo coletado direta ou indiretamente, mas um volume significativo é queimado ou lançado em terrenos baldios e corpos d'água, constituindo um dos principais problemas ambientais da cidade (SEMSA, 2021).

Os desafios e questões de gestão de resíduos sólidos que devem ser considerados durante o enquadramento da política de resíduos sólidos incluem a geração adequada de resíduos, segregação, coleta, transporte e métodos de disposição, gestão de aterros, gestão de materiais perigosos e outros tóxicos, tratamento, incineração, reciclagem e outros padrões de tecnologia, métodos de monitoramento, avaliação e melhoria contínua. Além dessas questões, a política deve abordar os custos e benefícios econômicos, ambientais e sociais de curto e longo prazo, métodos de financiamento e papéis das várias partes interessadas (Alfaia, Costa, Campos, 2010).

**Gráfico 3.** Possui sistema de esgoto



Fonte: Autor (2022).

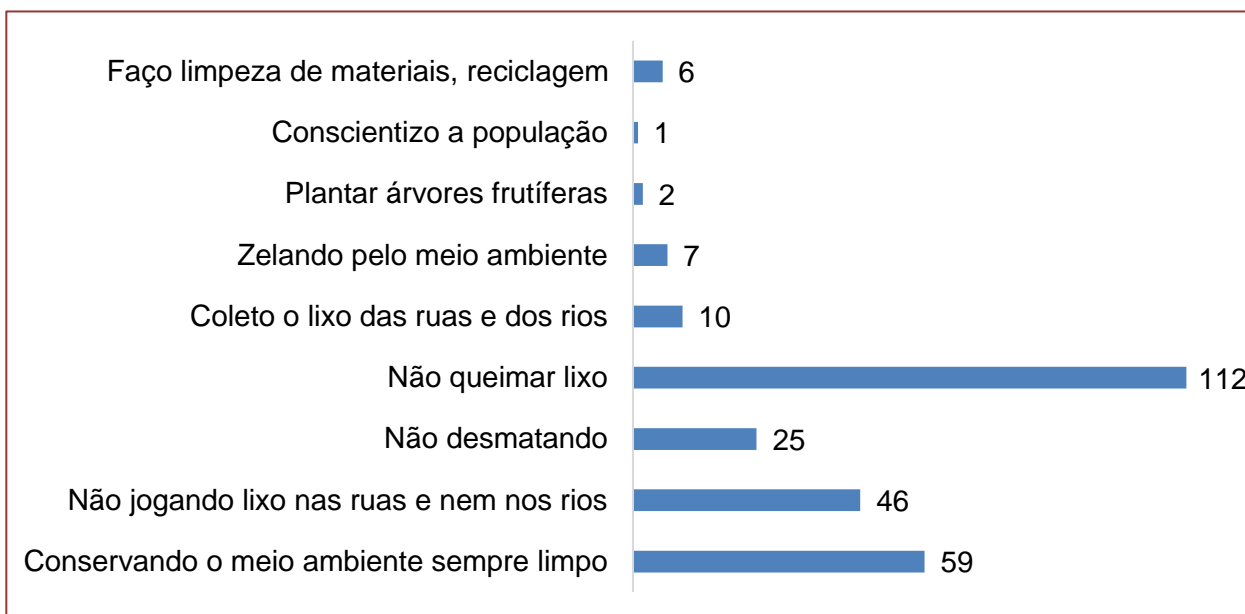
O gráfico 3 elenca as respostas dos moradores da comunidade Nossa Senhora do Livramento do Tupé com relação ao sistema de esgoto. 87,30% dos entrevistados declararam que não possui sistema de esgoto em sua residência, 9,52% não responderam e apenas 3,17% disseram que possui fossa ecológica.

A coleta e o tratamento das águas residuais urbanas são essenciais para proteger a saúde humana e o meio ambiente. As estações de tratamento de águas residuais urbanas atendem a condições amplamente variadas, como as diferentes substâncias nos esgotos, o tamanho da população atendida, as necessidades das águas receptoras e o clima local (BRASIL, 2014).

Em resumo, verificou-se que 62,03% (N=157) das famílias responderam que não possuem água potável em suas residências, seguido por apenas 20,63% (N=52) que tem água encanada nas casas. Com relação ao destino do resíduo, 88,49% (N=223) assinalaram que

a destinação do resíduo é no coletor comunitário, e, por fim, 87,30% (N=220) afirmaram não possuir sistema de esgoto na comunidade.

**Gráfico 4.** Atitude dos moradores para preservar o meio ambiente



Fonte: Autor (2022).

O Gráfico 4, relatam as atitudes dos moradores para preservar o meio ambiente conforme exposto, 112 (37,09%) falaram que não queimam resíduo, 59 (19,54%) conservam o meio ambiente sempre limpo, 46 (15,23%) não jogando resíduo nas ruas e nem nos rios, 25 (8,28%) não desmatam, 10 (3,31%) colocam seus resíduos nos coletores, 7 (2,31%) zelando pelo meio ambiente, 6 (1,99%) fazem limpeza de materiais e reciclagem, 2 (0,66%) plantam árvores frutíferas e apenas 1 (0,33%) explicaram que sua atitude para preservar o meio ambiente é conscientizar a população.

Ao final da aplicação do questionário quantificou-se que 62,03% das famílias responderam que não possuem água potável em suas residências, seguido por apenas 20,63% que tem água encanada nas casas. Com relação ao destino do resíduo, 88,49% assinalaram que a destinação do resíduo é no coletor comunitário, e, por fim, 87,30% afirmaram não possuir sistema de esgoto na comunidade.

Assim, os dados provenientes da pesquisa agregaram não apenas os aspectos acadêmicos, como também as políticas de governo para essa comunidade através de um panorama que evidenciou as condições de moradia dessas pessoas e saneamento básico. Outro viés de contribuição foi com relação à compreensão geopolítica das formas de intervenção socioambiental da localidade, que se evidenciam com a estruturação da RDS do Tupé na condição de uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável.

#### 4. CONCLUSÃO

Ao final da aplicação do questionário, quantificou-se que 62,03% das famílias responderam que não possuem água potável em suas residências, seguido por apenas 20,63% que tem água encanada nas casas. Com relação ao destino do resíduo, 88,49%

assinaram que a destinação do resíduo é no coletor comunitário, e, por fim, 87,30% afirmaram não possuir sistema de esgoto na comunidade.

Diante dos resultados desta pesquisa foi verificado que questões de saneamento e água potável nas residências é preocupante pois a maioria das casas não possui nenhum destes requisitos básicos de qualidade de vida, por isso é extremamente necessário a realização de ações públicas efetivas nestes quesitos com a finalidade de oferecer condições básicas de vida aos habitantes da comunidade Nossa Senhora do Livramento do Tupé.

A destinação de resíduo foi o único quesito analisado que foi considerado satisfatório pois é destinado nos coletores, contudo é essencial que as pessoas que não fazem esse tipo de descarte, que utilizem outros meios de destinação como queimas, sejam conscientizados sobre o perigo desses descartes incorretos.

Assim, os dados provenientes da pesquisa agregaram não apenas os aspectos acadêmicos, como também as políticas de governo para essa comunidade através de um panorama que evidenciou as condições de moradia dessas pessoas e saneamento básico. Outro viés de contribuição foi com relação à compreensão geopolítica das formas de intervenção socioambiental da localidade, que se evidenciam com a estruturação da RDS do Tupé na condição de uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável.

Espera-se que, com este estudo investigativo, possam ser apresentadas algumas ações de melhoria nas condições socioeconômicas dos moradores da comunidade Nossa Senhora do Livramento do Tupé, evidenciando opções para fomentar alternativas socioeconômicas para a região, favorecendo o desenvolvimento regional.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALFAIA, Raquel Greice de Souza Marotta; COSTA, Alyne Moraes; CAMPOS, Juacyara Carbonelli. Municipal solid waste in Brazil: A review. *Waste Management & Research*, v. 35, n. 12, p. 1195-1209, 2017.
- [2] BARBAGELATA, T. J. R.. O letramento no ensino-aprendizagem no curso de língua estrangeira em uma instituição de educação superior em Belém (PA) Ponta Grossa: Aya, 2022.
- [3] DE BORBA, Willian Fernando et al. Análise da qualidade da água de poços de monitoramento em área de disposição de resíduos sólidos urbanos no sul do Brasil. *Rev. Geociênc. Nordeste*, Caicó, v. 7, p. 306-316, 2021.
- [4] Brasil. Lei Federal nº 13.022, de 8 de agosto de 2014. Dispõe sobre o Estatuto Geral da Guardas Municipais. *Diário Oficial da União*, v. 152-A, p. 1, 8 de agosto de 2014.
- [5] Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm). Acesso em: 01 de maio de 2023
- [6] Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.
- [7] Brasil. Política Nacional de Resíduos Sólido (PNRS) Lei nº 12.305, *Diário Oficial da União*, 2010.
- [8] CASIANO FLORES, Cesar et al. The state as a stimulator of wastewater treatment policy: A comparative assessment of three subnational cases in central Mexico. *Journal of Environmental Policy & Planning*, v. 21, n. 2, p. 134-152, 2019.
- [9] DOS SANTOS FERREIRA, Camila; CUNHA-SANTINO, Marcela Bianchessi. Monitoramento da qualidade da água do rio monjolinho: a limnologia como uma ferramenta para a gestão ambiental. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 16, n. 1, p. 27-37, 2015.

- [10] IKUTA, Flavia Akemi. Resíduos sólidos urbanos no Pontal do Paranapanema–SP: inovação e desafios na coleta seletiva e organização de catadores. 2010.
- [11] Manaus. Lei nº 321, de 20 de dezembro de 1995. Define e delimita as áreas que constituirão o Sistema Municipal de Unidades de Conservação, cria as Unidades Ambientais do Município de Manaus. 1995. Diário Oficial. n. 28.369, A.102, 31 de janeiro de 1996.
- [12] Manaus. Decreto nº 8.044 De 25 De Agosto De 2005. Cria A Reserva De Desenvolvimento Sustentável Do Tupé (Redes Do Tupé). Diário Oficial. n 1313, v. 6, 30 de agosto de 2005.
- [13] SEMMAS - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Plano de Gestão da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. Amazonas: Volumes I, revisão final, 2017.
- [14] SEMMAS - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade . Plano de Gestão da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé. Amazonas: Volumes II, revisão final, 2017.
- [15] SEMMAS - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Geneva: Prefeitura de Manaus. Disponível em: <http://www.manaus.am.gov.br>. Acesso em: 01 de maio de 2023
- [16] Senado federal. Demanda por água será cada vez maior em todo o mundo. Brasília: Governo Federal. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/emdiscussao/edicoes/escassez-de-agua/contexto/demanda-sera-cada-vez-maior-em-todo-o-mundo>.
- [17] DE SOUSA, Girlian Silva; PEZZUTI, Juarez Carlos Brito. Breve ensaio sobre a lógica subjetiva dos povos e comunidades tradicionais amazônidas. Novos Cadernos NAEA, v. 20, n. 2, p. 111-126, 2017.

# Capítulo 8

## *Caracterização geográfica, recursos hídricos e gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Gortuba: Um estudo integrado para conservação e sustentabilidade*

*Maria Bianca Cruz Silva*

*Joabe Caetité dos Santos*

*Lucas Silva Batista*

*Naiara Neves Bittencourt*

*Daniel Pedro Santos Marinho*

**Resumo:** Este artigo apresenta um estudo integrado sobre a caracterização geográfica, recursos hídricos e gerenciamento da bacia hidrográfica do Rio Gortuba, com o objetivo de promover a conservação e sustentabilidade da região. O referencial teórico-metodológico abrangeu a aplicação de técnicas de geoprocessamento, análise espacial e levantamento de dados socioeconômicos e ambientais. A síntese do trabalho consistiu na realização de diversas etapas. Inicialmente, foi calculada a área e o perímetro da bacia, fornecendo informações fundamentais sobre sua extensão. Em seguida, identificaram-se as cidades que compõem a bacia, determinando o percentual do território municipal abrangido. Também foram identificadas as sedes municipais localizadas dentro da bacia e avaliado o percentual da bacia presente em cada município. A população residente na bacia foi quantificada, permitindo a análise do percentual de população urbana e rural em cada município, bem como o percentual total na bacia. A distribuição espacial da população ao longo da bacia também foi investigada, auxiliando na compreensão dos padrões de assentamento humano. Foram realizadas análises sobre a distribuição da precipitação média na região, considerando a influência dos padrões climáticos na disponibilidade de recursos hídricos. Além disso, foram identificados os tipos de solo e a litologia presentes na bacia, fornecendo informações relevantes sobre as características geológicas. Os principais resultados obtidos foram consolidados em um contexto de conservação e sustentabilidade, fornecendo subsídios para o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos na bacia do Rio Gortuba. O estudo contribui para a compreensão holística da região, permitindo a implementação de políticas e estratégias adequadas para a preservação dos ecossistemas aquáticos e o fornecimento de água de qualidade às comunidades locais.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica; Rio Gortuba; Recursos Hídricos; Conservação; Sustentabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão eficaz dos recursos hídricos é um tema de crescente importância na agenda global, visto que a disponibilidade de água de qualidade é fundamental para a sobrevivência e o desenvolvimento sustentável das sociedades. No contexto específico das bacias hidrográficas, a compreensão abrangente dos aspectos geográficos, recursos hídricos e estratégias de gerenciamento é essencial para a implementação de práticas de conservação e sustentabilidade.

Diversos autores têm destacado a importância da gestão integrada de bacias hidrográficas como um enfoque holístico para a preservação dos recursos hídricos. Segundo Gleick (1998), a gestão integrada de bacias envolve a coordenação e integração de políticas, práticas e instituições relacionadas à água em um determinado território. Essa abordagem considera a interconexão dos sistemas aquáticos, os usos múltiplos da água, os aspectos socioeconômicos e ambientais, bem como a participação dos diferentes atores envolvidos.

Outro aspecto relevante para a gestão sustentável de bacias hidrográficas é a compreensão dos padrões espaciais e processos hidrológicos. Nesse sentido, autores como Maidment (2002) ressaltam a importância do uso de técnicas de geoprocessamento e análise espacial para o mapeamento e a avaliação dos recursos hídricos. Essas ferramentas permitem a integração de dados geográficos, a identificação de áreas críticas em termos de disponibilidade e qualidade da água, além de fornecerem subsídios para o planejamento e a tomada de decisão.

No contexto específico da bacia hidrográfica do Rio Gorutuba, existem lacunas significativas na literatura relacionadas à caracterização geográfica, recursos hídricos e estratégias de gerenciamento voltadas para a conservação e sustentabilidade da região. Portanto, este estudo busca preencher essa lacuna ao adotar uma abordagem integrada, fundamentada em conceitos e metodologias consolidadas na gestão de recursos hídricos.

Por meio da aplicação de técnicas de geoprocessamento, análise espacial e levantamento de dados socioeconômicos e ambientais, espera-se fornecer informações relevantes para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos na bacia do Rio Gorutuba. Com base nas contribuições teóricas dos autores mencionados e outros pesquisadores renomados na área, pretende-se propor estratégias e diretrizes para a conservação e a sustentabilidade da região, visando à preservação dos ecossistemas aquáticos e ao atendimento das necessidades socioeconômicas das comunidades locais.

## 2. METODOLOGIA

O presente estudo adotou uma metodologia abrangente para a caracterização geográfica, análise dos recursos hídricos e gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba, com o objetivo de promover a conservação e sustentabilidade desse importante ecossistema. A metodologia foi dividida em várias etapas, conforme descrito a seguir.

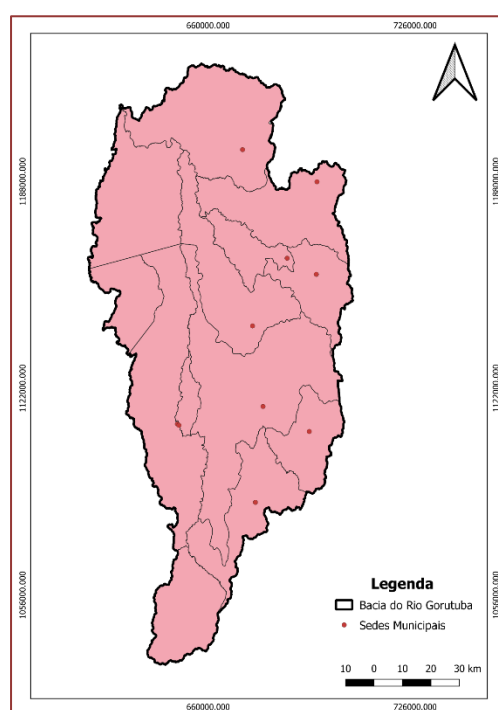
Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica ampla, consultando fontes acadêmicas e técnicas relacionadas à caracterização de bacias hidrográficas, recursos hídricos e práticas de gerenciamento sustentável. Essa revisão permitiu estabelecer uma base teórica sólida e identificar lacunas de conhecimento existentes, fornecendo direcionamento para o estudo.



## 2.1. ÁREA DE ESTUDO

Conforme ANA (2013), o Rio Gorutuba é de domínio estadual, e sua gestão é de responsabilidade do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam), na Região Sudeste do Brasil. Sua nascente está localizada no município de Francisco Sá, em uma região próxima à BR-251. A partir desse ponto, o rio percorre aproximadamente 245 km até desaguar no rio Verde Grande. Ele tem uma área de aproximadamente 9910,5542 km<sup>2</sup> e um perímetro de 675,5509 km. Englobando os municípios de Catuti, Francisco Sá, Gameleiras, Jaíba, Janaúba, Mato Verde, Monte Azul, Nova Porteirinha, Pai Pedro, Porteirinha, Riacho dos Machados, Serranópolis, Verdelândia.

**Mapa 1** – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

## 2.2. COLETA DE DADOS

Diversas fontes de dados foram utilizadas, incluindo, registros governamentais, imagens de satélite e o uso do software QGIS para análise espacial. Foram realizadas coletas de informações do terreno. Isso envolveu a identificação e registro de características físicas, como topografia, tipos de solos, cobertura vegetal, e a localização de corpos d'água e nascentes. Além disso, foram coletados dados sobre o uso do solo e atividades humanas presentes na área da bacia.

Registros governamentais, como dados de monitoramento da qualidade da água e informações sobre outorgas de uso dos recursos hídricos, foram consultados para obter dados oficiais e complementar as informações coletadas em bibliografias.

O *software* QGIS foi utilizado como ferramenta de análise espacial, permitindo a integração e o processamento dos dados coletados e das imagens de satélite. O QGIS

possibilitou a criação de mapas temáticos, análise de padrões espaciais, interpolação de dados e a visualização dos resultados de forma georreferenciada.

### **2.3. ANÁLISE DOS RECURSOS HÍDRICOS**

A disponibilidade de água na bacia foi avaliada através da análise de dados de vazão e precipitação. Dados históricos de vazão dos rios na bacia foram coletados e analisados para compreender a quantidade de água disponível ao longo do tempo e em diferentes períodos do ano. Da mesma forma, dados de precipitação foram analisados para compreender a quantidade de chuva que ocorre na região e sua distribuição temporal.

A identificação e mapeamento dos usos atuais e potenciais dos recursos hídricos na bacia foram realizados para entender como a água é utilizada na região. Isso envolveu a identificação de áreas de captação de água para abastecimento público, uso agrícola, industrial, bem como outros usos como lazer e preservação ambiental. Essas informações foram mapeadas e integradas aos dados geográficos da bacia, fornecendo uma visão abrangente dos diferentes usos dos recursos hídricos.

Essa análise dos recursos hídricos permitiu uma compreensão mais aprofundada da disponibilidade de água na bacia, dos padrões de fluxo de água ao longo do rio e da diversidade de usos dos recursos hídricos, bem como permite um enquadramento da bacia. Esses resultados são fundamentais para a elaboração de estratégias de gerenciamento adequadas visando a conservação e a sustentabilidade dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba.

### **2.4. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE GERENCIAMENTO**

Uma das principais propostas envolve a adoção de práticas de uso sustentável da água. Isso inclui incentivar a eficiência no uso da água em setores como agricultura, indústria e abastecimento público, por meio da implementação de técnicas de irrigação eficientes, reúso de água e conscientização sobre o consumo responsável. Além disso, são propostas ações para promover a preservação e restauração de áreas de recarga, visando a proteção dos aquíferos e o equilíbrio do ciclo hidrológico.

Outra medida importante é o monitoramento contínuo da qualidade da água. Isso envolve a implementação de programas de monitoramento que acompanhem os indicadores de qualidade da água, como níveis de poluentes, temperatura e oxigenação. Com base nesses dados, será possível identificar e combater potenciais fontes de poluição, garantindo a preservação da qualidade dos corpos d'água da bacia.

A discussão e o envolvimento das partes interessadas também são fundamentais no gerenciamento da bacia. Propõe-se a promoção de diálogos e parcerias entre governos, instituições locais, comunidades e usuários de água, visando a construção de uma governança participativa. Essa abordagem participativa visa integrar os diferentes interesses e conhecimentos para tomadas de decisão mais sustentáveis e inclusivas, considerando as necessidades da comunidade e os objetivos de conservação dos recursos hídricos.

A exploração de abordagens de governança também é proposta como uma estratégia para o gerenciamento integrado da bacia. Isso envolve a criação de comitês de bacia ou outras formas de cooperação e coordenação entre os diferentes atores envolvidos na gestão dos recursos hídricos. Essas abordagens buscam promover a integração de políticas,

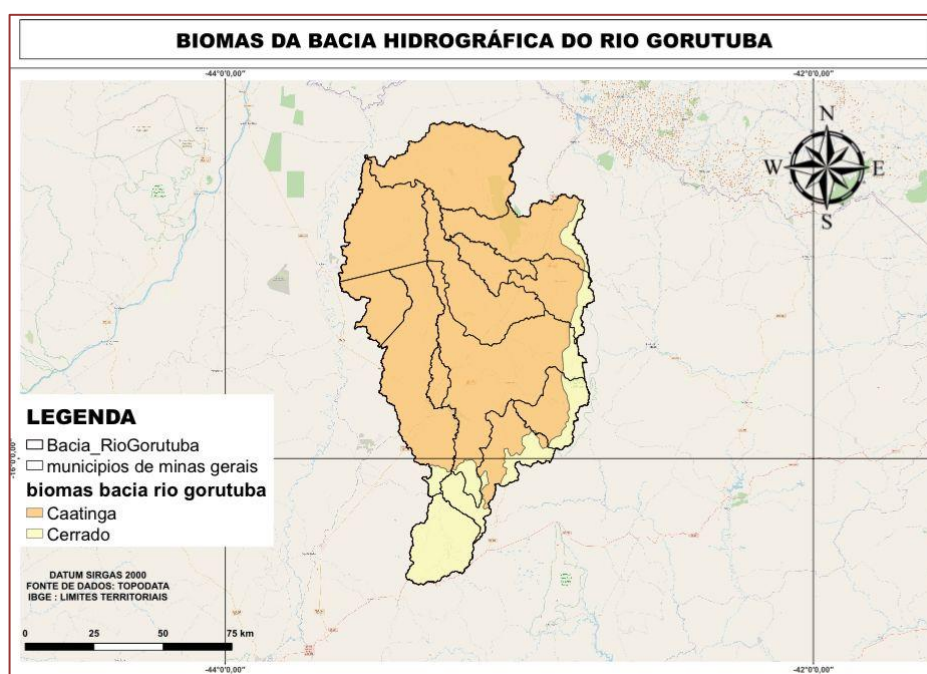
planejamento e ações relacionadas à água, visando a uma gestão mais eficiente e sustentável da bacia hidrográfica.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. DIAGNÓSTICO ATUAL DA ÁREA

A Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba possui uma extensão territorial de aproximadamente 2.500 km<sup>2</sup>, apresentando um relevo predominantemente montanhoso, com cadeias de montanhas e vales sinuosos. Essa topografia variada influencia o comportamento hidrológico da bacia, resultando em diferentes padrões de fluxo de água, incluindo rios principais e afluentes. A Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba engloba diferentes biomas que desempenham um papel fundamental na conservação e sustentabilidade dos recursos hídricos. Em sua extensão, é possível encontrar trechos que atravessam o Cerrado, o bioma savana brasileira caracterizado por vegetação composta por árvores baixas, arbustos e gramíneas. Além do Cerrado, a bacia também pode abranger áreas de transição para a Caatinga, um bioma predominante na região Nordeste do Brasil. A Caatinga é um ecossistema semiárido, caracterizado por uma vegetação adaptada à escassez de água, com espécies resilientes e adaptadas a condições áridas, como mostra o mapa 2.

**Mapa 2 - Biomas da Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba**



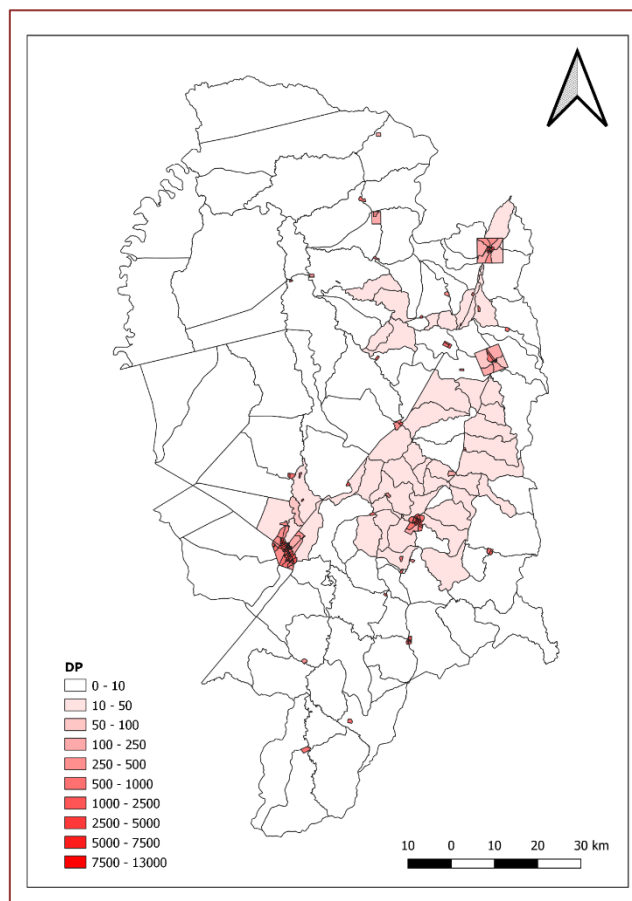
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

No que diz respeito ao clima, a região da bacia é caracterizada como um clima tropical úmido. A média anual de precipitação varia entre 1.200 e 1.500 milímetros, com uma estação seca de aproximadamente três meses e uma estação chuvosa

Em termos socioeconômicos, a população estimada na da bacia é de 177.118 habitantes, o percentual de residentes na zona Rural é de 33,84% e na zona urbana é de 66,16%, onde

sua distribuição é mostrada no mapa 3. Essa contextualização socioeconômica é relevante para entender a interação entre as atividades humanas e os recursos hídricos da bacia, bem como para identificar os desafios e oportunidades relacionados ao gerenciamento sustentável.

**Mapa 3 - Distribuição espacial ao longo da bacia**

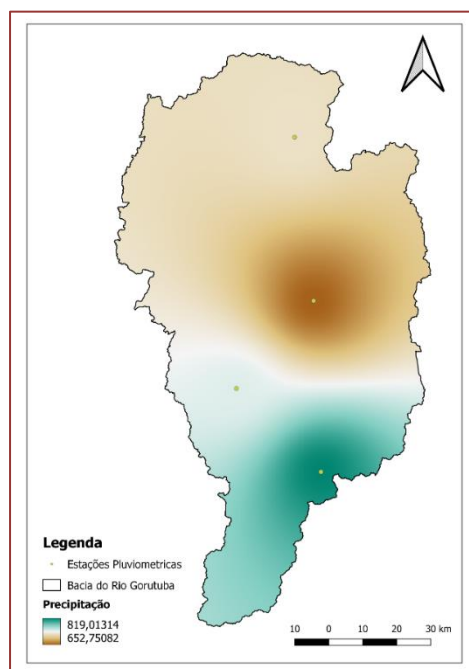


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

### 3.2. DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NA BACIA DO RIO GORTUBA

A disponibilidade de água na bacia do Rio Gortuba é um aspecto fundamental para a sustentabilidade dos recursos hídricos da região. A bacia é alimentada principalmente pelas chuvas, que fornecem a maior parte do suprimento de água para o rio e seus afluentes.

A análise dos dados de vazão e precipitação (mapa 4) permite avaliar a disponibilidade de água ao longo do ano e identificar possíveis variações sazonais. Essas informações são essenciais para compreender a dinâmica hidrológica da bacia e subsidiar a gestão dos recursos hídricos.

**Mapa 4** - Distribuição de precipitação média na Bacia do Rio Gorutuba

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Além disso, é importante considerar a relação entre a disponibilidade de água na bacia e os usos atuais e potenciais dos recursos hídricos. Isso inclui o abastecimento público, a agricultura, a pecuária, as atividades industriais, entre outros. É necessário garantir que a demanda por água seja equilibrada com a capacidade de oferta, levando em conta os aspectos ambientais e as necessidades das comunidades locais.

Essas atividades podem resultar na introdução de nutrientes, agrotóxicos e outras substâncias no solo e corpos d'água, que podem acabar chegando ao Rio Gorutuba. Através do tratamento adequado, a Estação de Tratamento (ETA) é capaz de reduzir ou remover esses contaminantes, contribuindo para a proteção da saúde das comunidades que dependem desse recurso hídrico, apenas 7 cidades apresentam ETA, como mostra a tabela abaixo.

**Tabela 1** - Cidades que possuem estações de tratamento de recursos hídricos

Cidades que possuem estações de tratamento de recursos hídricos
Francisco Sá
Jaíba
Janaúba
Monte Azul
Nova Porteirinha
Serranópolis de Minas
Verdelândia

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

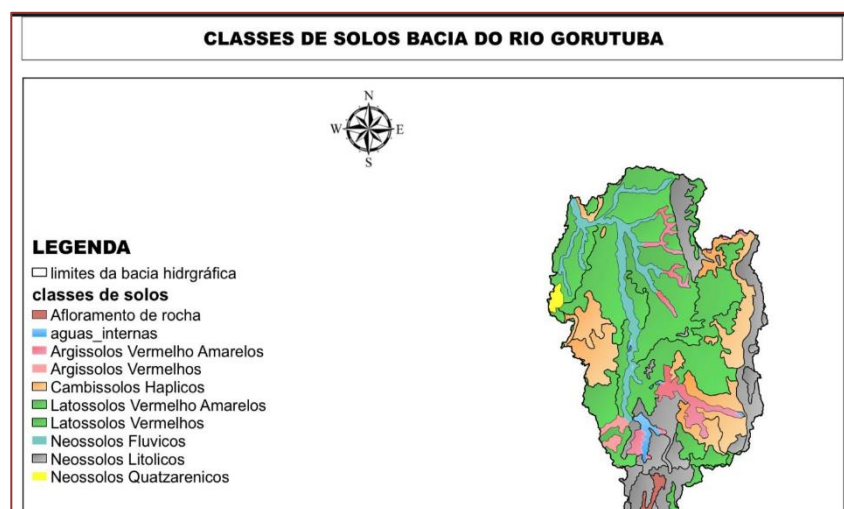
A gestão adequada da disponibilidade de água na bacia do Rio Gorutuba envolve a implementação de práticas de uso eficiente da água, a promoção da conservação dos recursos hídricos e a adoção de medidas para enfrentar os desafios relacionados às mudanças climáticas. O monitoramento contínuo da disponibilidade de água e a colaboração entre os órgãos responsáveis e as partes interessadas são fundamentais para garantir a sustentabilidade desse importante recurso na bacia do Rio Gorutuba.

### 3.3. INFLUÊNCIA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Na bacia do Rio Gorutuba, encontramos uma diversidade de solos que desempenham um papel crucial na regulação do ciclo hidrológico e na sustentabilidade dos recursos hídricos. A caracterização dos solos presentes nessa região é fundamental para compreender a capacidade de infiltração, retenção e transporte de água, bem como para avaliar o impacto das atividades humanas no meio ambiente.

Os solos na bacia do Rio Gorutuba podem apresentar diferentes características, como textura, composição química e capacidade de retenção de água. Entre os principais tipos de solo encontrados na região, destacam-se: Latossolos, Argilosos e Neossolos como mostra o mapa 5.

**Mapa 5 - Classe dos solos na Bacia do Rio Gorutuba**

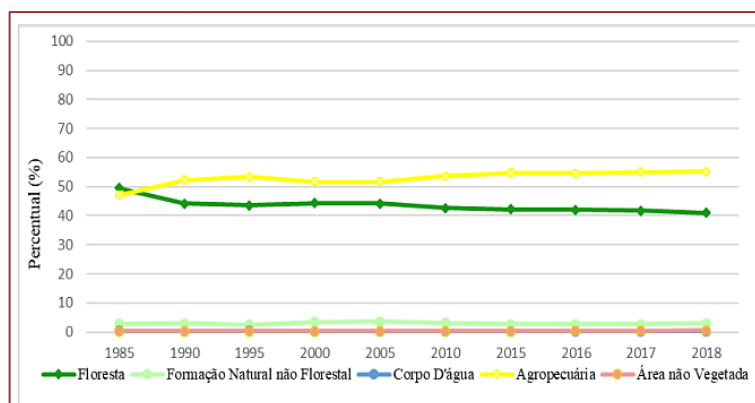


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Como mostra o gráfico 1, em relação aos diferentes usos e ocupação do solo na bacia, foi realizado um estudo da evolução temporal no período de 1985 a 2018, considerando cinco classes distintas. A primeira classe é a de floresta, que engloba tanto a formação natural de mata atlântica quanto as áreas de florestas plantadas. A segunda classe é a de formação natural não florestal, compreendendo áreas de campo. A terceira classe é a de agropecuária, que abrange pastagens e áreas destinadas à agricultura e/ou pecuária. A quarta classe é a de áreas não vegetadas, que inclui áreas urbanizadas com predominância de superfícies não vegetadas, como estradas, vias e construções, além de áreas de mineração. Por fim, a quinta classe é a de corpo d'água, representando os rios e lagos presentes na bacia. Esse estudo permitiu analisar as mudanças ocorridas ao longo do

tempo e compreender a distribuição e as transformações dos diferentes usos do solo na região.

**Gráfico 1** – Evolução dos Usos do Solo na Bacia do Rio Gorutuba - 1985 a 2018



Fonte: Revista Mineira de Recursos Hídricos

É importante ressaltar que a presença de atividades agrícolas, como a agricultura, geralmente implica na utilização de fertilizantes e/ou agrotóxicos no solo, o que pode resultar na solubilização desses contaminantes e seu transporte por meio das águas pluviais, causando impactos nos corpos d'água superficiais e/ou subterrâneos. Além disso, as áreas de florestas plantadas são frequentemente compostas por culturas arbóreas destinadas a fins comerciais, como eucalipto, pinus e araucária. Essas espécies têm um crescimento rápido e requerem grandes volumes de água, o que pode interferir na disponibilidade hídrica da região. É fundamental considerar esses aspectos para avaliar os possíveis impactos dessas atividades e adotar medidas adequadas de manejo e conservação dos recursos hídricos.

Portanto, o uso e ocupação do solo têm implicações diretas na disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos. É essencial adotar práticas sustentáveis de manejo do solo e implementar medidas de conservação que minimizem os impactos negativos e promovam a sustentabilidade dos recursos hídricos.

### 3.4. MEDIDAS DE CONSERVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Na busca pela conservação e sustentabilidade dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba, a implementação de medidas adequadas desempenha um papel crucial. Dentre as estratégias e ações propostas, destaca-se o uso eficiente da água como uma prioridade. Isso envolve conscientizar a comunidade e os usuários sobre a importância de reduzir o consumo desnecessário, promover práticas de conservação, como a reutilização e o armazenamento adequado da água, além de incentivar a adoção de tecnologias mais eficientes em setores como a agricultura e a indústria.

O enquadramento dos corpos d'água na Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba é um processo essencial para definir os usos adequados e estabelecer metas de qualidade da água. Com base nos resultados da análise dos recursos hídricos, é possível identificar os trechos do rio que necessitam de medidas de recuperação ambiental e controle da poluição, visando garantir a conservação e o uso sustentável dos recursos hídricos na região. A participação

da comunidade local e o envolvimento de diferentes setores são fundamentais para o sucesso desse processo de enquadramento e para a promoção da conservação e sustentabilidade da bacia hidrográfica. Outra medida essencial é a proteção das áreas de recarga, responsáveis por abastecer os lençóis freáticos e manter o fluxo dos rios. A preservação dessas áreas envolve a conservação da vegetação nativa, o controle do desmatamento, a gestão adequada do solo e a implementação de práticas agrícolas sustentáveis, como a agrofloresta e a agricultura de conservação. Além disso, é importante considerar a recuperação de áreas degradadas, por meio de projetos de reflorestamento e restauração ambiental.

O monitoramento contínuo da qualidade da água também se mostra fundamental para a conservação dos recursos hídricos. Isso inclui a realização de análises físico-químicas e biológicas, a fim de identificar a presença de poluentes, substâncias tóxicas e o nível de contaminação das fontes de água. Com base nesses resultados, podem ser implementadas ações de preservação e recuperação ambiental específicas, como o tratamento de efluentes, o controle da poluição industrial e a conscientização sobre o descarte correto de resíduos.

Ademais, é imprescindível fomentar a participação ativa da comunidade e das partes interessadas no processo de conservação e sustentabilidade dos recursos hídricos. Isso pode ser alcançado por meio de programas educacionais, campanhas de conscientização e ações de engajamento social, promovendo a importância da conservação da água e incentivando a responsabilidade compartilhada por sua preservação. Além disso, é fundamental estabelecer parcerias e fortalecer a governança local, visando uma gestão integrada e participativa dos recursos hídricos na região.

#### **4. CONCLUSÃO**

O presente estudo teve como objetivo a caracterização geográfica, análise dos recursos hídricos e estratégias de gerenciamento da bacia hidrográfica do Rio Gorutuba. Através da aplicação de uma abordagem multidisciplinar e técnicas de geoprocessamento, foram obtidos resultados relevantes que contribuem para a conservação e sustentabilidade da região.

De maneira ampla, pode-se observar que a região em questão sofre consideráveis influências, tanto devido às atividades agrícolas e outras formas de ocupação do solo, como também pelos despejos de resíduos nos corpos hídricos.

Os resultados destacaram a importância da participação da comunidade e da gestão participativa na preservação dos recursos hídricos. Além disso, a análise da distribuição da população e dos tipos de solo forneceu informações úteis para o planejamento e manejo adequados da bacia hidrográfica.

Espera-se que os resultados deste estudo sejam utilizados para embasar a tomada de decisões informadas e a implementação de políticas e práticas sustentáveis na região do Rio Gorutuba, visando a proteção dos recursos hídricos e o desenvolvimento equilibrado da área.

#### **REFERÊNCIAS**

[1] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Indicadores de qualidade: contaminação por tóxicos. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-contaminacao.aspx>. Acesso em: 22/06/2023.



- [2] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Hidrografia 1:100.000 georeferenciada. Brasília, 2007.
- [3] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Sistema de Informações Hidrológicas – HIDROWEB. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: julho de 2009.
- [4] CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). Resolução nº141, de 10 de julho de 2012.
- [5] COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS/UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Projeto Espinhaço - escala 1:500.000. Em CD-Rom. Belo Horizonte, MG: CTEC, 2007.
- [6] COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. Avaliação da qualidade das águas e sedimentos do projeto de irrigação Estreito na bacia do rio São Francisco, Estado da Bahia. Abril de 2004.
- [7] FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Desenvolvimento metodológico para modelo de gerenciamento ambiental de bacias hidrográficas – Estudo de caso: Bacia do Rio Verde Grande. Belo Horizonte, MG: CTEC, 1996. (Relatório Final).
- [8] GLEICK, P. H. The human right to water. Water policy, [S.l.], v. 1, n. 5, p. 487-503, 1998.
- [9] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- [10] MAIDMENT, D. R. Arc Hydro: GIS for water resources. Esri Press, 2002.
- [11] OPERADOR NACIONAL DE SISTEMAS. Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do sistema interligado nacional – SIN. Brasília, DF: ONS, 2003. 201 p.
- [12] VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água dos rios. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014b.

# Capítulo 9

## *Identificação das erosões lineares no município de Ilha Solteira, SP*

*Alessandra Aparecida Conceição Pereira  
Hélio Ricardo Silva*

**Resumo:** Um dos maiores problemas, quando se trata de meio ambiente, é a degradação dos solos. Os processos erosivos se apresentam como desgaste do solo, sendo tais, influenciados pelo relevo, manejo inadequado, tipos de classes de uso e cobertura do solo, chuvas, transporte e sedimentação do solo, portanto a ação antrópica pode acelerar o processo erosivo. Uma maneira de localizar essas erosões é através de registros de imagens satélite e fotografias aéreas para a produção de mapas. Com isso, o objetivo desse trabalho foi identificar utilizando geoprocessamento as erosões no município de Ilha Solteira, SP com o intuito de subsidiar o plano de recuperação das áreas degradadas por erosões.

**Palavras-chave:** Assoreamento; Usina Hidrelétrica; Solo; Geoprocessamento.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui diversos tipos de solos que de maneira geral são quimicamente de baixa fertilidade. Além disso esses solos são submetidos a processos erosivos que causam ainda mais o empobrecimento desse recurso natural. Esse empobrecimento decorre do processo de degradação dos solos pelo arrastamento de partículas pela água, vento, clima (mudança de temperatura), gelo, intervenção humana e arraste gravitacional. Entretanto, os efeitos principais das alterações têm como responsáveis a água e os ventos. O uso do solo adequado que tanto se ambiciona, ainda encontra-se utopicamente distante. E as práticas atuais utilizadas causam maior destruição e retirada da vegetação natural, provocando o surgimento de extensas áreas abertas, para maior intensificação de processos erosivos (FAO e ITPS, 2015).

Para que se possa descobrir como conservar o solo, antes de tudo temos que entender o que o degrada. Os processos erosivos se apresentam como desgaste do solo, sendo tais, influenciados pelo relevo, uso e cobertura do solo, chuvas, transporte e sedimentação do solo. Em termos de classificação, há vários tipos de erosão, podendo ser classificada de acordo com o tipo de agente erosivo atuante, como a água e ventos. Um desses tipos de erosões, é a erosão linear que possui três estágios distintos de evolução, nomeados: i) sulcos, ii) ravinas e iii) voçorocas (MATHEUS, 2017). Causadas por escoamento superficial, que ocasiona o desprendimento das partículas, de acordo com as condições hidráulicas desse escoamento (DE ALMEIDA FILHO, 2012).

Essa degradação pode acarretar diversos problemas para o ecossistema, como empobrecimento do solo e assoreamento de rios que conseqüentemente poderá causar enchentes nas áreas rurais e urbanas prejudicando a comunidade local como um todo. Uma maneira de localizar essas erosões é através de imagens de satélite e fotografias aéreas. Um dos motivos para o surgimento das erosões, é o manejo inadequado dos solos suscetíveis a erosão hídrica. Mas não é o único fator, outro principal motivo é a ocupação sem planejamento ambiental como pode ser observado nas áreas agropecuária, mineração e construções de hidroelétricas e áreas industriais.

As usinas hidrelétricas têm um papel fundamental no sistema de geração energética no Brasil. Com isso, a implantação de tais, podem trazer vários problemas ambientais e sociais, que ultrapassam o local e a região onde estão localizados esses empreendimentos. Assim, afetando toda comunidade ao seu redor e meio ambiente (MENDES, 2005).

Construções como de hidrelétricas potencializam a remoção total da camada vegetal para exploração do subsolo (ALVES; SOUZA, 2008). A degradação do solo foi potencializada em consequência da construção da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira (RODRIGUES et al., 2007). A usina foi construída na década de 60, foi retirado uma camada de 8,60 m do perfil do solo para a construção da barragem (R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, 2012).

Gerando problemas para o ecossistema como: redução da vazão de água, causado pela retenção das águas dos rios, e alagamentos que podem afogar elementos de paisagens do ambiente local (SANTOS, 2017).

O objetivo desse trabalho foi identificar através do geoprocessamento as erosões lineares no município de Ilha Solteira, SP com o intuito de subsidiar o plano de recuperação das áreas degradadas por erosões.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. SENSORIAMENTO REMOTO**

O Sensoriamento Remoto é definido como um conjunto de tecnologias que realizam levantamento e monitoramento dos recursos terrestres. Ele produz imagens que servem como base de estudo geológicos, ambientais, cartográficos, florestais, entre outros. Essas informações são obtidas por meio de radiação eletromagnética, formadas por sensor passivo e sensor ativo. As imagens mais utilizadas são adquiridas via sensores óticos orbitais situados em satélites (Instituto brasileiro de geografia e estatísticas, 2021).

Através dessa técnica é possível identificar dados históricos da dinâmica de espaços naturais e sociais, podendo ser aplicado para o rastreamento de áreas de risco, facilitando a construção de planos de controle de erosões e inundações. Dessa forma, é possível criar estratégias para a conservação e recuperação de áreas degradadas, devido a capacidade desses sistemas de estimar parâmetros físicos e químicos da água e do solo.

Portanto, para o meio ambiente esse recurso é fundamental abrindo possibilidades de como recuperar áreas que até então poderiam estar anônimas, fragilizadas e de difícil acesso. Esse sistema, possibilita imagens rica em detalhes para melhor desenvolvimento de planos de controle e maior compreensão da diversidade biológica (AMBIENTE BRASIL, 2010).

### **2.2. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS**

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um sistema de informação que realiza o processamento de dados gráficos e não gráficos, ou seja, um sistema que identifica onde cada objeto se encontra na superfície terrestre. Esse sistema é essencial para os dias atuais, por permitir que informações que antes não vistas possam ser apontadas, maximizando o uso de dados cartográficos (INPE, 2021).

Para isso, são utilizados mecanismos que unem informações por meio de algoritmos de manipulação e análise, consulta, recuperação e plotagem do conteúdo da base de dados georreferenciados (CÂMARA et al., 2004). Faz parte de conjunto de programas computacionais designados unificar dados espaciais georreferenciados. Ferramentas que compõe esses programas são Hardware, Software, Dados e Peopleware (INPE, 2021).

Para que essas imagens sejam desenvolvidas é preciso do uso de energia solar e do calor liberado pela superfície terrestre. A radiação eletromagnética é a forma de energia essencial para o sensoriamento remoto. Através da liberação de ondas eletromagnéticas, essa energia é medida por frequência, comprimento de ondas, e espectro eletromagnético (Steffen; Moraes, 1993).

A frequência é utilizada para medir a velocidade da luz em Hertz (Hz), trabalhando juntamente com o comprimento de onda para realizar essa medição. O espectro eletromagnético, representa a distribuição da radiação. O espectro engloba desde o comprimento de onda curtos até comprimentos de ondas longos. Na radiação do infravermelho (calor) é dividido em 3 classificações, infravermelho próximo (0,7- 1,3 um), médio (1,3-6,0 um) e distante (6,0- 1.000 um). O espectro está fracionado em bandas ou regiões. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior será a sua resolução (Steffen; Moraes, 1996).

A radiação Gama é emitida por materiais radioativo e, por ser muito penetrante (alta energia), tem aplicações em medicina (radioterapia) e em processos industriais

(radiografia industrial). O raio X é produzido através do frenamento de elétrons de grande energia eletromagnética, se médio poder de penetração o torna adequado para uso médico (raio X) e industrial (técnicas de controle industrial). A radiação ultravioleta (UV) é produzida em grande quantidade pelo Sol, sendo emitida na faixa de 0,003  $\mu\text{m}$  até aproximadamente 0,38  $\mu\text{m}$ , se poder de penetração a torna nociva aos seres vivos, porém esta energia eletromagnética é praticamente toda absorvida pela camada de ozônio atmosférico. A luz do visível (LUZ) é o conjunto de radiações eletromagnéticas que podem ser detectadas pelo sistema visual humano. A sensação de cor que é produzida pela luz está associada a diferentes comprimentos de ondas. As cores estão associadas intervalos espectrais conforme evidentes na tabela 1.

**Tabela 1.** Intervalos espectrais

Cor	Comprimento de onda ( $\mu\text{m}$ )
Violeta	0,38 a 0,45 $\mu\text{m}$
Azul	0,45 a 0,49 $\mu\text{m}$
Verde	0,49 a 0,58 $\mu\text{m}$
Amarelo	0,58 a 0,6 $\mu\text{m}$
Laranja	0,6 a 0,62 $\mu\text{m}$
Vermelho	0,62 a 0,70 $\mu\text{m}$
Infravermelho (IV)	0,7 a 1000 $\mu\text{m}$
-IV próximo	0,7 a 1,3 $\mu\text{m}$
-IV médio	1,3 a 6 $\mu\text{m}$
-IV distante	6 a 1000 $\mu\text{m}$

Fonte: Moraes, 2002.

O espectro óptico se refere à região do espectro eletromagnético que compreende as energias que podem ser coletadas por sistemas ópticos (ultravioleta, visível e infravermelho). O espectro solar refere-se à região espectral que compreende os tipos de energia emitidas pelo Sol, cerca de 99% da energia solar que atinge a Terra encontra-se concentrada na faixa de 0,28 a 4  $\mu\text{m}$ .

O espectro visível refere-se ao conjunto das energias eletromagnéticas percebido pelo sistema visual humano, também denominado de luz. O espectro termal refere-se ao conjunto das energias eletromagnéticas emitidas pelos objetos terrestres e encontra-se nos intervalos espectrais correspondentes ao infravermelho médio e distante. (Moreira, 2001).

### 2.3. EROSÃO

O Brasil possui uma biodiversidade abundante, incluindo seus solos que são diversos. Entretanto, vem sofrendo com processos erosivos nos últimos anos, causando o empobrecimento do solo. Esse empobrecimento decorre do processo de degradação dos solos, rochas e pelo arrastamento de partículas do solo por chuva, água, vento, clima (mudança de temperatura), gelo e pela intervenção humana e arraste gravitacional. Entretanto, os efeitos principais das alterações têm como responsável a água e os ventos.

Os processos erosivos fazem parte de uma dinâmica natural do ecossistema, ocorrendo de maneira lenta e gradual (NUNES et al., 2011). O início desse processo erosivo tende a começar por lixiviação, que ocorre pela lavagem da camada superior dos solos, causando a retirada da cobertura superficial dos solos daquele ambiente (REVISTA GEONORTE, 2012).

Os processos erosivos podem ser decorrentes de erosões hídricas, pluviais ou fluviais. As que acontecem em decorrência das erosões pluviais são causadas pelo impacto das gotas da chuva, infiltração. Já o processo erosivo fluvial sucede da ação das águas dos rios, que causam desgastes nas margens e retirando partes do solo das margens, assim, causando uma alteração na forma e o local do leito dos rios.

Podendo se ter erosões lineares que são formadas por filetes ou canais que podem surgir como sulcos, ravinas ou voçorocas, interrompendo em algumas circunstâncias o nível d'água. (Pejon, 1992).

Para conseguir combater o encadeamento dessas ações, é preciso conhecer os solos para que se consiga diagnosticar o local dessas erosões e encontrar um método de recuperação. Mas para isso é importante conhecer quais são os solos que possuímos no território brasileiro.

## 2.4. CLASSES DE SOLO

**Latossolos (LV20, LV21 e LV16)** : Latossolo vermelho distrófico típico ou latossolo vermelho amarelo. É solo mais abundante no país, sendo o Brasil recoberto cerca de 39% do território por ele. É composto por uma textura de argila e estrutura granular.

**Argissolos (PVA4 e PV4)**: ele é formado por solos de material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínio na maior parte do horizonte B.

**Neossolos (RY1)**: Neossolo flúvico eutrófico. É formado por material mineral ou solo orgânico, com menos de 20 cm de espessura, não se encontra qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. O neossolo possui horizontes glei, plúntico, vértico e A chernozêmico. Esse tipo de solo pode ser encontrado em diversas regiões do Brasil.

**Gleissolos (RY1 E SX2)**: Gleissolo Háptico é podem ser representados por material mineral com horizonte glei provindo dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo ou a profundidades entre 50 cm e 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E.

**Luvissolos**: Solo estruturado por material mineral, expressando horizonte B textural com argila de alta atividade.

**Cambissolos**: Encontrados em relevos ondulados ou montanhosos, são constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta.

**Espodossolos**: São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico abaixo de horizonte E, A, ou horizonte hístico, dentro de 200 cm da superfície do solo ou de 400 cm se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade.

**Planossolos (SX2):** Planossolo háplico, podem apresentar horizonte A ou E seguidos de horizonte B plânico. O horizonte plânico sem caráter sódico perde em precedência taxonômica para o horizonte plântico sua baixa permeabilidade o deixa mais susceptíveis à erosão.

**Vertissolos:** são solos de coloração escura, amareladas e cinza, constituídos por material mineral com horizonte vértico entre 25 e 100 cm de profundidade e relação textural insuficiente para caracterizar um B textural, com uma textura bem argilosa e pouco profundo.

**Chernossolos:** apresenta um horizonte escuro e são extremamente ricos em matéria orgânica. Solos constituídos por material mineral, que apresentam horizonte A chernozêmico seguido por: a) Horizonte B incipiente ou B textural, em todos os casos com argila de atividade alta e saturação por bases alta.

**Organossolos:** Solo orgânico com uma forte presença de restos vegetais, contém uma coloração mais escura. São solos constituídos por material orgânico (conteúdo de carbono orgânico maior ou igual a  $80 \text{ g kg}^{-1}$  de TFSA), que apresentam horizonte hístico.

**Plintossolos:** Solo composto por mineral, horizonte plântico, litoplântico ou concrecionário Iniciando dentro de 40 cm da superfície; ou Iniciando dentro de 200 cm da superfície quando precedidos de horizonte glei ou imediatamente abaixo do horizonte A, E ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante.

**Nitossolos:** Solo derivados de rochas básicas e ultrabásicas, com diferenciação de horizontes menos perceptíveis. Cores vermelhas e vermelho-escuras, argilosos e muito argilosos, estrutura em blocos fortemente desenvolvidos, denominava antigamente de Terra Roxa Estruturada (DOS SANTOS, 2006).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDO

O município de Ilha Solteira possui uma população de 25.064 habitantes e apresenta uma área total de  $652,641 \text{ km}^2$ , com densidade demográfica de  $38,42 \text{ hab/km}^2$  e taxa de 94,2% de esgotamento sanitário adequado, estando na posição 180º das 645 cidades do estado (IBGE, 2021).

O clima da região, segundo a classificação Köppen, é do tipo Aw, definido como tropical úmido de estação chuvosa no verão e seca no inverno. As temperaturas médias mensais variam entre  $21,5^\circ\text{C}$  e  $26,4^\circ\text{C}$ , e as precipitações médias mensais variam de 20mm a 225mm (SANTOS; HERNANDEZ, 2012). Essa é uma região de transição entre a vegetação do tipo Estacional Semidecídclima de Ilha Solteira e Cerrado (COSTA et al., 2010).

A área estudada está localizada na bacia hidrográfica do Rio Paraná, circunscrita pelas coordenadas Longitude  $51^\circ 23' 5''$  Oeste Latitude  $20^\circ 26' 31''$  Sul e Longitude  $51^\circ 19' 10''$  Oeste Latitude  $20^\circ 23' 21''$  Sul (Figura 1), nas margens dos reservatórios das Usinas Hidrelétrica de Ilha Solteira e Jupia.

**Figura 1-** Localização geográfica do município de Ilha Solteira – SP

Fonte: (De Oliveira, 2019).

A região de Ilha Solteira, no noroeste do Estado de São Paulo, apresenta uma grande importância em termos regionais, face à presença dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Ilha Solteira, Jupia e Três Irmãos.

Ao mesmo tempo, a região concentra graves problemas ambientais, notadamente a erosão do solo que ocorre nas vertentes das microbacias hidrográficas lindeiras a esses reservatórios.

Esses sedimentos inorgânicos e orgânicos são carregados para dentro destes reservatórios, causando o assoreamento e eutrofização destes corpos d'água (SILVA; POLITANO, 1995).

Devido à alta suscetibilidade à erosão dos solos, à ocupação dos terrenos marginais aos cursos d'água, à destruição das matas ciliares e à impermeabilização do solo na Bacia do Rio Paraná, há elevado potencial para agravar os problemas de drenagem, de assoreamento dos mananciais e das inundações. (Instituto de pesquisas tecnológicas, 2008).

Os solos presentes na área de estudo são os seguintes: LV20 -LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa ou muito argilosa, álico, relevo suave ondulado, LV21 - LATOSSOLO VERMELHO ou VERMELHO-AMARELO Distrófico típico A moderado ou fraco textura média álico ou não álico, fase relevo suave ondulado, SX2 - Associação de PLANOSSOLO HÁPLICO indiscriminado, Ta, A moderado + GLEISSOLO HÁPLICO indiscriminado, ambos fase relevo plano, PVA4 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO- AMARELO Eutróficotípico A moderado + ARGISSOLO VERMELHO Distrófico e Eutrófico típico, ambos textura arenosa/média e média relevo suave ondulado, LV16 - Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distro/Eutroférico típicos A moderado ou proeminente + LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, álico, ambos textura argilosa ou muito argilosa, fase relevo ondulado e suave ondulado, PV4 - Associação de ARGISSOLO VERMELHO textura média/argilosa + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO textura arenosa/média, ambos Eutróficos típicos A moderado, fase relevosuave ondulado, RY1 - Associação de NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico ambos textura argilosa, fase relevo plano (ROSSI, 2017).



## **3.2. CONSTRUÇÃO DO PROJETO**

### **3.2.1. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA**

Para o desenvolvimento do trabalho utilizou-se o software de domínio público QIS na versão 3.16.8, desenvolvido pela Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) e disponibilizado em seu site ([https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/](https://www.qgis.org/pt_BR/site/)) (QGIS,2021). Para tanto, criou-se, inicialmente, um Projeto denominado Ilha Alessa.

O segundo passo foi definir o Sistema de Referência de Coordenadas, sendo adotado o Datum SIRGAS 2000 e Projeção UTM, zona 22S, que corresponde ao código EPSG 31982.

### **3.2.2. IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO**

Sensores Passivos foram obtidas as bandas pancromáticas, azul, verde vermelho e infravermelho próximo do sensor Pancromático de Ampla Varredura (WPM) acoplado no satélite CBERS 4A, através do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Estas bandas possuem alta resolução espacial de 8 metros (multiespectral) e 2 metros (pancromática), a data de passagem foi de 05/11/2020 e pertence à órbita 208 ponto 139. O nível de processamento dessa imagem é nível 4 (L4) ou seja, imagem com correção radiométrica e correção geométrica de sistema refinada pelo uso de pontos de controle e de um modelo digital de elevação do terreno, essa imagem também é denominada de Imagem ortorretificada.

Também foi utilizada uma imagem com resolução espacial de 0,5 metros do Google Earth Pro de 23/11/2020 disponibilizada no complemento “Quick Map Service” do QGIS. Fusão das Bandas do Satélite CBERS-4<sup>a</sup>

Para melhorar a resolução espacial das bandas multiespectrais do satélite CBERS-4A, foi realizado o processo denominado fusão dessas bandas que possuem resolução espacial de 8 metros com a banda pancromática que possui resolução espacial de 2 metros, resultando em imagens multiespectrais de 2 metros de resolução espacial. Nessa etapa foi utilizada a ferramenta “pansharpening/GEDAL” contida no QGIS.

## **4. MAPEAMENTOS TEMÁTICOS**

### **4.1. MAPEAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA**

Foram utilizados os dados do ano de 2019, disponíveis na plataforma Souza et. al. (2020) para a geração do mapa contendo as classes das classes de uso e ocupação do solo no município de Ilha Solteira – SP. Estes dados foram atualizados para o ano de 2021, através das imagens do satélite CBERS 4A e da imagem do Google Earth Pro, utilizando os elementos de reconhecimento: cor, tonalidade, textura, forma e padrão.

### **4.2. MAPEAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS**

O processo de mapeamento dos erosivos lineares presentes na área de estudo foi realizado utilizando imagens de satélite CBERS 4A e da imagem disponível no Google Earth Pro. Essas imagens foram selecionadas em função da alta resolução espacial, o que facilitou a identificação dos processos erosivos presentes no município de Ilha Solteira.

Em seguida foi criada a camada vetorial denominada “Erosões” sendo realizada a identificação das erosões utilizando as bandas R(4)G(3)B(2) fusionadas com a banda pancromática do satélite CBERS – 4A sobrepondo a imagem do Google Earth, posteriormente as erosões foram vetorizadas, com a ferramenta “Alternar Edição” presente no QGIS.

#### **4.3. TRABALHO DE CAMPO PARA A IDENTIFICAÇÃO AMOSTRAL DAS EROSÕES**

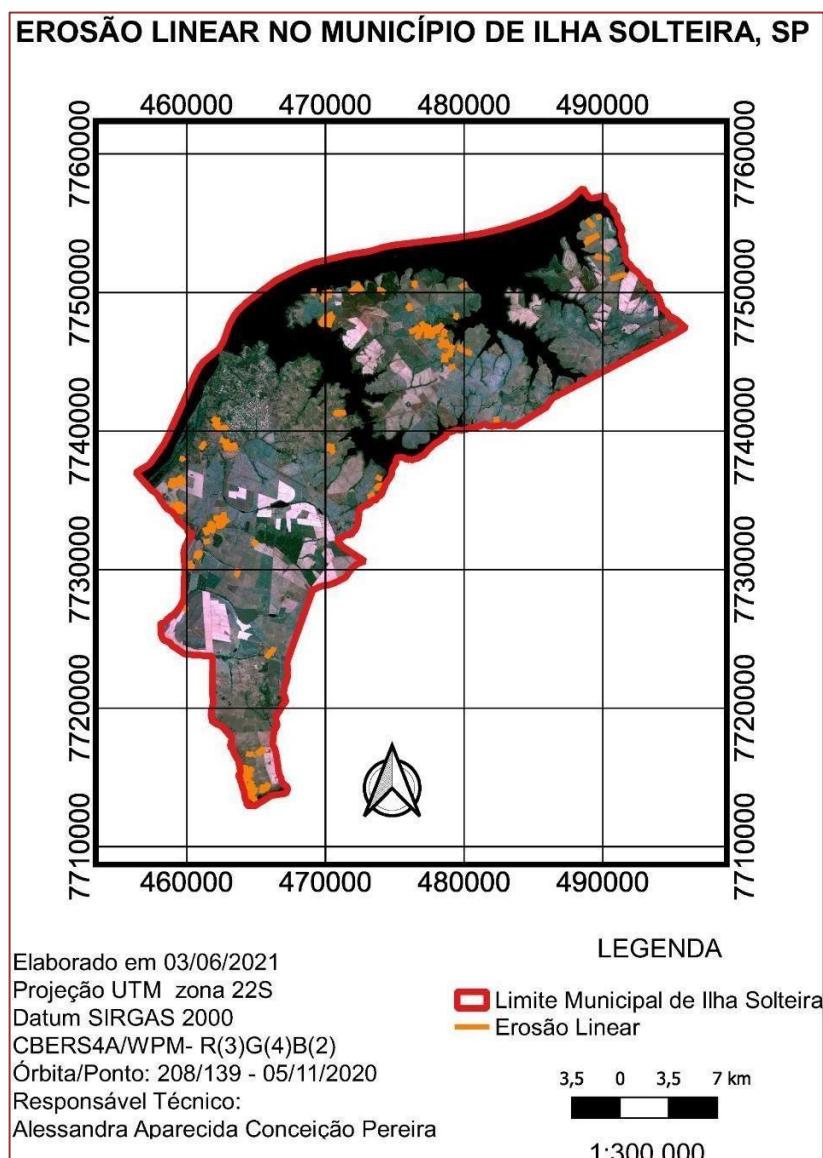
Foi realizado um trabalho de campo para auxiliar no processo de verificação das erosões vetorizadas na etapa anterior. Na imagem do satélite CBERS- 4A fusionada foram definidas as coordenadas geográficas dessas erosões e as vias de acessos até essas posições. Para a realização do trabalho de campo foi utilizado o Sistema de Posicionamento Global (GPS) para chegar nas erosões selecionadas. Além da detecção da presença da erosão, foi verificado o tipo de erosão linear (sulco, ravina ou voçoroca).

### **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A figura 2 apresenta a imagem do satélite CBERS 4A de 05/11/2020, utilizada para a identificação e mapeamento das erosões lineares presentes no município de Ilha Solteira. Nesse município foram mapeadas duzentas e sessenta e uma (261) erosões com dimensões que variaram de 10 a 1.000 metros. Esses processos erosivos foram identificados tanto na área rural como no perímetro urbano. Na área rural essas erosões ocorrem no quadrante norte, nordeste, oeste e sul, sendo que a sua maioria se encontra próximo dos reservatórios da Usina Hidrelétrica (UHE) de Ilha Solteira e Usina Hidrelétrica (UHE) de Jupia, contribuindo assim com o processo de assoreamento desses reservatórios. Mesmo as erosões que se encontram distantes desses reservatórios, como por exemplo as erosões presentes no perímetro urbano, também estão assoreando os tributários que desaguam no Rio Paraná, contribuindo assim com o assoreamento desses reservatórios. Através de trabalhos de campo realizados em 2020 nas erosões localizadas no perímetro urbano, constatou-se que o esgoto doméstico está sendo lançado nessas erosões agravando o processo de eutrofização desses reservatórios. SILVA, et al., (2020) já tinham identificado duas erosões lineares na área periurbana com extensão total de 1.507 metros.

Segundo os autores a água pluvial da área urbanas foi escoada sem amortecimento para dentro de canais de drenagem, causando erosões lineares classificadas como voçorocas. Além disso, o autor constatou através de análise laboratorial da água coletada nesses canais de drenagem a presença de *coliformes fecais* e *Escherichia coli* devido ao esgoto doméstico lançado nessas erosões que desaguavam no reservatório da UHE de Jupia o que está contribuindo com a eutrofização do reservatório de Jupia.

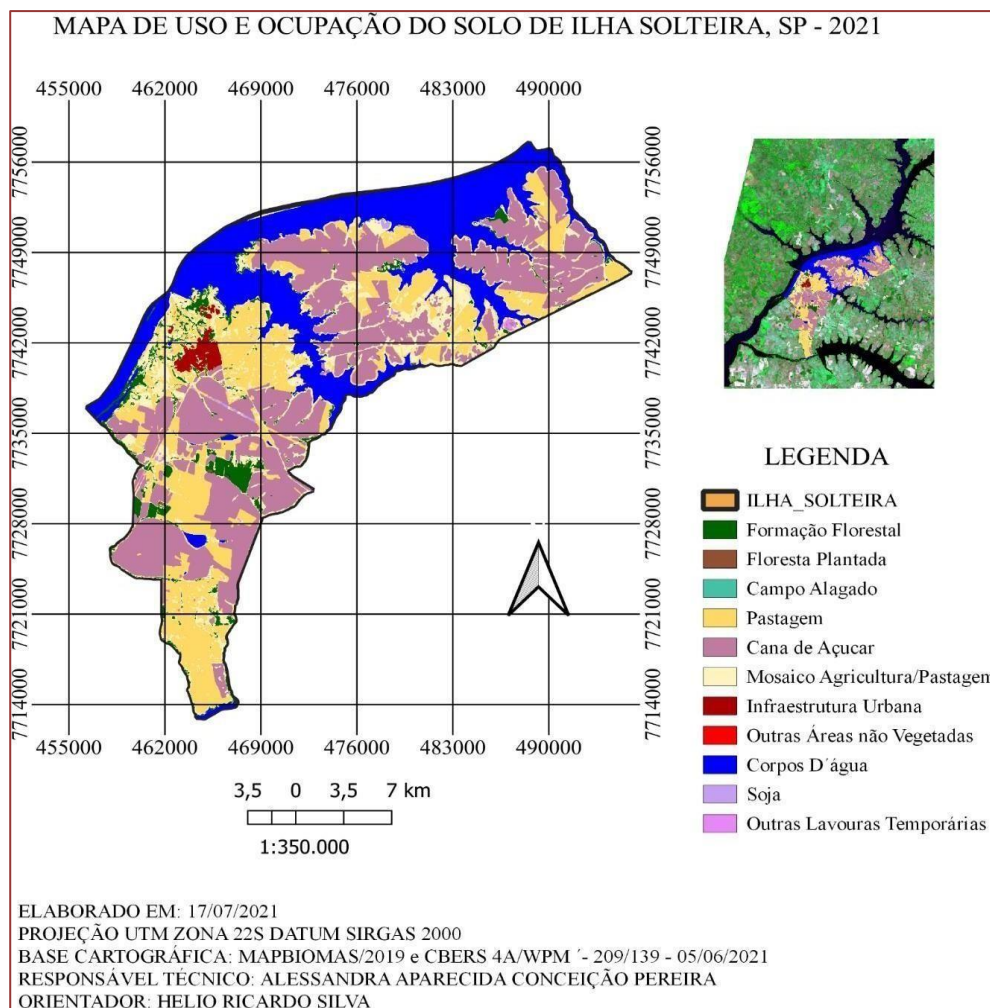
**Figura 2.** Imagem do satélite CBERS 4A, de alta resolução espacial indicando a localização das erosões lineares em Ilha Solteira, SP



No município de Ilha Solteira (Figura 3), foram identificadas as classes de uso e ocupação do solo: cana de açúcar, seringueira (floresta plantada), pastagens, culturas anuais e vegetação natural.

Constatou-se o predomínio das classes de uso cana- de açúcar e pastagens e em menor porcentagem a presença de cultura anual e vegetação natural. Os processos erosivos estavam localizados principalmente nas classes de uso do solo, pastagem, em seguida na área periurbana de Ilha Solteira e apenas uma erosão linear foi detectada na classe de uso do solo, cana de açúcar (Figura 3). Através da utilização das técnicas de fointerpretação da imagem do satélite CBERS 4A de 05/11/2020, constatou-se ausência de curvas de nível na maioria das pastagens existentes no município de Ilha Solteira.

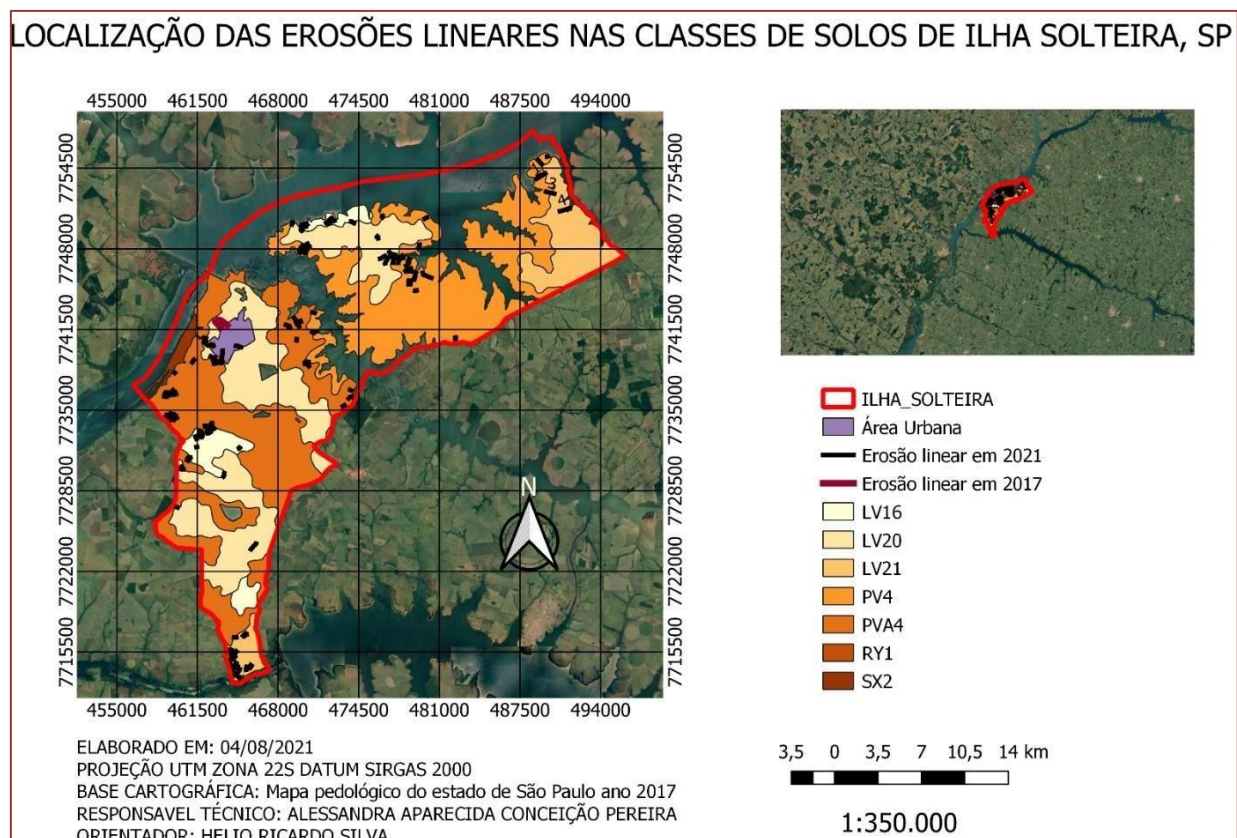
**Figura 3.** Classes de uso e ocupação do solo no município de Ilha Solteira, SP



A figura 4 e tabela 2, apresentam as classes de solo existentes no município de Ilha Solteira, bem como a localização das erosões lineares nesses solos.

Não foram observadas erosões lineares apenas nas classes de solo SX2 e RY1, nas demais classes foram detectadas essas erosões sendo que ocorrem principalmente na classe de solo PV4, seguida das classes PVA4, LV21, LV20 e LV16, além dessas também foram identificadas erosões no perímetro urbano, conforme consta na tabela 1.

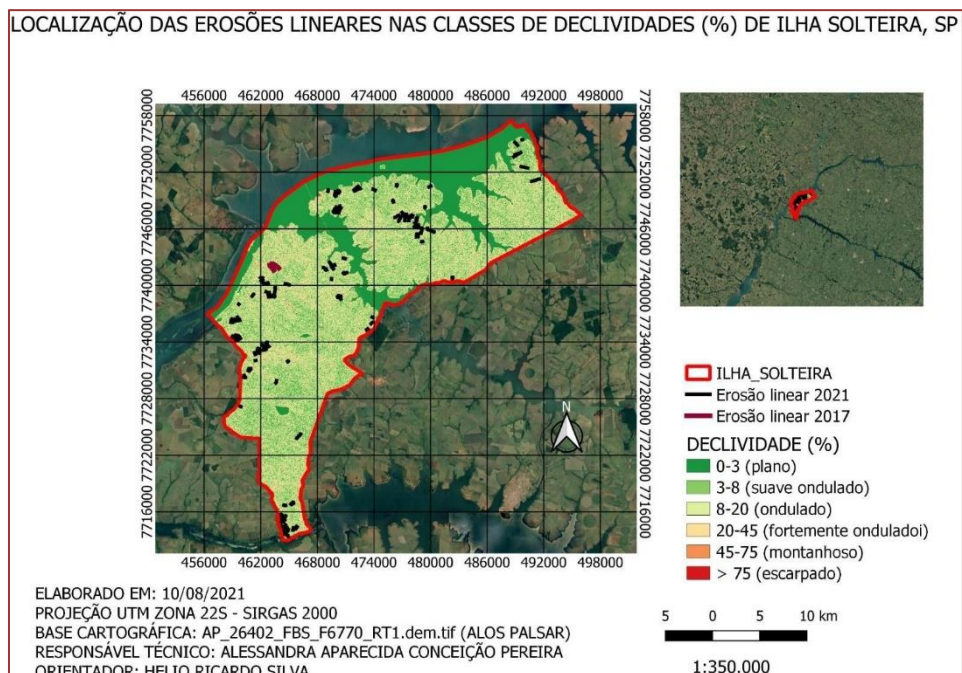
**Figura 4.** Localização das erosões lineares nas diferentes classes de solo e no perímetro urbano de Ilha Solteira



**Tabela 2.** Distribuição dos 42 km de erosões lineares mapeados nas diferentes classes de solos e no perímetro urbano de Ilha Solteira

Classe de Solo/Local	Extensão das erosões lineares (metro)
PV4	11.286
PVA4	10.177
LV21	8.672
LV20	6.147
LV16	4.504
Perímetro Urbano	1.460
<b>TOTAL</b>	<b>42.246</b>

**Figura 5.** Localização das erosões lineares nas diferentes classes de declividade de Ilha Solteira



A tabela 3 apresenta a distribuição dessas erosões nas diferentes classes de solo e classes de declividades existentes no município de Ilha Solteira. As erosões lineares não foram detectadas nas classes 45-75 % (montanhoso) e maior que 75% (escarpado). Essas classes de declividade ocorrem em menos de 2% do município.

**Figura 6.** Erosão Linear 112



**Figura 7.** Erosão Linear 112



Nas figuras 6 e 7 observa-se erosões lineares localizadas no solo PV4 na zona próxima do perímetro urbano, a área ao redor ao redor dessa erosão tem a maior declividade de 20 a 45%.

**Figura 8.** Erosão Linear 105

**Figura 9.** Erosão Linear 107



As erosões representadas pela figura 105 e 107 , estão localizadas no solo PVA4 com declividade de 3 a 8% e de 8 a 20%. Comparando as versões 105 e 107 com as 112 vista anteriormente, percebe-se que a 112 era uma erosão mais profunda, enquanto as 105 e 107 são mais superficiais.

**Tabela 3.** Número de erosões nas classes de solo e nas classes de declividade do município de Ilha Solteira, SP

CLASSE DE SOLO/LOCAL	CLASSES DE DECLIVIDADES (%)						TOTAL
	0-3	3-8	8-20	20-45	45-75	75	
PV4	2	13	27	0	0	0	42
PVA4	7	29	63	1	0	0	100
LV21	16	19	6	1	0	0	42
LV20	1	9	10	0	0	0	20
LV16	1	11	36	0	0	0	48
Perímetro Urbano	1	5	3	0	0	0	9
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>86</b>	<b>145</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>261</b>

Fonte: elaborado pelos autores.

Conforme pode ser observado na tabela 2, no solo PV4 ocorre a maior extensão de erosões

lineares, curva em gradiente. Analisando a tabela 3, verifica-se que 64% (27) das erosões está localizado na classe de declividade de 8 a 20%, (ondulada). Essa alta declividade contribuiu para a existência desse número de erosões lineares.

Em relação ao solo PVA4, constata-se que apesar de apresentar a segunda maior extensão de erosões lineares, conforme consta na tabela 2, essa classe de solo apresenta o maior número de erosões lineares (100) no município de Ilha Solteira. A associação de textura média/arenosa, característica do PVA4 e a declividade de 8 a 20% torna esse solo mais susceptível ao processo erosivo, sendo responsável por 64% das erosões (63) identificadas nessa classe de solo.

A classe de solos LV21, possui textura média, entretanto constata-se pela tabela 3 que a maioria das erosões lineares, 16 e 19, foram mapeadas nas mais baixas classes de declividade 0-3 e 3-8, respectivamente. Esse fato pode estar relacionado ao manejo inadequado do solo, como por exemplo ausência de curvas de nível.

Em relação ao solo LV20 por possuir textura argilosa/muito argilosa e, portanto, menos susceptível ao processo erosivo, constata-se na tabela 2, média extensão das erosões lineares (6.147 metros) e um baixo número de erosões lineares.

Apesar do solo LV16, apresentar a menor extensão de erosão linear e uma textura argilosa a muito argilosa portanto menos susceptível, verifica-se na tabela 3 um alto número de erosões lineares na classe de declividade 8-20, em função do manejo inadequado solo, como por exemplo a ausência de curvas de nível nos pastos. Em relação as erosões identificadas no perímetro urbano, a maioria dessas ocorrem nas mais baixas classes de declividade, sendo causadas, conforme pode ser constatado nos trabalhos de campo, pelo escoamento inadequado das águas pluviais. Esse fato também foi constatado por (SILVA et al., 2020).

A tabela 4, agrupa as 261 erosões mapeadas no município de Ilha Solteira em quatro classes de extensões erosões. Além disso, mostra em quais classes de solo essas erosões ocorrem. Observa-se que a maioria das erosões lineares estão presentes em uma única classe de solo, entretanto pode-se observar a ocorrência de algumas erosões presentes em duas classes de solo.

A única erosão com extensão superior a 1.000 metros, identificada no município de Ilha Solteira ocorre na classe de solo PV4, enquanto as vinte e nove erosões que possuem comprimentos entre 400 a 1.000 metros estão localizados nas classes PV4, PVA4, LV21, LV20 e LV16.

No perímetro urbano de Ilha Solteira também foi identificada uma erosão nessa classe, medindo 595 metros. Também no solo PV4 se encontra o maior número de erosões lineares na classe de 400 a 1.000 metros.

As erosões com extensão entre 100 a 400 metros foram identificados principalmente nas classes de solo PVA4, LV21 e PV4. Porcentagem menor dessas erosões foram observados nos solos LV16 e LV20. Também foram identificadas 135 erosões com extensão inferior a 100 metros localizadas principalmente nas classes e solo PVA4 e LV16.

A classe de solo que apresentou o maior número de erosões lineares foi o PVA4, possuindo como uso e ocupação cana-de-açúcar. Contendo, principalmente erosões inferiores com extensões inferiores a 100 metros, seguido dos solos LV16, PV4 e LV21, enquanto o solo com menor número de erosões lineares foi o LV20.



**Tabela 4:** Quantidade de erosão linear nos solos presentes no município de Ilha Solteira, SP

Solo/Local	Quantidade de erosões lineares por:				Solo/Local
	Classes de extensões das erosões				
	1.000 metros	400-1000 metros	100-400 Metros	< 100 metros	
PV4	1	11	18	10	40
PVA4	0	5	30	64	99
LV21	0	4	23	13	40
LV20	0	4	5	5	14
LV16	0	1	10	33	44
Perímetro Urbano	0	1	2	5	8
LV16/PVA4	0	0	0	3	3
LV20/PVA4	0	0	3	1	4
PV4/PVA4	0	0	1	1	2
LV16/LV20	0	0	1	0	1
LV21/PVA4	0	0	1	0	1
LV20/PV4	0	2	0	0	2
LV21/PV4	0	1	0	0	1
Perímetro urbano/LV20	0	0	1	0	1
Perímetro urbano/PVA4	0	0	1	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>29</b>	<b>96</b>	<b>135</b>	<b>261</b>

Fonte: elaborado pelos autores.

## 6. CONCLUSÕES

A redução das áreas exploradas com pastagens face a expansão da cultura da cana de açúcar, reduziu os processos erosivos lineares no município de Ilha Solteira em função da melhora no manejo e conservação do solo pelas usinas de álcool.

Nas áreas remanescentes com pastagens localizadas próximas aos reservatórios das usinas hidrelétricas de Ilha Solteira e Jupiá, foram constatados diversos processos erosivos lineares que estão contribuindo com o assoreamento desses reservatórios. As erosões que tiveram origem na área urbana, além do assoreamento estão contribuindo com a eutrofização do reservatório da UHE de Jupiá. As imagens do satélite CBERS4A e ALOS PALSAR de alta resolução espacial, contribuíram para a avaliação ambiental do município de Ilha Solteira.

As geotecnologias são ferramentas que podem auxiliar no plano de recuperação das áreas degradadas por erosões lineares.

## REFERÊNCIAS

- [1] AMBIENTE BRASIL. Recuperação de Áreas Degradadas, 2010.
- [2] ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M. Recuperação de área degradada por construção de hidroelétrica com adubação verde e corretivo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v.32, p.2505-2516, 2008.
- [3] CÂMARA, G.; FERREIRA, K.R.; QUEIROZ, G. R. *Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica*. São José dos Campos: INPE, 2004. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.15.53/doc/cap2.pdf>. Acesso em: 31 agosto. 2021.
- [4] CAMAPUM DE CARVALHO, J.; LIMA, M.C.; MORTARI, D. (2001). Considerações sobre prevenção e controle de voçorocas. 7º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. ABMS/ABGE, Goiânia, GO.
- [5] COSTA, D.; SILVA, H.; Peres, L. Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira - SP através da utilização de geotecnologias. Ilha Solteira, 2010.
- [6] DE ALMEIDA FILHO, Gerson Salviano. Processos erosivos lineares urbanos. *Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão*, p. 337, 2012.
- [7] DE OLIVEIRA, Paula Beatriz Pereira et al. Ensino-aprendizagem no curso de Meio Ambiente do Centro Paula Souza de Ilha Solteira, SP utilizando as Geotecnologias. *Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia–Volume 3*, p. 44, 2019.
- [8] DOS SANTOS, Humberto Gonçalves et al. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2006.
- [9] EVARISTO, A. B. et al. Caracterização Físico-Química De Frutos De Macaúba Provenientes De Três Regiões Do Estado De Minas Gerais. *Rev. Agrotecnologia- Agrotec*, v. 8, n. 2, p. 81, 2017.
- [10] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS AND INTERGOVERNMENTAL TECHNICAL PANEL ON SOILS – FAO/ ITPS. *Status of the World’s Soil Resources (SWSR) – Main Report*. Rome, Italy, 2015
- [11] FROTA, P. V., NAPPO, M. E. Edição Especial. *Revista Geonorte*, V.4, N.4, p.14721481, 2012.
- [12] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2021 <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ilha-solteira/panorama>. Acesso em: 15 out. 2021.
- [13] INPE. SPRING: Tutorial de Geoprocessamento. 2021. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao\\_geo.html](http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html)>. Acesso em: 28 agosto.2021.
- [14] MATHEUS, Pedro Henrique; MARTINS, Silva Ramon Ítalo Mendonça. *Desenvolvimento de aplicativo para auxílio no cadastramento de erosões lineares em meio urbano*. 2017.
- [15] MOREIRA, M. A. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. São José dos Campos, 2001. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 208p.
- [16] MORAES, E. C. *Fundamentos de Sensoriamento Remoto*. São José dos Campos, 2002.
- [17] NUNES, A. N.; ALMEIDA, A. C.; COELHO, C. O. A. Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. *Applied Geography*, v. 31, n. 2, p. 687-699, apr. 2011.
- [18] RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado.
- [19] *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.73-80, 2007
- [20] ROSSI, M. 2017. *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado*. São Paulo: Instituto Florestal, 2017. V.1. 118p.
- [21] SILVA.H.R; POLITANO, W. Análise do uso e ocupação do solo e processos de erosão na área de influência do conjunto de Urubupungá: Estudo dos municípios de Pereira Barreto, Ilha Solteira e Suzanópolis (SP). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 5, Bauru-SP, 1995. Anais...Bauru: ABGE-IPT- DIGEO, 1995.p.145- 47.ABGE-IPT-DIGEO.
- [22] SILVA, B. B.; OLIVEIRA, P. B. P.; SILVA, H. R.;CORDEIRO, M. A. M.;DIAS, J. H. P. Geotecnologias como ferramentas auxiliares na avaliação ambiental na área de influência da usina hidrelétrica de Jupia. p. 43-54, 2020. In: SOUZA, R. M.; PRADO, A. P. S. *Investigações Multidisciplinares: A ciência e o desenvolvimento social*. Curitiba : CRV. 2020. 202 p.

- [23] STEFFEN, A. C., MORAES, E. C. Introdução à radiometria. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, VII. Curitiba, 10-14. Maio, 1993. Tutorial São José dos Campos. INPE, 1993. 7p.
- [24] STEFFEN, A. C., MORAES, E. C., GAMA, F. F. Radiometria óptica espectral. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, VIII. Salvador, 14-19. Abr.,1996. Tutorial São José dos Campos. INPE, 1996. 43p.
- [25] MENDES, Noeli Aparecida Serafim. As usinas hidrelétricas e seus impactos: os aspectos socioambientais e econômicos do Reassentamento Rural de Rosana-Euclides da Cunha Paulista. 2005.
- [26] NUNES, A. N.; ALMEIDA, A. C.; COELHO, C. O. A. Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. *Applied Geography*, v.31. p.687-699, 2011.
- [27] PEJON, O. J. 1992. Mapeamento geotécnico regional da folha de Piracicaba- SP, escala 1:100000: estudo de aspectos metodológicos. De caracterização e de apresentação dos atributos. 224 f. 2v (Tese de Doutorado), EESC-USP, São Carlos.
- [28] QGIS.ORG, 2021. QGIS GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM. ASSOCIAÇÃO QGIS. <http://www.qgis.org>.
- [29] SANTOS, G.O.; HERNANDEZ, F.B.T. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 60-68, 2012.
- [30] SOUZA et al. (2020) - Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - *Remote Sensing*, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735.
- [31] SANTOS, LILIAN CRISTINA DA SILVA; VALE, VAGNER SANTIAGO. Consequência da construção de barragens na Florística, estrutura e traços funcionais em fitofisionomias de clima sazonal. *Revista Agrotecnologia*, v. 8, p. 25-30, 2017.

# Capítulo 10

## *As consequências da poluição do ar na saúde humana: Um olhar para crianças, gestantes e idosos*

*Ademir Martine Júnior*

*Alan Pereira da Silva*

*Gislaine Cristina de Brito Paulikevis*

*Silmara Bispo dos Santos*

**Resumo:** Existe hoje uma preocupação global de saúde pública relacionada à qualidade do ar que a população respira. A poluição do ar ocorre a partir da presença de substâncias nocivas ao meio ambiente, que podem causar efeitos adversos na saúde das pessoas e nos ecossistemas. O objetivo fundamental do artigo foi de revisar a literatura sobre as consequências da poluição do ar na saúde humana, dando ênfase a um público mais suscetível que são as crianças, gestantes e idosos. A presente revisão traz uma melhor percepção dos impactos no cotidiano de crianças, gestantes e idosos para que medidas mitigadoras sejam implementadas para uma melhor qualidade de vida da população. A metodologia proposta consistiu em fazer uma revisão sistemática de pesquisas publicadas, em bases de dados (Science Direct, SciELO e Periódicos Capes) por meio de descritores-chaves alusivos à problemática de estudo. Foram utilizados os descritores: “poluição do ar”; “efeitos da poluição do ar em crianças, gestantes e idosos”; “mudanças climáticas”; “desequilíbrio ambiental”; “saúde humana” e “mitigação da poluição do ar”. Foram selecionados os artigos mais relevantes e atuais, divididos e organizados sob as dimensões de buscas e analisados pela técnica bibliométrica. Os artigos selecionados neste estudo, demonstram que os principais malefícios causados pela poluição do ar estão relacionados a nascimentos prematuros, doenças graves nas crianças, idosos e nas gestantes. Nesse sentido, o estudo foi concluído com algumas propostas de medidas para a mitigação dos efeitos nocivos da poluição do ar sobre as pessoas, como a criação de políticas públicas e outras ações pontuais capazes de reduzir o adoecimento das pessoas devido à poluição atmosférica. Conclui-se também que faltam pesquisas para determinar os níveis reais dos malefícios e que faltam pesquisas sobre estudos sociais que possam atender as demandas dos grupos atingidos que habitam nos países mais pobres e naturalmente mais afetados.

**Palavras-chave:** Poluição do ar; desequilíbrio ambiental; doenças; mitigação; saúde humana.

## 1. INTRODUÇÃO

Existe hoje uma preocupação global de saúde pública relacionada à qualidade do ar que a população respira. Os poluentes atmosféricos, especialmente aqueles relacionados ao tráfego ou atividade industrial, têm potenciais efeitos neurotóxicos (COSTA et al., 2020; IQUBAL et al., 2020; KIM et al., 2014). A poluição do ar ocorre a partir da presença de substâncias nocivas ao meio ambiente, que podem causar efeitos adversos na saúde das pessoas e nos ecossistemas. Estes efeitos podem alterar tanto a saúde, como o bem-estar das pessoas (FEEMA, 2008). A poluição atmosférica, segundo Drumm et al. (2014), pode ser definida como a existência na atmosfera, de substâncias em quantidade capaz de alterar sua composição e equilíbrio, prejudiciais ao meio ambiente e às formas de vida. Essas substâncias poluentes podem ser naturais ou causadas pelas atividades humanas.

Exemplos de poluentes naturais da atmosfera incluem gases e material particulado proveniente, sobretudo de fontes antrópicas, como os veículos automotores, as indústrias e a incineração de resíduos sólidos (GOMES, 2009). Almeida et al. (2019) partiram do conhecimento de que a composição aproximada da atmosfera terrestre seria de 76% de nitrogênio e 23% de oxigênio. Os restantes 1% estariam distribuídos entre o vapor d'água, gases nobres, dióxido de carbono, hidrogênio, aerossóis e outros gases-traço, tudo distribuído numa altura aproximada de 100 km.

A poluição do ar provoca diversas consequências na saúde humana, que, em grande parte, dependem do tipo de partícula que é inalada. As partículas que são inaladas com mais frequência são aquelas com diâmetros muito pequenos, que chegam até os alvéolos pulmonares. Isso pode desencadear doenças respiratórias como a bronquite, a asma e a pneumonia. Em alguns casos, essas doenças podem ser mais graves quando a poluição está concentrada em determinadas áreas do corpo, como no pulmão por exemplo. A qualidade do ar interfere diretamente na saúde respiratória, em consequência da grande área de contato existente entre a superfície do sistema respiratório e o meio ambiente (ARBEX et al., 2012). Segundo Arbex et al. (2012), estima-se que no Brasil, a poluição atmosférica possa causar cerca de 20 mil óbitos/ano, valor cinco vezes superior ao número de óbitos estimado para tabagismo ambiental/passivo, e 10,7 mil óbitos/ano provocados pela poluição do ar em ambientes internos. O público mais suscetível à poluição do ar são as crianças e os idosos, que apresentam sintomas sugestivos como a diminuição da função pulmonar, crescimento do uso de medicamentos, destacando-se os idosos, assim como mudanças no sistema imunológico de pessoas normais (MOREIRA et al., 2015).

Com o agravamento do desequilíbrio ambiental e as severas consequências climáticas em ocorrência no mundo, a poluição do ar tem se apresentado como um grande fator de preocupação para a saúde humana na Terra. Os níveis de agentes poluidores particulados no ambiente com dimensões  $\leq 2,5 \mu\text{m}/\text{m}^3$  e  $\leq 10 \mu\text{m}/\text{m}^3$  são coerentes com alguns estudos que apontam também para uma grave situação. Essa exposição quando acontece em mulheres gestantes, crianças recém-nascidas e idosos, trazem perigosas doenças e muitas delas sem o advento da cura, como nos casos de mortes prematuras de pessoas de meia idade, demência, doenças do trato respiratório superior e inferior. No caso das gestantes, seus fetos não conseguem se defender dessa poluição, devido a sua formação precoce, afetando o DNA de seus organismos, resultando em doenças previamente adquiridas, nascimentos prematuros, crianças abaixo do peso e abaixo do tamanho recomendado (WOJTYLA et al., 2020). Além destes pontos e não menos crítica é a situação em locais onde ocorrem queimadas em florestas, levando de arrasto por vários quilômetros os seus

poluentes, fato que ocorre em todas as partes do planeta, todos os anos e com a gravidade aumentada a cada período (ODERBERG, 2021).

Embora a Organização Mundial da Saúde (OMS) tenha classificado recentemente a poluição do ar como principal causa ambiental de mortes prematuras, ainda faltam evidências capazes de sua comprovação (BAKOLIS et al., 2021). O objetivo fundamental do artigo foi de revisar a literatura sobre as consequências da poluição do ar na saúde humana, dando ênfase a um público mais suscetível que são as crianças, gestantes e idosos. A presente revisão traz uma melhor percepção dos impactos no cotidiano de crianças, gestantes e idosos para que medidas mitigadoras sejam implementadas para uma melhor qualidade de vida à população.

## **2. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada objetivou fazer uma revisão sistemática de pesquisas publicadas, em bases de dados (Science Direct, SciELO e Periódicos Capes) por meio de descritores-chaves alusivos à problemática de estudo. Foram utilizados os descritores: “poluição do ar”; “efeitos da poluição do ar em crianças, gestantes e idosos”; “mudanças climáticas”; “desequilíbrio ambiental”; “saúde humana” e “mitigação da poluição do ar”. Foram selecionados os artigos mais relevantes e atuais, divididos e organizados sob as dimensões de buscas e analisados pela técnica bibliométrica.

O levantamento dos estudos consistiu em uma busca direcionada em bases de dados de referência na temática, escolhida e agrupada em duas dimensões: (i) internacional e (ii) nacional, seguindo os mesmos procedimentos didáticos e éticos feitos por Souza, Santos e Caldin (2017). Essa divisão por dimensões possibilita identificar o alcance da temática de estudo, dos grupos sociais e de pesquisadores com expertise na área (FERNANDES, HACON E NOVAIS, 2021).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR SOBRE A SAÚDE DE GESTANTES, CRIANÇAS E IDOSOS**

A exposição à poluição do ar é um grande risco ambiental reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma emergência global de saúde pública (KEULERS et al., 2022). Estudos sobre as consequências da poluição do ar em crianças, gestantes e idosos, têm apontado que podem ocorrer diversos problemas de saúde nessa população. Não obstante a exposição à poluição do ar ter sido associada a muitos problemas de saúde em qualquer idade (DOMINSKI et al., 2021; MANISALIDIS et al., 2020).

Com base na pesquisa a diferentes bancos de dados científicos, foram selecionados pertinentes ao tema, ao todo 28 artigos, sendo eles publicados em periódicos nacionais e em periódicos internacionais. Foram alvos desta pesquisa, os artigos que de alguma forma tenham buscado avaliar a existência de relação entre a poluição por emissões de gases e/ou particulados com a saúde de crianças, gestantes ou idosos.

Do total de artigos revisados, dezesseis eram referentes ao efeito da poluição sobre a saúde de crianças com estudos e levantamentos realizados em diferentes países.

O período fetal constitui uma fase de grande suscetibilidade, especialmente relacionada à função cerebral (FORNS et al., 2012; GRANDJEAN e LANDRIGAN, 2014; RICE e BARONE

JÚNIOR, 2000). De acordo com SAENEN et al., (2019), a exposição à poluentes do ar tem efeitos potencialmente nocivos desde os primeiros estágios da vida, com efeitos negativos na gravidez, bem como efeitos a longo prazo que afetam a disposição a desenvolver doenças ao longo de suas vidas.

Conforme pesquisa realizada em em 2016 e dados relatados por Keulers et al. (2022), a poluição do ar ambiente estava ligada a 4,2 milhões de mortes prematuras; destes, quase 300.000 eram crianças com menos de cinco anos. As crianças por estarem mais tempo em atividade ao ar livre e ao seu desenvolvimento pulmonar contínuo, são particularmente mais vulneráveis aos efeitos nocivos da exposição a partículas finas (PM<sub>2,5</sub>) presentes no ar poluído (TO et al., 2021). Em seu estudo realizado em Ontário no Canadá, To et al. (2021), encontrou associações significativas com a exposição das crianças ao SO<sub>4</sub> em PM<sub>2,5</sub> e todos causam cuidados agudos, principalmente para internações, em crianças com asma. O SO<sub>4</sub> vem principalmente da oxidação do dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>, emitido por usinas de energia e instalações industriais e, em menor grau, de fontes naturais, como oceanos, plantas e solos e vulcões, juntamente com a oxidação de amônia). Mortamais et al. (2019), investigou os efeitos da exposição pré-natal ao PM<sub>2,5</sub> em crianças e concluiu que a exposição pode estar associada a diminuição do volume do corpo caloso (grande trato de substância branca que liga os dois hemisférios do cérebro) em crianças e que as consequências pode ser um aumento nos seus problemas comportamentais.

Problemas no funcionamento neuropsicológico de crianças, também tem sido associado à sua exposição durante o pré-natal à poluição do ar, mesmo que em níveis considerados baixos. Iglesias-Vázquez et al. (2022), em seu estudo sobre a exposição materna à poluição do ar durante a gravidez, concluiu que todos os poluentes atmosféricos avaliados, exceto a absorção do PM<sub>2,5</sub>, foram associados a menor função motora em crianças, porém não foi observada associação entre a exposição pré-natal à poluição do ar e funções cognitivas e de linguagem. Essa descoberta, segundo os autores, destaca a necessidade de continuar aumentando a conscientização sobre o impacto em nível populacional que a exposição materna à poluição do ar, mesmo em níveis baixos, pode ter nas funções neuropsicológicas das crianças.

Os resultados do estudo realizado por Junger e Leon (2007) no município do Rio de Janeiro no ano de 2002, sugeriu que existe uma associação entre poluição atmosférica e a ocorrência de baixo peso ao nascer de bebês de gestantes que foram expostas a concentrações moderadas ou altas dos agentes poluentes da atmosfera, principalmente nos primeiro e terceiro trimestres de gestação.

No município de São Paulo, entre os anos de 1998 e 2000, Medeiros e Gouveia (2005), investigaram a possibilidade de a poluição do ar determinar o baixo peso ao nascer de bebês de gestantes expostas a poluição. Os autores chegaram a conclusão que a exposição materna ao CO, PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> durante o primeiro trimestre de gestação mostrou associação estatisticamente significativa com a diminuição no peso dos recém-nascidos.

Roberts et al, (2019), descreveu que crianças de até 12 anos expostas à poluição do ar por NO<sub>2</sub> e PM<sub>2,5</sub>, têm maior disposição a transtornos depressivos, em sua pesquisa realizada em Londres no Reino Unido.

Um estudo realizado na China, por Li et al. (2020), aponta a migração de crianças acompanhadas de seus pais como um dos geradores de má saúde respiratória, o que nos faz inquirir a problemática social também se entrelaça aos dividendos ambientais e atingem principalmente as populações mais vulneráveis. Para Johnson et al., (2021), a exposição pré-natal ao PM<sub>2.5</sub> afeta o desenvolvimento pulmonar e a saúde respiratória

de várias maneiras que podem persistir ao longo da infância. A exposição ao PM2.5 no desenvolvimento pode levar a alveolarização perturbada, função pulmonar prejudicada e diferenciação imunológica pulmonar, o que pode influenciar os resultados de saúde agudos e crônicos.

Eskenazi et al. (2020), em seu artigo, defende que as crianças são particularmente vulneráveis porque são menos capazes de se adaptar ao estresse térmico e outras consequências das mudanças climáticas. Os efeitos adversos de ambientes alterados durante os estágios de desenvolvimento fetal ou infantil podem resultar em sequelas de saúde irreversíveis e duradouras.

Pereira, Fogelbach e Solé (2022) documentaram que a exposição de crianças e adolescentes a poluentes do ar ambiente irá acelerar ou piorar a morbidade e mortalidade de muitas condições de saúde, incluindo doenças alérgicas. Os autores também afirmam que poluentes do ar ambiente alteram a microbiota e consequentemente interferem na resposta do sistema imunológico atuando diretamente na pele e no epitélio respiratório, o que facilita a penetração de alérgenos. Já Dutta et al. (2021) obtiveram evidências em suas pesquisas de que o aumento da exposição ao ar poluído doméstico pode resultar em pior função pulmonar em crianças de até 2 anos na Nigéria. De acordo com estes autores, em muitos países de baixa e média renda, esses poluentes são gerados pela queima de biomassa e querosene para fins de cozimento, resultando em poluição do ar no ambiente doméstico.

Já com relação aos efeitos diretos da poluição sobre a saúde das gestantes, foram revisados cinco artigos dos relatados na literatura. Lamichhane et al. (2021), em seu estudo na cidade de Seul, capital da Coreia do Sul, avaliaram a associação entre a exposição à poluição do ar na gravidez e os sintomas depressivos e ansiosos maternos durante o terceiro trimestre avaliados por meio das escalas Center for Epidemiologic Studies-Depression e State-Trait Anxiety Inventory, respectivamente, chegando a conclusão que os resultados indicaram que o aumento dos níveis de material particulado, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> durante a gravidez pode elevar o risco de depressão ou ansiedade em mulheres grávidas. Li et al. (2021), descobriram que as gestantes expostas a poluição PM<sub>2,5</sub> tiveram impacto direto no estresse mental ocorrido com ele durante o período gestacional na cidade de Nanjing na China em seu estudo no ano de 2018.

Yan et al. (2022), avaliaram as associações de hipertensão gestacional (GH), pré-eclâmpsia (PE) e diabetes mellitus gestacional (DMG), que são complicações comuns da gravidez e que podem resultar em morbimortalidade materna e pré-natal, com a exposição a seis poluentes atmosféricos (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e CO) durante a gravidez em províncias da China e concluíram que a poluição ambiental por material particulado afeta adversamente GH, GDM e PE entre mulheres grávidas chinesas.

Mulheres grávidas que deram à luz em uma maternidade em Xangai, China, de 2015 a 2019 participaram de um estudo, conforme Yang et al. (2022), que forneceu evidências sugestivas de que a exposição ao PM<sub>2.5</sub> entre 1 a 10 semanas de gestação diminui os níveis circulantes de Vitamina D em mulheres grávidas e aumenta o risco de sua deficiência. As grávidas, segundo Zhao et al. (2022), também podem sofrer por ansiedade pré-natal e depressão quando expostas a PM<sub>2,5</sub> durante a gravidez, especialmente no início do período gestacional.

Do total de artigos revisados neste levantamento, sete artigos trataram do efeito da poluição sobre a população idosa.



Altug et al. (2020), em seu estudo em Salia, na Alemanha, aponta que a exposição de mulheres idosas à poluição do ar provocou efeitos significativos no diagnóstico de depressão e sintomas depressivos originados nelas. Os autores também relataram que mulheres com cognição prejudicada também podem estar em maior risco de sintomas depressivos quando expostas à poluição do ar. Concluíram que em casos onde havia maiores concentrações de partículas (PMGrossa, PM2.5 e PM2,5 abs), de óxidos de nitrogênio (NO2 e NOx), bem como onde as pessoas viviam a distâncias de até 100 m de uma estrada principal, estavam significativamente associados positivamente com um maior frequência de sintomas depressivos e/ou auto-relato de diagnóstico de depressão. As descobertas sugerem que a poluição do ar não é apenas um fator de risco para a saúde física e cognitiva, mas também pode ter efeitos adversos na saúde mental, como depressão entre as mulheres idosas, especialmente se elas estão experimentando problemas cognitivos.

Lim et al, (2012) também investigaram o efeito da poluição do ar nos sintomas de depressão em uma população idosa em Seul na Coreia. Ao todo foram avaliados 537 participantes de um centro comunitário local. A versão coreana da SGDS-K foi usada para avaliar a sintomatologia depressiva durante 3 anos de acompanhamento. Com os resultados foi possível associar positivamente o aumento da concentração média de material particulado (PM10), NO2 e O3, com o aumento significativo dos sintomas de depressão.

Já em seu estudo em Nanjing na China, Cai et al. (2022), identificou que a exposição de idosos ao material particulado ambiente (PM2,5 e PM10) teve associação ao aumento da pressão arterial, indicando uma potencial ligação entre a poluição do ar e alta prevalência de hipertensão.

Níveis elevados de poluição do ar em 10 cidades canadenses foram considerados prejudiciais à saúde de idosos para todos os tipos de clima (VANOS et al., 2013). No entanto, toda a população estudada foi afetada negativamente pela poluição do ar nos dias quentes e secos e quente úmido.

A poluição atmosférica também tem sido atribuída a um grave problema de saúde pública relacionado as internações de idosos por insuficiência cardíaca congestiva (ICC). Em pesquisa no município de Santo André-SP, Evo et al. (2011), observou um efeito agudo dos níveis de PM10 sobre as internações de idosos por ICC. Os autores afirmam ainda que estudos no Brasil e no exterior corroboram com os resultados alcançados, quando se trata de doenças cardiovasculares, especialmente, por ICC, mas que existem variações de local para local.

Na região do Texas nos Estados Unidos, Hollingsworth, Konisky e Ziropiannis, (2021), pesquisaram e descobriram que entre os anos de 2002 a 2017, a poluição do ar, devido ao excesso de emissões acima dos níveis permitidos no funcionamento de instalações, aumentou a mortalidade de idosos. Os autores descobriram que usando o excesso de emissões como instrumento para as concentrações de ozônio, um aumento de 10% na média mensal de ozônio, aumenta a mortalidade de idosos em 3,9%, impulsionado pelo aumento de mortes nas faixas etárias mais velhas.

Simoni et al 2003, realizaram estudos para avaliar o efeito da poluição de ambientes internos sobre população idosa da região de Po Delta no norte da Itália e em Pisa, na região central também da Itália. Estes pesquisadores justificaram sua pesquisa no fato de haver muitos estudos em relação a crianças e jovens, mas pouco relato em relação a população idosa e também ao fato de que esta é uma população que passa grande parte do tempo em

ambientes residenciais e fechados. Foram avaliados 428 indivíduos em 140 casas na região de Po Delta e 761 indivíduos em 282 casas em Pisa. Em sua pesquisa, observaram que indivíduos com mais de 65 anos de idade permaneceram maior número de horas em casa quando comparado a outras faixas etárias, tanto no inverno quanto no verão. Além disso, observou-se uma tendência de maior ocorrência de sintomas respiratórios agudos nos indivíduos expostos à fumaça de tabaco e material particulado quando comparado aos indivíduos não expostos, também tanto no inverno quanto no verão. Este estudo já chamava a atenção para um problema que ainda hoje ocorre, que é a exposição de pessoas à má qualidade do ar em ambientes fechados, com troca e renovação de ar abaixo do necessário para promover a redução de contaminantes nocivos à saúde humana.

### **3.2. ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO PARA CONTROLE DA POLUIÇÃO DO AR E MINIMIZAÇÃO DOS IMPACTOS SOBRE A SAÚDE**

Estratégias de mitigação para controle da poluição do ar podem ser desenvolvidas para grandes cidades, bem como para pequenas. Essas estratégias podem incluir a criação de planos de manejo urbano, educação do público e controle de poluição. Planos de manejo urbano podem ajudar as cidades a melhorar a qualidade do ar através da redução do tráfego, ciclovias e parques urbanos, e outros projetos. A educação do público pode ajudar as pessoas a compreenderem a poluição do ar e como evitá-la. O controle de poluição pode incluir a regulamentação de emissões de veículos, fábricas e outras fontes de poluição do ar. Segundo Castellani et al., (2022), é crucial definir uma agenda política diante de questões prementes de saúde cerebral, demência e poluição do ar. A política precisa ser acompanhada por evidências científicas e diretrizes apropriadas, incluindo estratégias sob medida para otimizar o impacto e mitigar consequências não intencionais (CASTELLANI et al., 2022).

Em Londres no Reino Unido, Abhijith; Kukadia e Kumar (2022) fizeram uma investigação de medidas de mitigação da poluição do ar, ventilação e qualidade do ar interno em três escolas e obtiveram uma boa compreensão da melhoria da qualidade do ar conseguida pelas intervenções dentro e fora das salas de aula. Uma tela verde ao longo das cercas da escola reduziu a concentração de MP em até 44% no pátio. A instalação de purificadores de ar em uma sala de aula resultou na redução da concentração de PM em cerca de 57%. A iniciativa de rua escolar, com menor tráfego de veículos, diminuiu a concentração de MP em cerca de 36% na frente da escola durante o horário de coleta. A partir dos resultados gerais, recomendações práticas foram incluídas, na medida do possível, que permitiram a produção de orientações formais para ajudar a melhorar a qualidade do ar nas escolas do Reino Unido e arredores.

Em uma pesquisa desenvolvida por Galimova, Ram e Breyer (2022), sobre a mitigação da poluição do ar e impactos correspondentes durante uma transição energética global para um sistema de energia 100% renovável até 2050, os pesquisadores mostram que desfossilização e uma mudança para formas renováveis de energia permitem uma redução maciça em emissões de poluentes atmosféricos que são diretamente prejudiciais à saúde humana, resultando em imensos benefícios econômicos e de saúde em termos de mortes evitadas e economia de gastos com saúde em todo o mundo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os artigos selecionados neste estudo, demonstram que os principais malefícios causados pela poluição do ar estão relacionados a nascimentos prematuros, doenças graves nas crianças, idosos e nas gestantes. Os artigos selecionados neste estudo, demonstram que os principais malefícios causados pela poluição do ar estão relacionados a nascimentos prematuros, doenças graves nas crianças, idosos e nas gestantes. Nesse sentido, o estudo foi concluído com algumas propostas de medidas para a mitigação dos efeitos nocivos da poluição do ar sobre as pessoas, como a criação de políticas públicas e outras ações pontuais capazes de reduzir o adoecimento das pessoas devido à poluição atmosférica. Conclui-se também que faltam pesquisas para determinar os níveis reais dos malefícios e que faltam pesquisas sobre estudos sociais que possam atender as demandas dos grupos atingidos que habitam nos países mais pobres e naturalmente mais afetados.

#### REFERÊNCIAS

- [1] ABHIJITH, K. V.; KUKADIA, Vina; KUMAR, Prashant. Investigation of air pollution mitigation measures, ventilation, and indoor air quality at three schools in London. *Atmospheric Environment*, v. 289, p. 119303, 2022.
- [2] ALMEIDA, Gerson P. et al. Characterization of aerosol chemical composition from urban pollution in Brazil and its possible impacts on the aerosol hygroscopicity and size distribution. *Atmospheric environment*, v. 202, p. 149-159, 2019.
- [3] ALTUĞ, Hicran et al. Air pollution is associated with depressive symptoms in elderly women with cognitive impairment. *Environment international*, v. 136, p. 105448, 2020.
- [4] ARBEX, Marcos Abdo et al. A poluição do ar e o sistema respiratório. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 38, p. 643-655, 2012.
- [5] BAKOLIS, Ioannis et al. Mental health consequences of urban air pollution: prospective population-based longitudinal survey. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology*, v. 56, n. 9, p. 1587-1599, 2021.
- [6] CAI, Yutong et al. Air pollution and blood pressure in the elderly: evidence from a panel study in Nanjing, China. *Heliyon*, v. 8, n. 9, p. e10539, 2022.
- [7] CASTELLANI, Brian et al. Mitigating the impact of air pollution on dementia and brain health: Setting the policy agenda. *Environmental Research*, p. 114362, 2022.
- [8] COSTA, Lucio G. et al. Effects of air pollution on the nervous system and its possible role in neurodevelopmental and neurodegenerative disorders. *Pharmacology & therapeutics*, v. 210, p. 107523, 2020.
- [9] DOMINSKI, Fábio Hech et al. Effects of air pollution on health: A mapping review of systematic reviews and meta-analyses. *Environmental Research*, v. 201, p. 111487, 2021.
- [10] DRUMM, Fernanda Caroline et al. Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 66-78, 2014.
- [11] DUTTA, Anindita et al. Impact of prenatal and postnatal household air pollution exposure on lung function of 2-year old Nigerian children by oscillometry. *Science of The Total Environment*, v. 755, p. 143419, 2021.
- [12] ESKENAZI, Brenda et al. The International Society for Children's Health and the Environment commits to reduce its carbon footprint to safeguard children's health. *Environmental health perspectives*, v. 128, n. 1, p. 014501, 2020.
- [13] EVO, Carolina Pinto Rodrigues et al. Poluição do ar e internação por insuficiência cardíaca congestiva em idosos no município de Santo André. *Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde*, v. 36, n. 1, 2011.

- [14] FEEMA. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. Relatório Anual de Qualidade do Ar, 2008.
- [15] FERNANDES, Thiago; DE SOUZA HACON, Sandra; NOVAIS, Jonathan Willian Zangeski. Mudanças climáticas, poluição do ar e repercussões na saúde humana: Revisão Sistemática. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 28, p. 138-164, 2021.
- [16] FORNS, Joan et al. Longitudinal association between early life socio-environmental factors and attention function at the age 11 years. *Environmental Research*, v. 117, p. 54-59, 2012.
- [17] GALIMOVA, Tansu; RAM, Manish; BREYER, Christian. Mitigation of air pollution and corresponding impacts during a global energy transition to wards 100% renewable energy system by 2050. *Energy Reports*, v. 8, p. 14124-14143, 2022.
- [18] GOMES, E. P. Levantamento das principais fontes de emissões atmosféricas na cidade de Manaus. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.
- [19] GRANDJEAN, Philippe; LANDRIGAN, Philip J. Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *The lancet neurology*, v. 13, n. 3, p. 330-338, 2014.
- [20] HOLLINGSWORTH, Alex J.; KONISKY, David M.; ZIROGIANNIS, Nikolaos. The health consequences of excess emissions: Evidence from Texas. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 108, p. 102449, 2021.
- [21] IGLESIAS-VÁZQUEZ, Lucía et al. Maternal exposure to air pollution during pregnancy and child's cognitive, language, and motor function: ECLIPSES study. *Environmental Research*, p. 113501, 2022.
- [22] IQUBAL, Ashif et al. Environmental neurotoxic pollutants. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, n. 33, p. 41175-41198, 2020.
- [23] JOHNSON, Natalie M. et al. Air pollution and children's health-a review of adverse effects associated with prenatal exposure from fine to ultrafine particulate matter. *Environmental health and preventive medicine*, v. 26, n. 1, p. 1-29, 2021.
- [24] JUNGER, Washington Leite; LEON, Antônio Ponce de. Poluição do ar e baixo peso ao nascer no Município do Rio de Janeiro, Brasil, 2002. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, p. S588-S598, 2007.
- [25] KEULERS, Loret et al. Probiotics, prebiotics, and synbiotics to prevent or combat air pollution consequences: The gut-lung axis. *Environmental Pollution*, p. 119066, 2022.
- [26] KIM, Eunjeong et al. Prenatal exposure to PM10 and NO2 and children's neurodevelopment from birth to 24 months of age: Mothers and Children's Environmental Health (MOCEH) study. *Science of The Total Environment*, v. 481, p. 439-445, 2014.
- [27] LAMICHHANE, Dirga Kumar et al. Association of ambient air pollution with depressive and anxiety symptoms in pregnant women: A prospective cohort study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, v. 237, p. 113823, 2021.
- [28] LI, Jie et al. Exposure and perception of PM2. 5 pollution on the mental stress of pregnant women. *Environment International*, v. 156, p. 106686, 2021.
- [29] LI, Xiaoqin; CHEN, Huashuai; LI, Yonghui. The effect of air pollution on children's migration with parents: evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, n. 11, p. 12499-12513, 2020.
- [30] LIM YH, KIM H, KIM JH, BAE S, PARK HY, HONG YC. Air pollution and symptoms of depression in elderly adults. *Environ Health Perspect*, v. 120, n. 7, p. 1023-1028, 2012.
- [31] MANISALIDIS, Ioannis et al. Environmental and health impacts of air pollution: a review. *Frontiers in public health*, p. 14, 2020.
- [32] MEDEIROS, Andréa; GOUVEIA, Nelson. Relação entre baixo peso ao nascer e a poluição do ar no Município de São Paulo. *Revista de Saúde Pública*, v. 39, n. 6, p. 965-972, 2005.
- [33] MOREIRA, J. K. R.; LIMA, A. C. M.; CARDOSO, B. A.; VINAGRE, M. V. A.. Avaliação da Qualidade do Ar Através de Parâmetros Biológicos e Visuais nos Bairros de São Brás, Nazaré e Cidade Velha, Belém (PA). *Educação Ambiental em Ação*, v.53, p. 1-16, 2015.

- [34] MORTAMAI, Marion et al. Effects of prenatal exposure to particulate matter air pollution on corpus callosum and behavioral problems in children. *Environmental Research*, v. 178, p. 108734, 2019.
- [35] ODERBERG, Isabelle. Air grievances: silence swirls around the toll of bushfire smoke during pregnancy. *The Guardian*, [s. l.], 10 jan. 2021. Disponível em: <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2021/jan/11/air-grievances-silence-swirls-around-the-toll-of-bushfire-smoke-during-pregnancy>. Acesso em: 2 nov. 2022.
- [36] PEREIRA, Marilyn Urrutia; FOGELBACH, Guillermo Guidos; SOLÉ, Dirceu. Climate changes, air pollution and allergic diseases in childhood and adolescence. *Jornal de Pediatria*, v. 98, p. 47-54, 2022.
- [37] QUEIROZ, Marluce Teixeira Andrade et al. Aspectos da poluição atmosférica: análise da qualidade do ar em Coronel Fabriciano e Timóteo, MG, Brasil. *Revista Gestão Industrial*, v. 16, n. 1, 2020.
- [38] RICE, Deborah; BARONE JR, Stan. Critical periods of vulnerability for the developing nervous system: evidence from humans and animal models. *Environmental health perspectives*, v. 108, n. suppl 3, p. 511-533, 2000.
- [39] ROBERTS, Susanna et al. Exploration of NO<sub>2</sub> and PM<sub>2.5</sub> air pollution and mental health problems using high-resolution data in London-based children from a UK longitudinal cohort study. *Psychiatry research*, v. 272, p. 8-17, 2019.
- [40] SAENEN, N. D. et al. Air pollution-induced placental alterations: an interplay of oxidative stress, epigenetics, and the aging phenotype? *Clinical epigenetics*, v. 11, n. 1, p. 1-14, 2019.
- [41] SOUZA, Amaury de; SANTOS, Débora Aparecida da Silva; CALDIN, Lariane Priscila Gonçalves. Poluição atmosférica urbana a partir de dados de aerossóis MODIS: Efeito dos parâmetros meteorológicos. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 37, n. 3, p. 466-483, 2017.
- [42] TO, Teresa et al. Does exposure to air pollution increase the risk of acute care in young children with asthma? An Ontario, Canada study. *Environmental Research*, v. 199, p. 111302, 2021.
- [43] VANOS, Jennifer K. et al. Synoptic weather typing applied to air pollution mortality among the elderly in 10 Canadian cities. *Environmental Research*, v. 126, p. 66-75, 2013.
- [44] WOJTYLA, Cezary et al. Prenatal Fine Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub>) Exposure and Pregnancy Outcomes—Analysis of Term Pregnancies in Poland. *International journal of environmental research and public health*, v. 17, n. 16, p. 5820, 2020.
- [45] YAN, Meilin et al. Associations of pregnancy complications with ambient air pollution in China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 241, p. 113727, 2022.
- [46] YANG, Dongjian et al. Effect of PM<sub>2.5</sub> exposure on Vitamin D status among pregnant women: A distributed lag analysis. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 239, p. 113642, 2022.
- [47] ZHAO, Wenxuan et al. PM<sub>2.5</sub> exposure associated with prenatal anxiety and depression in pregnant women. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 248, p. 114284, 2022.

# Capítulo 11

## *Modelagem da poluição sonora em uma região central urbana de Goiânia/GO utilizando técnica de interpolação em software de Geoprocessamento*

*Rômulo Gustavo dos Santos*

*Lucas Nonato de Oliveira*

**Resumo:** A poluição sonora provoca degradação na qualidade ambiental e altera o ambiente das grandes cidades. Cenários acústicos urbanos complexos e seus estudos precisam considerar a contribuição de diversas fontes sonoras. O objetivo desta pesquisa foi monitorar a poluição sonora em uma região central de Goiânia, caracterizar os pontos críticos que os cidadãos estão expostos e, através de um software de geoprocessamento, gerar um mapa de ruído. As medições foram realizadas utilizando-se um medidor de nível sonoro modelo DEC-490 da marca Instrutherm e os procedimentos metodológicos adotados, às especificações estabelecidas pela NBR 10.151/2019. Constatou-se que, dos 34 pontos aferidos, todos apresentaram valores de nível de pressão sonora equivalente ponderada (LAeq) acima da norma ambiental vigente, e destes, 15 níveis igual ou 10,0 dB acima ao Nível Critério de Avaliação (NCA). Conclui-se que a região de estudo compreende um cenário acústico complexo que necessita urgentemente de intervenções.

**Palavras-chave:** poluição sonora; modelagem ambiental; níveis de pressão sonora; interpolação de ruído; mapeamento de ruído.

## 1. INTRODUÇÃO

A tendência de crescimento das grandes cidades faz com que o nível de ruído se torne cada vez mais onipresente, degradando o ambiente e provocando danos visíveis aos seres humanos (SILVA FILHO, 1997).

No Brasil, ante ao aumento da densidade demográfica com destaque para construções acusticamente pobres, ao crescimento econômico em meio a uma gestão e planejamento deficitários e a uma política nacional de controle da poluição sonora ínfima, os níveis de ruído das grandes cidades tem impactado a paisagem sonora desproporcionadamente, necessitando assim, para seu conforto, ser modificada constantemente (VENTURA, 2008, DUTILLEUX, 2008).

A chamada “poluição sonora” consiste na emissão excessiva de ruído por fontes perturbadoras do meio, principalmente, provenientes dos grandes centros urbanos (GUEDES, 2005). Pode ocasionar efeitos nocivos que afetam desde a fisiologia até psicologicamente os seres humanos. Segundo Sylvio Bistafa (2011), o uma das principais fontes dessa forma de poluição é originário do tráfego de veículos automotores de diferentes formas e magnitudes (BISTAFA, 2011).

Ambientes urbanos apresentam cenários acústicos complexos e seus estudos precisam considerar a participação de diversas fontes sonoras e a necessidade de se trabalhar inúmeros pontos de medição (ENGEL, 2016, GIUNTA, 2013). Ao se avaliar uma solução nesse sentido, modelos computacionais tornam-se instrumentos imprescindíveis para avaliação, uma vez que possibilitam a realização de cálculos, análises e relatórios, com alto rigor científico a um custo relativamente baixo (VENTURA, 2008).

Mapeamentos sonoros podem ser obtidos tanto de porções da cidade quanto de sua totalidade e, dessa mesma forma, predições de impacto do ruído (GIUNTA, 2013, NIEMEYER, 2007). No município de Goiânia estudos nessa seara ainda são recentes, no entanto, análises dos níveis de pressão sonora, como as desenvolvidas por Costa (2015) e Oliveira (2017), por exemplo, constituem importantes fontes de conhecimento.

A área de pesquisa deste trabalho está localizada no “centro histórico” de Goiânia, entre os bairros Norte Ferroviário e Central, com destaque para a porção no entorno da Rua 44. Esta porção, mais conhecida como “Região da 44”, apresenta um cenário acústico ímpar, caracterizado por um intenso ruído de tráfego além de emissões oriundas de fontes diversas, como megafones ou máquinas da construção civil.

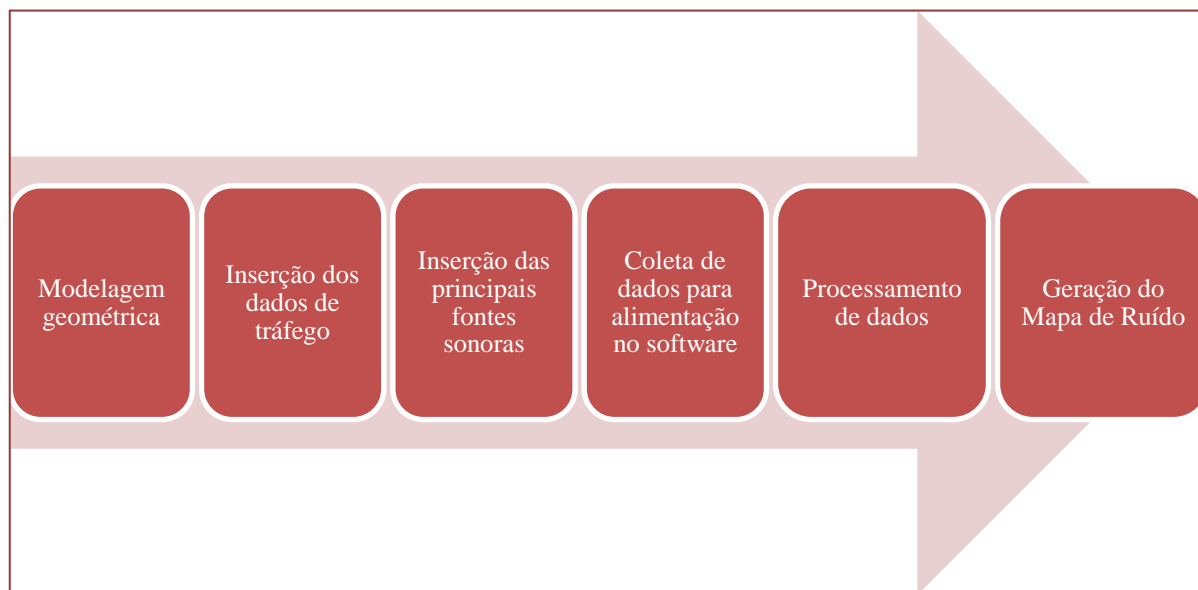
Diante desse contexto, o presente trabalho teve por objetivo monitorar os níveis de pressão sonora em uma região central urbana de Goiânia, e elaborar, através de técnica de interpolação em um software de Geoprocessamento, um mapa de ruído para caracterizar o cenário acústico da região.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os instrumentos físicos utilizados neste trabalho foram: medidor de nível sonoro modelo DEC-490 da marca Instrutherm; calibrador acústico digital modelo CR-2 da marca Criffer; tripé (altura 1,50 m) e câmera fotográfica (16 MP) acoplada ao smartphone da marca Motorola. Já os computacionais: os *softwares* de Geoprocessamento ArcGIS e QGIS; o programa *Google Earth Professional* versão 7.3 de 2018 e o *software* de análise de dados sonoros Sound Level Meter versão 3.2 de 2010, utilizado para exportar os dados do medidor sonoro para o *Microsoft Excel*.

Os procedimentos metodológicos utilizados seguiram o esquema de ações proposto por Morais e Simón (2009) adaptado através do fluxograma a seguir (Figura 1).

**Figura 2** - Fluxograma dos procedimentos metodológicos definidos para elaboração do Mapa de Ruído



Fonte: Morais e Simón (2009).

## 2.1. ESCOLHA DO LOCAL DE ESTUDO

Para a escolha do local da pesquisa foi levado em consideração o fator “familiaridade”, pois ele se referia ao trajeto realizado diariamente por este autor, do trabalho para a faculdade durante todo o período de graduação. Logo, antes mesmo da área se tornar de pesquisa, já despertava grande interesse pelo seu caráter “caótico, conturbado e ruidoso” (percepção subjetiva).

## 2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para caracterização da área de estudo foi adotada metodologia direta (com visitas *in loco*) e indireta (através de material textual impresso, digital, registros fotográficos e imagens de satélite).

Os aspectos morfológicos urbanos, como características das ruas, avenidas, edificações e pavimentação, foram registrados através de visitas *in loco* e por recursos midiáticos. Já o mapeamento acústico, foi realizado utilizando-se um medidor de nível de pressão sonora para aferir os níveis de ruído das principais vias.

Para complementar a caracterização espacial do cenário foram utilizados material textual impresso, como jornais, livros e revistas, e buscas pela *internet* (MOYSÉS, 2004).

Outros estudos acústicos realizados na cidade de Goiânia, como por Costa (2015), Lauro (2014), Oliveira (2017) ou Souza e Pasqualetto (2005), foram muito importantes, no entanto, nenhum conseguiu contemplar a região objeto desta pesquisa. Dessa forma,



estudos descritivos mais aprofundados tornaram-se imprescindíveis para se obter maior conhecimento sobre o ruído e seus impactos nas grandes cidades.

Inicialmente planejada para 50 mil habitantes, Goiânia possui hoje mais de 1,3 milhão (HADDAD; MOURA, 2016). À época de sua fundação, o meio de mobilidade urbana utilizado para sua espacialização foi “carros de boi” (MOYSÉS, 2004).

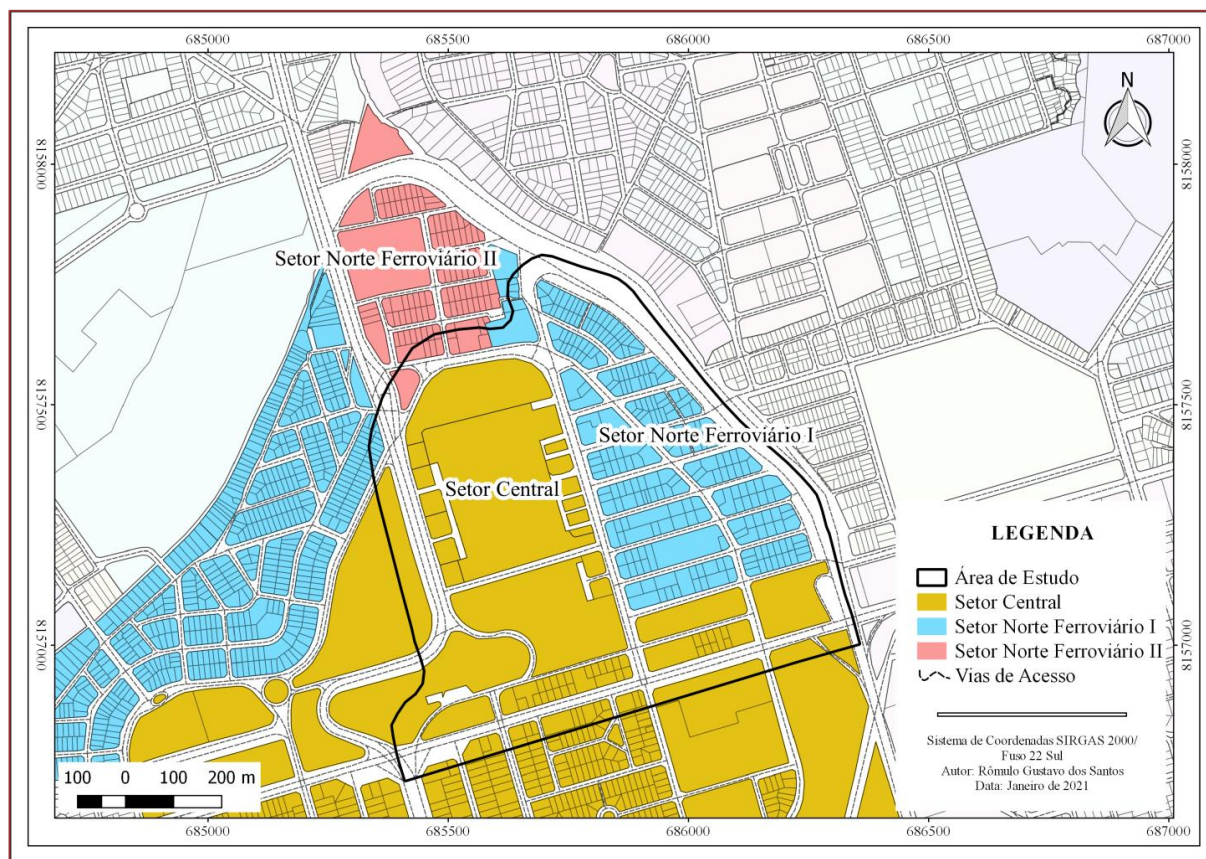
Em 2018, a frota do estado obteve um acréscimo de 126,4 mil novos veículos, saltando de 3,79 milhões em 2017 para mais de 3,92 milhões em 2018 (DETRAN-GO, 2018). Na capital goiana, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para uma população de 1.495.705 habitantes, a cidade apresenta quase 1 (um) veículo por habitante. Com base no Relatório Técnico Anual do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), pode-se inferir que o elevado índice da frota de veículos correlaciona-se diretamente ao aumento no número de acidentes, tal como está ligado aos altos níveis de ruído registrados (DENATRAN, 2016).

O centro de Goiânia corresponde ao núcleo de povoamento a partir do qual a cidade se desenvolveu e, por conseguinte, se expandiu (MOYSÉS, 2004). Sua configuração urbanística básica, bem como, o traçado de suas ruas, seguiu o plano piloto elaborado pelo arquiteto Atílio Corrêa Lima (1933-35) que, seguindo um conceito de prédios simétricos de estatura baixa e fachada em estilo “art déco”, levou à destaque a arquitetura goiana desse período (GOIÁS-NS, 2018).

Localizada na porção central histórica de Goiânia, a “Região da 44” destaca-se como o mais importante polo comercial e têxtil da cidade, além de ser o segundo maior polo atacadista do Brasil - atrás apenas do Brás, em São Paulo. É considerado um verdadeiro *hotspot* do comércio de rua, apresentando níveis de pressão sonora bastante expressivos. Abriga mais de 13 mil lojas na região, representando a mais importante área de desenvolvimento comercial do Estado (FREITAS, 2017).

Segundo o Plano Diretor da cidade, os dois principais bairros que compreendem a região de estudo, são: Setor Central (em amarelo, na Figura 2) e Norte Ferroviário, segundo Macrozona construída especificada na Lei 8.617/08 (GOIÂNIA, 2008). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2019) e do Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia (MUBDG) a região apresenta mais de 4 mil habitantes e subdivide-se em duas regiões menores (CARELLI, 2016, MUBDG, 2019), nomeadas de Norte Ferroviário I (em azul) e Norte Ferroviário II (em rosa).

**Figura 3** - Bairros pertencentes à área de estudo: Setor Central (em amarelo), Norte Ferroviário I (em azul) e Norte Ferroviário II (em rosa)

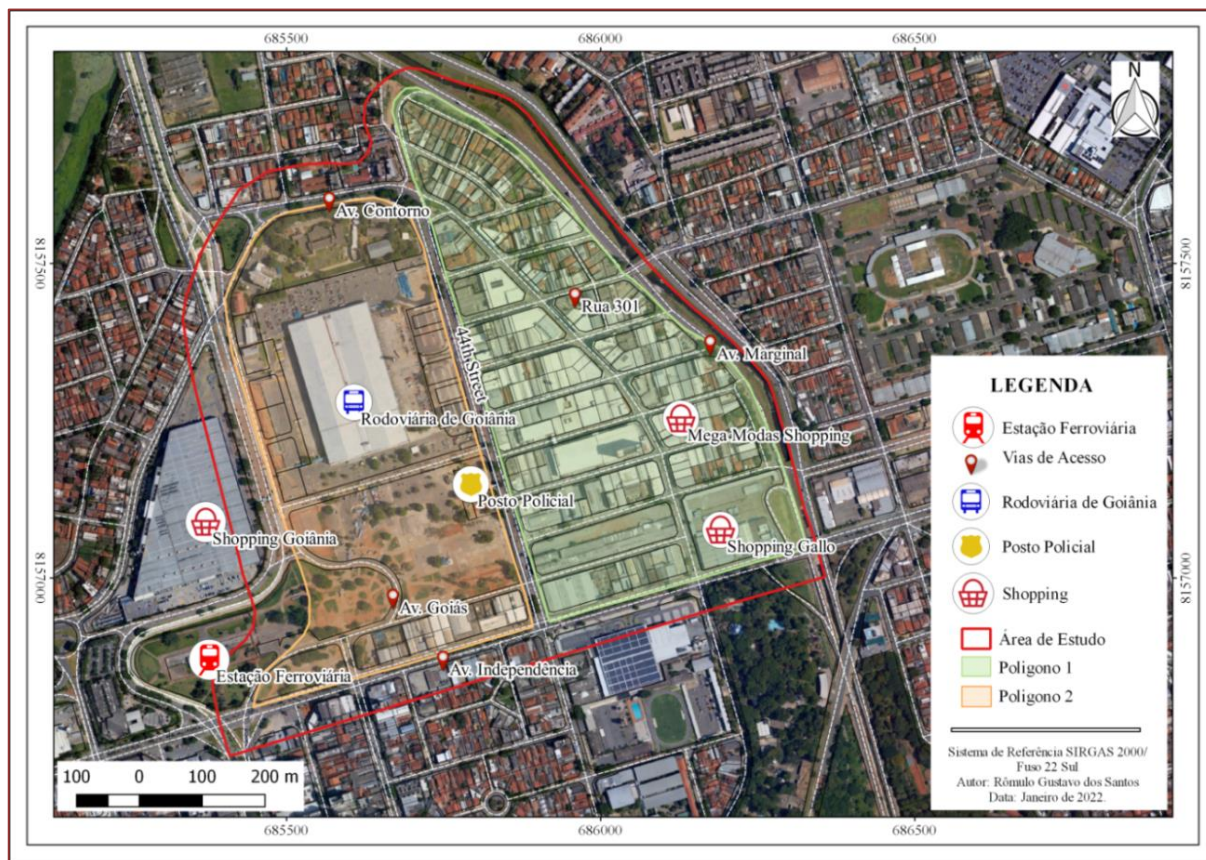


Fonte: MUBDG (2019).

O setor Norte Ferroviário apresenta esse nome devido a uma referência à antiga linha férrea que passava dividindo a cidade. Surgiu através da ocupação por vários moradores durante o boom populacional que Goiânia viveu no início da década de 50 (CARELLI, 2016). Atualmente, abriga o Terminal Rodoviário de Goiânia e, no mesmo local, o centro de compras Araguaia shopping, o qual, para a sua construção, foi empregada uma grande quantidade de recursos e mão de obra (MOYSÉS, 2004).

### 2.3. DIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para melhor visualização e entendimento dos dados coletados, a área de trabalho foi subdividida em dois grandes polígonos (Figura 3).

**Figura 4 - Divisão da área de estudo em dois polígonos**

Fonte: elaborado pelo autor.

Polígono 1 (em verde), com uma área de 26,3 ha, delimitado a oeste pela Rua 44, de norte a leste pela Marginal Botafogo e a sul, pela Avenida Independência. A região é caracterizada pelo comércio em galerias e shopping centers tanto na Rua 44 quanto nas vias adjacentes. Há um intenso fluxo de carros e pessoas, com barracas de vendedores ambulantes, congestionamentos e uma expressiva emissão de ruído proveniente de fontes diversas na região.

Polígono 2 (em laranja), com uma área de 24,7 ha, delimitado a oeste pela Avenida Goiás, a leste pela Rua 44, a norte pela Avenida Oeste e a sul pela Avenida Independência. Caracteriza-se pela presença do Terminal Rodoviário de Goiânia, além da maior e mais antiga feira ao ar livre, a “Feira Hippie”, realizada no espaço da Praça do Trabalhador onde também se localiza a antiga Estação Ferroviária de Goiânia (PREFEITURA DE GOIÂNIA, 2018).

Os dados geométricos dos dois polígonos assim como os da Rua 44 podem ser conferidos na Tabela 1 a seguir.

**Tabela 7 - Dimensões espaciais dos dois polígonos e da Rua 44**

MEDIDAS	Políg. 1 (verde)	Políg. 2 (laranja)	Rua 44
Perímetro	2,34 km	2,23 km	1,45 km
Área	26,3 ha	24,7 ha	1,86 ha
Comprimento	739,0 m	649,0 m	666,0 m
Largura	330,0 m	394,0 m	28,5 m

Fonte: elaborado pelo autor.

#### 2.4. CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO CONFORME INSTRUÇÃO NORMATIVA (IN) Nº 26/2008 (AMMA)

Para caracterizar a poluição sonora é preciso classificar a área de estudos de maneira a se conhecer os limites de ruído permitidos para cada ponto. Desta forma, foi utilizado como parâmetro delimitador o Nível Crítico de Avaliação (NCA) estabelecido pela Norma ABNT NBR 10.151/2000 (ABNT, 2000) e atualizada recentemente em 2019 pela ABNT NBR 10.151/2019 (ABNT, 2019). Esta última revisão visa minimizar interpretações incorretas por parte do avaliador e unificar os resultados apresentados.

Foi utilizado também os pressupostos da IN nº 26 da Agência Municipal do Meio Ambiente (AMMA) de Goiânia disposta através da Lei Complementar nº 132/2004 (AMMA, 2008), a qual dispõe acerca dos limites de ruído permitidos para cada área socioeconomicamente classificada com base na regulamentação de controle das atividades não residenciais e urbanísticas presentes no Plano Diretor (ver Quadro 1).

**Quadro 1 - Níveis aceitáveis de som ou ruído**

Área	Período	dB(A)
Zona de hospitais	Diurno	50
	Noturno	45
Zona residencial urbana	Diurno	55
	Noturno	50
Centro da Capital	Diurno	65
	Noturno	55
Área predominantemente industrial	Diurno	70
	Noturno	60

Fonte: IN nº 26/2008 (AMMA, 2008).

Segundo a instrução normativa em uma “Zona de hospitais”, por exemplo, o  $L_{Aeq}$  não deve ultrapassar 50,0 dB no período diurno e 45,0 dB no período noturno. Já em uma região denominada como “Centro da Capital”, os limites de ruído são de 65,0 dB durante o dia e, 55,0 dB, durante a noite (região esta com os maiores índices de ruído permitidos). Por fim, para uma região classificada como “Zona residencial urbana”, a tolerância máxima é de 55,0 dB durante o período diurno, e 50,0 dB, durante o noturno (ABNT, 2019). Para esta

pesquisa em questão, a região encontra-se totalmente incluída na zona “Centro da Capital”.

## **2.5. AQUISIÇÃO E PREPARO DAS IMAGENS**

Como a área de estudos é uma região urbana rica em detalhes, uma única imagem não conseguiria demonstrar com nitidez todos os objetos a serem visualizados na região. Dessa forma, para compor a cena, foram utilizadas seis imagens adquiridas no dia 23/07/2018 através da plataforma Google Earth Pro, a uma escala 1:270 m, com altitude de 1.170 m e resolução espacial de  $4.800 \times 2.224$  pixel. As imagens foram todas salvas no formato “.jpeg”, no Sistema de Referência World Geodetic System 1984 (WGS 84) e georreferenciadas no software livre QGIS.

## **2.6. AMOSTRAGEM**

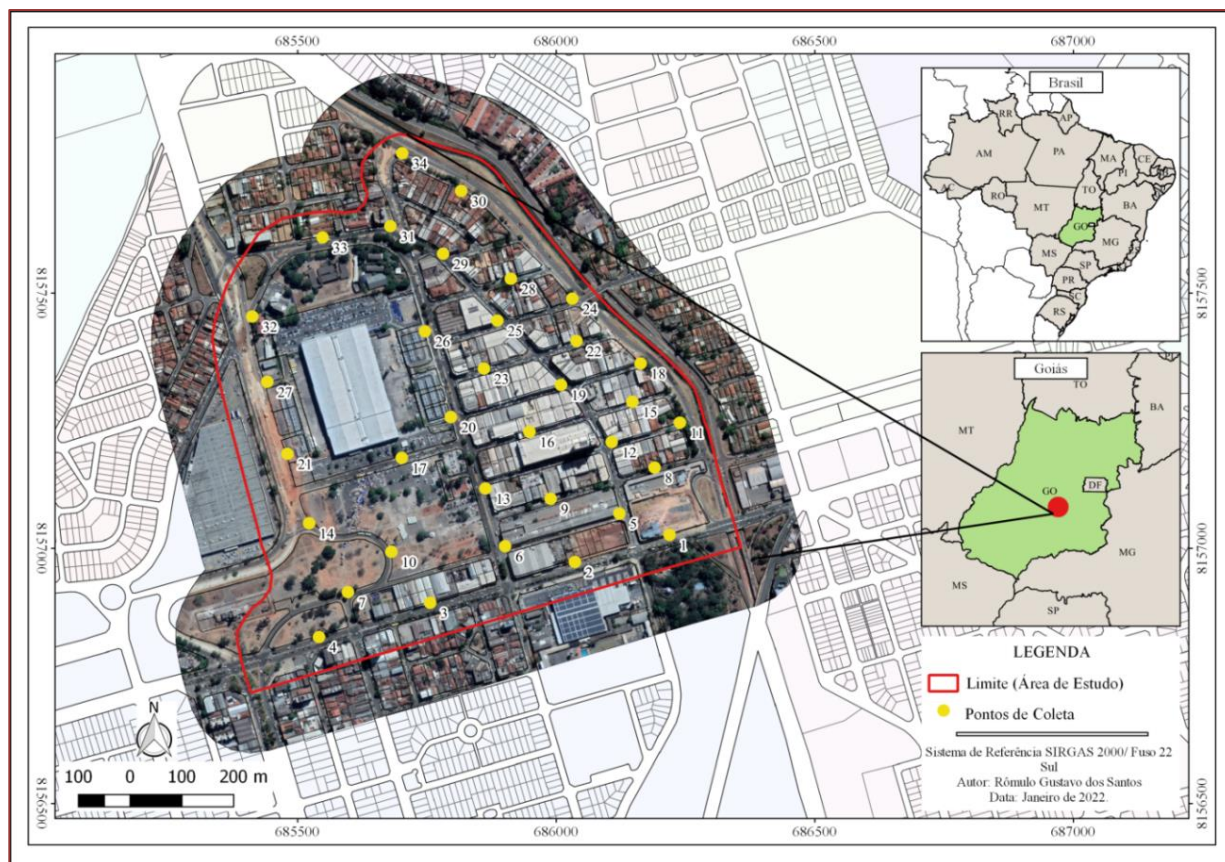
Para melhor distribuir os pontos de medição na área de estudo foi elaborado um grid regular com 100 m de distância entre os pontos a fim de padronizar o posicionamento dos pontos de observação.

Após sobreposição da malha regular sobre a imagem do Google Earth, os pontos foram manualmente selecionados e minuciosamente avaliados. Esta ordenação foi realizada de forma a se eliminar aqueles que estivessem fora da área de estudo, ou dentro, porém localizados em locais inviáveis de serem aferidos como, por exemplo, sobre telhados, copas das árvores ou no meio das vias de tráfego, e preservar aqueles que estivessem dentro da área de estudos, porém em locais passíveis de serem avaliados, como calçadas e ruas, por exemplo.

A distância de 100 m não só atendeu às recomendações da ABNT NBR 10.151/2019 (ABNT, 2019) para realização de medições de ruído em ambientes externos, como também, assegurou manter uma maior flexibilização na hora de definir os pontos que estivessem muito próximos.

Os 34 pontos amostrais definidos ficaram geograficamente distribuídos conforme o mapa da Figura 4. As coordenadas geográficas destes 34 pontos foram corroboradas e definidas utilizando-se a ferramenta “*Street View*” do *Google Earth*.

**Figura 5 - Distribuição dos 34 pontos de medição de ruído na área de estudo**



Fonte: elaborado no *software* QGis.

## 2.7. DETERMINAÇÃO DO HORÁRIO DE COLETA E DO NÍVEL CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO (NCA)

Para definição do horário de coleta foram utilizados dois parâmetros: a norma ABNT NBR 10.151/2019 (ABNT, 2019) e a IN nº 26/2008 da AMMA (AMMA, 2008) (ver Quadro 2).

**Quadro 2** - Nível Critério de Avaliação (NCA) adotado para a área de estudo. <sup>1</sup>  $L_{Aeq}$  para "Área mista, com vocação comercial e administrativa" segundo ABNT NBR 10.151:2019. <sup>2</sup>  $L_{Aeq}$  para "Área no Centro da Capital", segundo IN nº 26/2008 da AMMA. <sup>3</sup> Nível Critério de Avaliação (NCA) aplicado para a área e horários específicos

Dias	Período	Horário <sup>1,2</sup>	NBR <sup>1</sup>	AMMA <sup>2</sup>	NCA <sup>3</sup>
Meio de semana	Diurno	07 a 22 h	60 dB	65 dB	65 dB
	Noturno	22 a 07 h	55 dB	55 dB	55 dB
Domingos e feriados	Diurno	09 a 22 h	60 dB	65 dB	65 dB
	Noturno	22 a 09 h	55 dB	55 dB	55 dB

Fonte: elaborado pelo autor.

O NCA utilizado na pesquisa está por base no nível de tolerância máximo de ruído permitido para a região socioeconomicamente classificada segundo os critérios preconizados pela legislação ambiental vigente (AMMA, 2008), ou seja, 65 dB de  $L_{Aeq}$  durante o período diurno em um ponto no "Centro da Capital".

Em vista do período diurno (das 7 às 22 h, exceto aos finais de semana) ser muito longo (duração de 15 h), mas representar o momento em que a maioria das atividades diárias dos cidadãos acontecem, o mesmo foi reavaliado e subdividido em 4 faixas temporais diárias de 6 h de duração (Quadro 3).

**Quadro 3** - Período, turno e intervalo das coletas. \*NA - Não avaliado

Período / Número de visitas realizadas	Turnos	Intervalo (h)	Duração (h)
Manhã / 57	MAT	06:01 a 12:00	6
Tarde / 65	VES	12:01 a 18:00	6
Noite / NA*	NOT	18:01 a 00:00	6
Madrugada / NA*	-	00:01 a 06:00	6

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir dessa classificação, por razões de segurança, as faixas dos turnos "Madrugada" (0h01min a 6h00) e "Noite" (18h01min a 0h00) não foram avaliadas, e o período diurno, escolhido para coleta de dados, ficou definido como o intervalo dos turnos: Matutino ("Manhã") e Vespertino ("Tarde") com duração das 6 às 18:00 horas.

## 2.8. COLETA DOS NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA (L)

A coleta de dados foi realizada durante os meses de agosto, setembro e outubro, especificamente, entre os dias 29 de agosto e 2 de outubro de 2018, em dias da semana comuns (segunda, terça, quarta, quinta e sexta-feira) através do registro manual dos níveis de pressão sonora (L) aferidos com o medidor de nível sonoro, estabelecidos conforme especificações da ISO 9.613, Parte 1 e 2 (ISO; 1993, 1996) atualizada através da ABNT NBR 10.151:2019 (ABNT, 2019).

As medições foram executadas com o aparelho acústico modelo DEC-490 e um calibrador digital modelo CR-2 da marca Criffer (para checagem antes e após cada coleta). Ambos os equipamentos, medidor e calibrador, foram regulados e calibrados pela empresa Criffer segundo a norma NBR/ISO/IEC 17.025 de 2005 (ABNT, 2005).

O aparelho foi posicionado no tripé a 1,20 m do solo, distante no mínimo 2,00 m de superfícies refletoras como paredes de edificações, e ajustado, quando possível, em direção aos ventos dominantes para não criar barreira (ABNT, 2019) (ver Figura 5).

**Figura 6** - Dimensões recomendadas pela ABNT para instalação do tripé com o medidor de nível sonoro inserido



Fonte: elaborado pelo autor.

Para a leitura do nível ruído o aparelho foi configurado em modo de resposta fast (o qual registra os níveis de pressão sonora a um intervalo de 125 milissegundos) e estabelecida numa frequência de registro a cada intervalo de 5 s. Logo, a taxa de leitura de ruído ambiental configurada ficou sendo de 12 aferições/min.

Para determinar o tempo ideal de duração de coleta em cada ponto foi realizada uma consulta à literatura. Segundo Hansen (HANSEN, 2005) apud Oliveira (OLIVEIRA, 2017) recomenda-se que as medições sonoras tenham duração entre 10 e 15 min (NAGEM, 2004). Nesta pesquisa em questão, foi definido o período de 11 min como tempo de coleta de dados em cada ponto. Logo, se o medidor sonoro realiza doze aferições por min, cada



estação obteve o quantitativo de 132 registros de intensidade sonora para determinação do ruído ambiental.

O ruído ambiental urbano é formado pelo conjunto de diversos sons em um determinado espaço e período de tempo específicos (GERGES, 2000). A partir do cálculo do nível de pressão sonora equivalente ( $L_{eq}$ ), registrado na curva de ponderação “A”, é obtido o nível de pressão sonora equivalente ponderada em A ( $L_{Aeq}$ ):

$$L_{Aeq} = 10 (\log) \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10}$$

em que  $L_{Aeq}$  designa o nível de pressão sonora equivalente ponderado em A,  $L_i$ , o nível de pressão sonora (em dB) lido em resposta rápida a cada 5 s durante o tempo de medição do ruído, e  $n$ , o número total de medições registradas (ABNT, 2019).

A fim de se evitar a influência de sons indesejados como vento, ruído de interferências elétricas ou proveniente de intempéries climáticas, não foi realizada coleta de dados nos dias em que esses eventos foram verificados, ou mesmo, quando estas eventualidades foram previamente perceptíveis, visando assim, sempre garantir a segurança da pesquisa e a manutenção do perfeito estado de vida útil dos equipamentos.

Para se evitar dados redundantes, uniformizando a pesquisa e não prejudicando o cálculo do  $L_{Aeq}$  com valores de amostras discrepantes, apenas as 4 primeiras coletas em cada ponto de um turno, ou seja, as duas primeiras coletas do período matutino e as duas do período vespertino foram utilizadas para a média de ruído em cada ponto.

Levando-se em consideração os conceitos: Margem de Erro (ME), Nível Critério de Avaliação (NCA) e Nível de Pressão Sonora Corrigido ( $L_c$ ), os dados sonoros aferidos no ambiente comparados ao estabelecido pelo NCA ficaram classificados:

- **Dentro do NCA:** quando  $L_c$  for menor que o NCA;
- **Dentro da ME:** quando a diferença entre o  $L_c$  e o Erro for menor que o NCA;
- **Acima do NCA:** quando o  $L_c$  for maior que o NCA.

Durante a fase de processamento de dados, foram geradas linhas de tendência estatística para se exibir o comportamento das séries acústicas e analisar os problemas de previsão. Esta linha, mais conhecida como análise de regressão, é capaz de fazer uma estimativa da relação entre variáveis para que determinado valor possa ser previsto a partir de uma ou mais variáveis diferentes (MORETTIN; TOLOI, 2006; SOUZA; PASQUALETTO, 2005).

Para análise da distribuição superficial dos  $L_{Aeq}$  aferidos foi utilizado o método de interpolação “Inverso da Distância ao Quadrado” (Inverse Distance Weighting, IDW) (MORETTIN; TOLOI, 2006) que pressupõe que “...coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes”. Logo, para se predizer um valor para um local não medido, o IDW utiliza os valores amostrados à sua volta, os quais terão um peso maior do que àqueles mais distantes, ou seja, cada ponto apresentado tem uma influência no novo ponto, que diminui à medida que a distância aumenta (MORETTIN; TOLOI, 2006).

## 2.9. COLETA DOS DADOS DE TRÁFEGO: CONTAGEM DO FLUXO DE VEÍCULOS (CFV) E VELOCIDADE MÉDIA DO FLUXO DE TRÁFEGO (VMFT)

A contagem do fluxo de veículos foi realizada através de observação visual durante a coleta de dados sonoros, e o registro, realizado manualmente em uma planilha de dados elaborada no Excel.

Os veículos foram classificados em 3 categorias, segundo porte e definição, constantes no Código de Trânsito Brasileiro de 1997 (CTB/97) (BRASIL, 1997): motocicletas, veículos leves (carros e caminhonetes de pequeno porte) e veículos pesados (caminhões e ônibus).

Para determinação da velocidade média de fluxo de tráfego, foi considerado o padrão de velocidade máxima permitido previsto para cada via conforme artigo 61 do CTB (BRASIL, 1997), ou seja, cada via urbana que não apresentar sinalização regulamentadora a velocidade máxima permitida deve ser:

- a) 80 km/h, nas vias de trânsito rápido;
- b) 60 km/h, nas vias arteriais;
- c) 40 km/h, nas vias coletoras; e
- d) 30 km/h, nas vias locais (BRASIL, 1997).

## 3. RESULTADOS

### 3.1. RESULTADO DAS MEDIÇÕES EM CAMPO: NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA AFERIDOS, EQUIVALENTE, CORRIGIDO E VALORES ACIMA DO NCA

Em vista da diversidade de fontes sonoras observadas e da pouca diferença entre a média dos valores de  $L_{Aeq}$  dos períodos matutino e vespertino, o resultado dos valores de ruído observados no período diurno encontra-se disposto na Tabela 2.

**Tabela 8** - Níveis de pressão sonora aferidos durante o período diurno. Legenda: (+) Maior valor registrado; (-) Menor valor registrado; NCA = Nível Critério de Avaliação

Pto	Máx	Mín	$L_{Aeq}$	Erro	$L_c$	NCA	Valor acima NCA
01	88,0	63,6	<b>73,8(+)</b>	3,9	<b>76,3(+)</b>	65	11
02	85,6	61,6	72,8	4,8	74,1	65	9
03	83,2	60,6	72,0	3,0	72,0	65	7
04	81,0	60,2	69,4	3,4	70,6	65	6
05	85,3	61,8	72,4	4,2	72,4	65	7
06	86,5	60,6	70,6	4,2	71,9	65	7
07	87,2	63,0	73,1	3,9	74,4	65	9
08	80,7	59,4	68,3	3,4	68,3	65	3
09	85,8	63,0	72,0	3,3	72,0	65	7
10	<b>90,6(+)</b>	60,0	69,8	5,2	71,1	65	6

Fonte: elaborado pelo autor.

**Tabela 9** - Níveis de pressão sonora aferidos durante o período diurno. Legenda: (+) Maior valor registrado; (-) Menor valor registrado; NCA = Nível Crítico de Avaliação.(continuação)

Pto	Máx	Mín	$L_{Aeq}$	Erro	$L_c$	NCA	Valor acima NCA
11	84,3	60,7	71,2	2,7	71,2	65	6
12	86,2	62,7	72,8	3,3	74,1	65	9
13	82,5	60,6	70,3	2,9	70,3	65	5
14	82,6	<b>56,0<sup>(-)</sup></b>	69,5	4,8	69,5	65	4
15	86,6	60,2	71,9	5,1	73,1	65	8
16	84,0	58,0	69,3	4,3	70,6	65	6
17	80,0	59,6	68,3	2,5	68,3	65	3
18	85,5	59,9	70,9	4,2	72,2	65	7
19	83,7	60,6	71,2	4,3	71,2	65	6
20	84,4	62,2	72,6	2,5	72,6	65	8
21	83,9	59,7	70,2	3,4	70,2	65	5
22	82,1	59,0	70,7	2,7	70,7	65	6
23	85,3	57,6	70,8	3,9	72,1	65	7
24	84,9	59,8	70,1	3,3	70,1	65	5
25	88,6	59,9	70,5	4,7	71,7	65	7
26	89,5	59,7	71,9	5,2	74,4	65	9
27	84,8	56,8	69,8	4,3	71,0	65	6
28	87,3	63,6	73,3	3,3	74,6	65	10
29	81,6	60,2	70,3	3,4	70,3	65	5
30	86,9	61,2	70,9	4,0	72,2	65	7
31	86,2	64,5	74,3	2,9	74,3	65	9
32	82,5	58,1	71,0	2,3	71,0	65	6
33	82,1	57,0	71,0	2,6	71,0	65	6
34	83,9	60,9	70,8	3,7	72,0	65	7
Média	<b>84,8</b>	<b>60,4</b>	<b>71,1</b>	<b>3,7</b>	<b>71,8</b>	-	<b>6,8</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

A diversidade de fontes de ruído nos pontos críticos observada durante a fase de coleta de dados, como emissões causadas por atividades comerciais, carros de som, máquinas ou serviços da construção civil, foi caracterizada e descrita na Tabela 3 (abaixo).

**Tabela 10 - Descrição das fontes de ruído nos pontos monitorados**

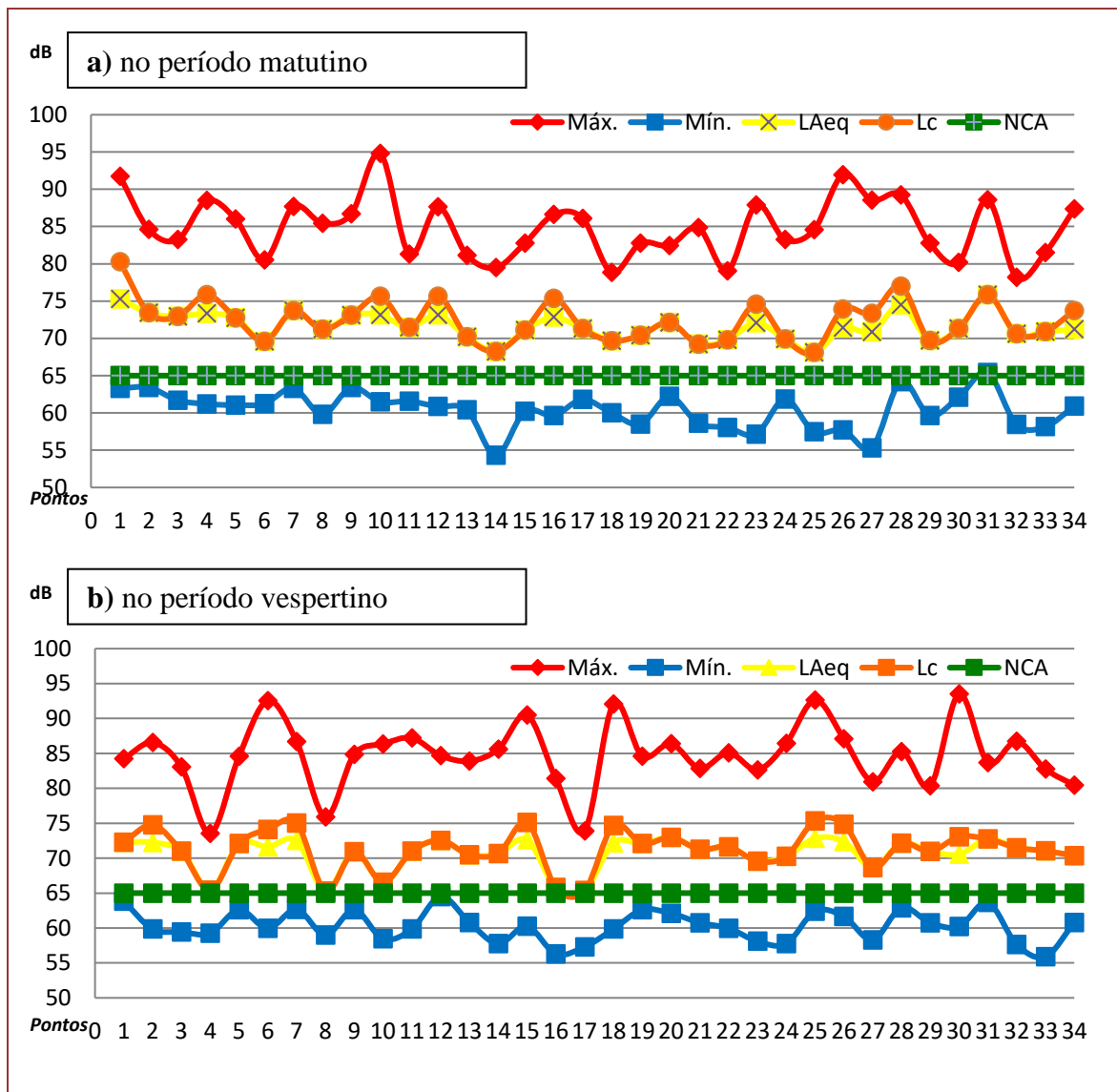
Pto	Período	Valor acima do NCA	Local	Explicação (fontes de ruído)
01	MAT	15 dB	Av. Independência	Construção civil (Polo Mega Moda) e entrada de veículos para Marginal Botafogo.
02	VES	10 dB	Av. Independência	Construção civil (Shopping Galo) e intenso fluxo de veículos na avenida (ônibus).
03	MAT	08 dB	Av. Independência	Tráfego intenso de veículos de grande porte (ônibus coletivo urbano e rodoviário).
04	MAT	11 dB	Av. Independência	Tráfego intenso de veículos de grande porte (ônibus coletivo urbano e rodoviário).
07	VES	10 dB	Av. Goiás com Rua 67-A	Espaço aberto, passagem de ônibus coletivo urbano e próximo às obras do BRT.
10	MAT	11 dB	Av. Goiás	Espaço aberto, passagem de ônibus coletivo e próximo às obras do BRT.
12	MAT	11 dB	Av. Contorno eq. com Rua 67-B	Intenso fluxo de veículos, motos/carros de som (publicidade), ruído de tráfego (trânsito lento e
15	VES	10 dB	Rua Jose Sinimbu Filho	Construção civil (Galeria Fashion), vendedores ambulantes vocalizando e motos/carros de som (publicidade).
16	MAT	10 dB	Rua José Sinimbu Filho	Construção civil (Galeria Fashion), gritos de vendedores ambulantes e motos/carros de som
18	VES	10 dB	Rua 69-A	Construção civil e fluxo de veículos da Marginal Botafogo (abaixo).
23	MAT	10 dB	Rua 300	Tráfego intenso de veículos (motos e pequeno porte) e vendedores ambulantes vocalizando.
25	VES	10 dB	Av. Contorno eq. com Rua 301	Som de motos/carros de som (publicidade) e ruído de tráfego (trânsito lento e congestionado).
26	VES	10 dB	Rua 44	Entrada e saída de veículos da rodoviária (ônibus), ruído de tráfego (trânsito lento e congestionado) e vendedores ambulantes
28	MAT	12 dB	Rua 302	Obras de Construção civil (reforma do Feirão dos Camelôs da Rua 44) e som de motos/carros de som (publicidade).
31	MAT	11 dB	Rua 44, eq. com Av. Oeste e Contorno	Ruído de tráfego intenso (trânsito lento e congestionado), vendedores ambulantes vocalizando e som de motos/carros de som (publicidade).

Fonte: elaborado pelo autor.

Com base na média de valores de  $L_{Aeq}$  dos períodos matutino e vespertino, o tempo de duração da amostragem em cada ponto, de 11 min, passou a ser o dobro, 22 min.

Os níveis de pressão sonora encontrados para os períodos matutino e vespertino foram significativamente maiores que o NCA adotado (65 dB). As séries temporais dos valores de  $L_{Aeq}$  do período matutino e vespertino foram graficamente representadas na Figura 6, pelas letras a e b, respectivamente.

**Figura 7 - Comportamento dos Níveis de Pressão Sonora aferidos: a) no período matutino e b) no período vespertino**



Fonte: próprio autor.

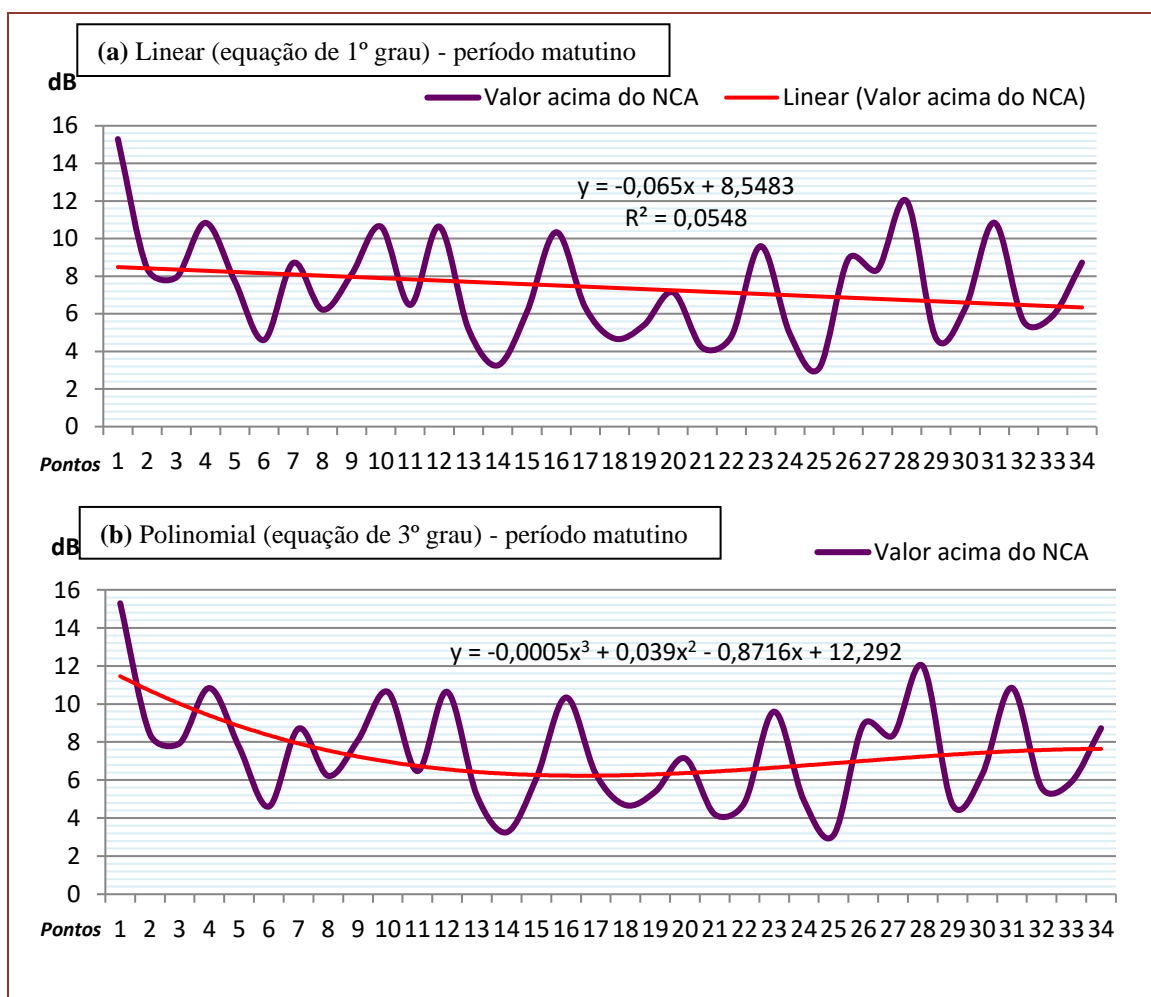
Enquanto os valores mínimos de ruído oscilaram na faixa de tolerância, chegando em alguns momentos a atingir o valor do NCA, os valores máximos apresentaram-se expressivamente altos, bem acima das curvas de  $L_{Aeq}$  e  $L_c$ .

No período matutino, por exemplo, 10 (dez) pontos tiveram o valor do nível de pressão sonora equivalente corrigido (Pontos 1, 4, 10, 12, 16, 23, 26, 27, 28 e 34); já no vespertino, este número reduziu para 8 (oito) pontos (2, 6, 7, 15, 18, 25, 26 e 30).

Para análise de regressão dos 34 pontos aferidos acima do NCA em 2018 três diferentes equações foram utilizadas: linear, polinomial e média móvel. O resultado, elaborado

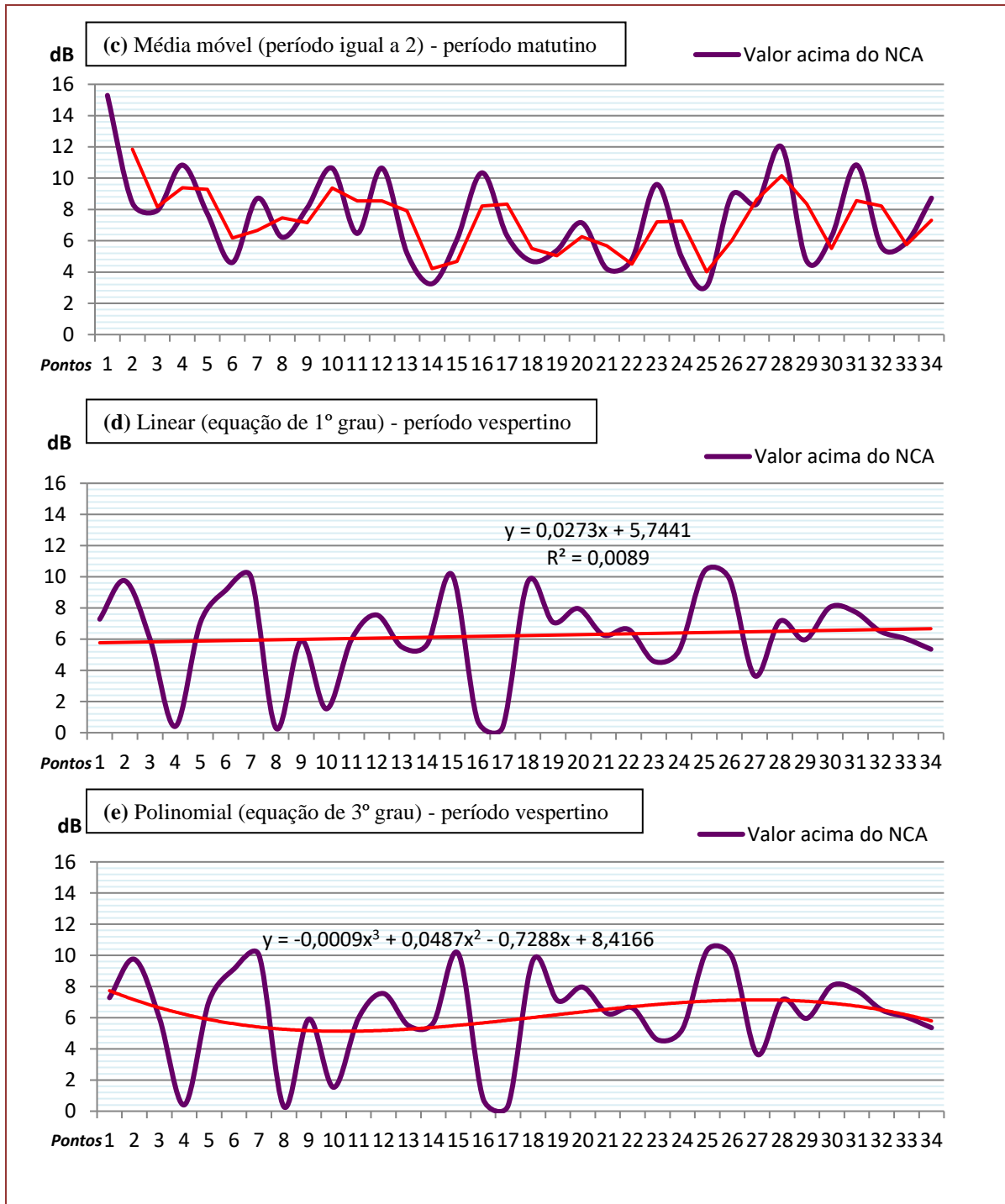
através do programa Excel para uma linha de tendência nessas três equações, encontra-se disponível, respectivamente, de cima para baixo, nas Figuras 7 (a), (b) e (c) para o cenário acústico do período matutino e (d), (e) e (f), para o cenário acústico do período vespertino.

**Figura 8** - Tendências de comportamento: (a) linear, (b) polinomial e (c) média móvel de  $L_{Aeq}$  acima do NCA para o período matutino e (d), (e) e (f) para o período vespertino

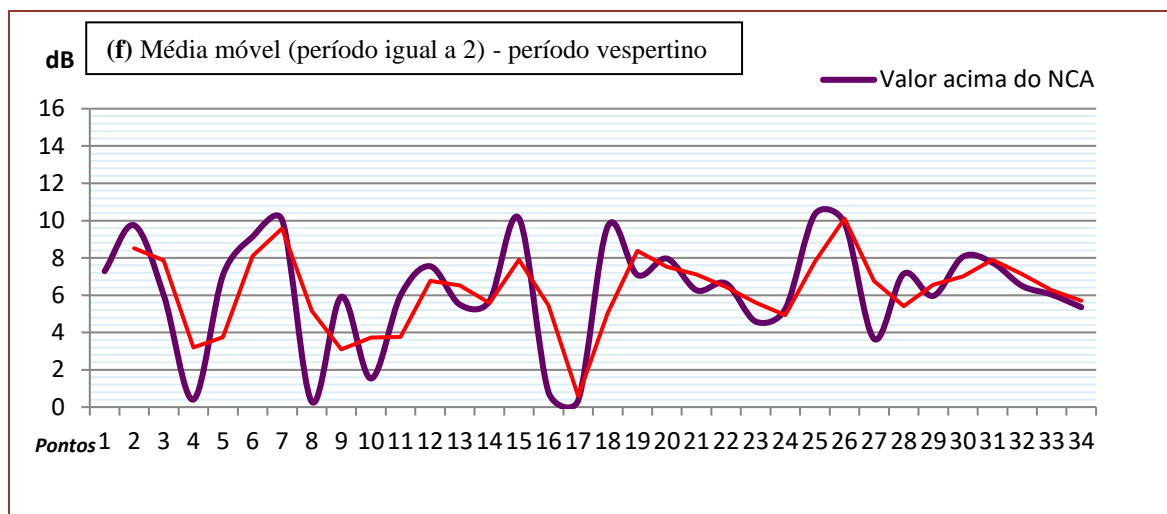


Fonte: próprio autor.

**Figura 9 -** Tendências de comportamento: (a) linear, (b) polinomial e (c) média móvel de  $L_{Aeq}$  acima do NCA para o período matutino e (d), (e) e (f) para o período vespertino.(continuação)



**Figura 10** - Tendências de comportamento: (a) linear, (b) polinomial e (c) média móvel de  $L_{Aeq}$  acima do NCA para o período matutino e (d), (e) e (f) para o período vespertino.(continuação)



Fonte: próprio autor.

O método de regressão linear utiliza uma linha reta para melhor ajuste aos conjuntos com dados lineares. Uma linha de tendência linear (equação de 1º grau) geralmente mostra que algo está aumentando ou diminuindo a uma taxa fixa. Neste caso pôde-se observar que os níveis de  $L_{Aeq}$  aferidos acima do NCA apresentaram um comportamento decrescente no período matutino (coeficiente angular de -0,065) e crescente no vespertino (coeficiente angular de 0,027).

No caso em que foi utilizada uma equação polinomial de 3º grau para se extrair a linha de tendência, a curva apresentou um comportamento parabolóide no período matutino e, aparentemente senoidal, no vespertino.

Já para a configuração de “médias móveis”, a qual utiliza um número específico de pontos de dados, a linha de tendência tende a se suavizar e adaptar-se às flutuações. Para um período igual a 2 (dois), por exemplo, o valor do ponto na linha de tendência equivale à média das duas amostras anteriores, e assim, sucessivamente. Pode-se observar que a linha de tendência acompanha a curva dos níveis de ruído acima do NCA para ambos os períodos, apresentando somente no final da série, um comportamento crescente durante o período matutino, e decrescente, durante o vespertino. Este comportamento, já esperado, pois a área de pesquisa apresenta-se com uma grande diversidade de fontes sonoras, traduz-se através de uma curva com aspecto sonoro caracterizado por ruído oscilando em momentos com  $L_{Aeq}$  elevado (picos acima de 90 dB), e em outros, com  $L_{Aeq}$  inferior ou abaixo do NCA.

### 3.2. RESULTADO DAS MEDIÇÕES DE TRÁFEGO: CONTAGEM DO FLUXO DE VEÍCULOS (CFV) E VELOCIDADE MÉDIA DO FLUXO DE TRÁFEGO (VMFT)

A partir da média aritmética do número de veículos observados nos turnos matutino e vespertino durante o intervalo de 11 min, foi realizada uma “regra de três simples” para se obter o número de veículos durante o período de uma hora do turno diurno (Tabela 4).



**Tabela 11 - Contagem do Fluxo de Veículos (CFV) do período Diurno**

CONTAGEM DO FLUXO DE VEÍCULOS (CFV) - DIURNO							
Vias de trânsito	V. Máx. Permitida	Classificação	Pts.	Em 11 min			Frequência (veículos/h)
				VL	VP	Moto	
Av. Botafogo	(60 km/h)	Via arterial	11	11	1	5	93
			24	13	2	4	105
			30	13	3	4	104
Av. Contorno	(60 km/h)	Via arterial	5	67	3	22	503
			12	151	9	21	993
			19	146	11	36	1054
			25	193	18	27	1300
			29	114	6	19	753
Av. Oeste	(60 km/h)	Via arterial	32	224	19	57	1635
			33	125	12	45	987
Av. Goiás	(40 km/h)	Via arterial	7	108	10	20	752
			10	182	23	45	1358
			27	99	34	34	912
Rua 44	(40 km/h)	Via coletora	6	121	8	64	1053
			13	192	12	104	1678
			20	230	10	92	1815
			26	218	20	59	1619
			31	209	31	97	1836
			34	180	19	57	1391
Av. Independência	(60 km/h)	Via arterial	1	178	25	52	1386
			2	214	15	77	1670
			3	226	19	55	1638
			4	221	22	51	1599
Rua 300	(30 km/h)	Via local	22	72	7	16	519
			23	8	0	5	71
Rua 302	(30 km/h)	Via local	28	12	2	10	134
Rua 67A	(30 km/h)	Via local	8	65	15	14	513
			9	14	3	10	149

Fonte: elaborado pelo autor.

Dos dados apresentados, é imprescindível destacar:

- Os pontos 14 e 21, localizados na Avenida Goiás, não foram apresentados na tabela pois o trecho em que os pontos estavam inseridos se encontrava interditado devido às obras de construção do corredor de ônibus BRT (*Bus Rapid Transit*);
- Os pontos localizados nas esquinas das ruas, ou seja, em confluência com mais de uma via (Pontos 34, 31, 24, 25, 29, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 19 e 20) foram classificados como “repetidos” para que não fossem contabilizados duas vezes no mesmo local, evitando-se assim, dados redundantes;
- Algumas vias por estarem muito próximas durante a distribuição dos pontos de medição não tiveram pontos amostrais inseridos.

Com base na velocidade média de fluxo de tráfego a partir da velocidade máxima permitida, as vias estudadas foram correlacionadas conforme Tabela 5.

**Tabela 12** - Velocidade média permitida (VM) e classificação das vias de tráfego \*Ponto localizado em esquina

VIAS	PONTOS	V. MÁXIMA PERMITIDA (km/h)	CLASSIFICAÇÃO
Marginal Botafogo	-	80	Via de trânsito rápido
Avenida Independência	1, 2, 3, 4	60	Via arterial
Avenida Goiás	7*, 10*, 14, 21, 27, 32	40	Via arterial
Avenida Oeste	31*, 32*, 33	60	Via arterial
Avenida Contorno	5*, 12*, 19*, 25*, 31*	60	Via arterial
Avenida Botafogo	11*, 18*, 30, 34*	60	Via arterial
Rua 44	6*, 13*, 20*, 26, 31*, 34*	40	Via coletora
Viel Botafogo	-	30	Via local
Rua 303	-	30	Via local
Rua 304	29	30	Via local
Rua 305	-	30	Via local
Rua 302	28	30	Via local
Rua 303	-	30	Via local
Rua 301	24, 25*	30	Via local
Rua 300	22, 23	30	Via local
Rua 69	18*, 19*, 20*	30	Via local
Rua José Sinimbu Filho	15, 16	30	Via local

Fonte: elaborado pelo autor.

**Tabela 13** - Velocidade média permitida (VM) e classificação das vias de tráfego \*Ponto localizado em esquina.(continuação)

VIAS	PONTOS	V. MÁXIMA PERMITIDA (km/h)	CLASSIFICAÇÃO
Vuela da Rua 44	17	30	Via local
Rua 67B	11*, 12*, 13*	30	Via local
Rua 67A	5*, 6*, 7*, 8, 9, 10*	30	Via local

Fonte: elaborado pelo autor.

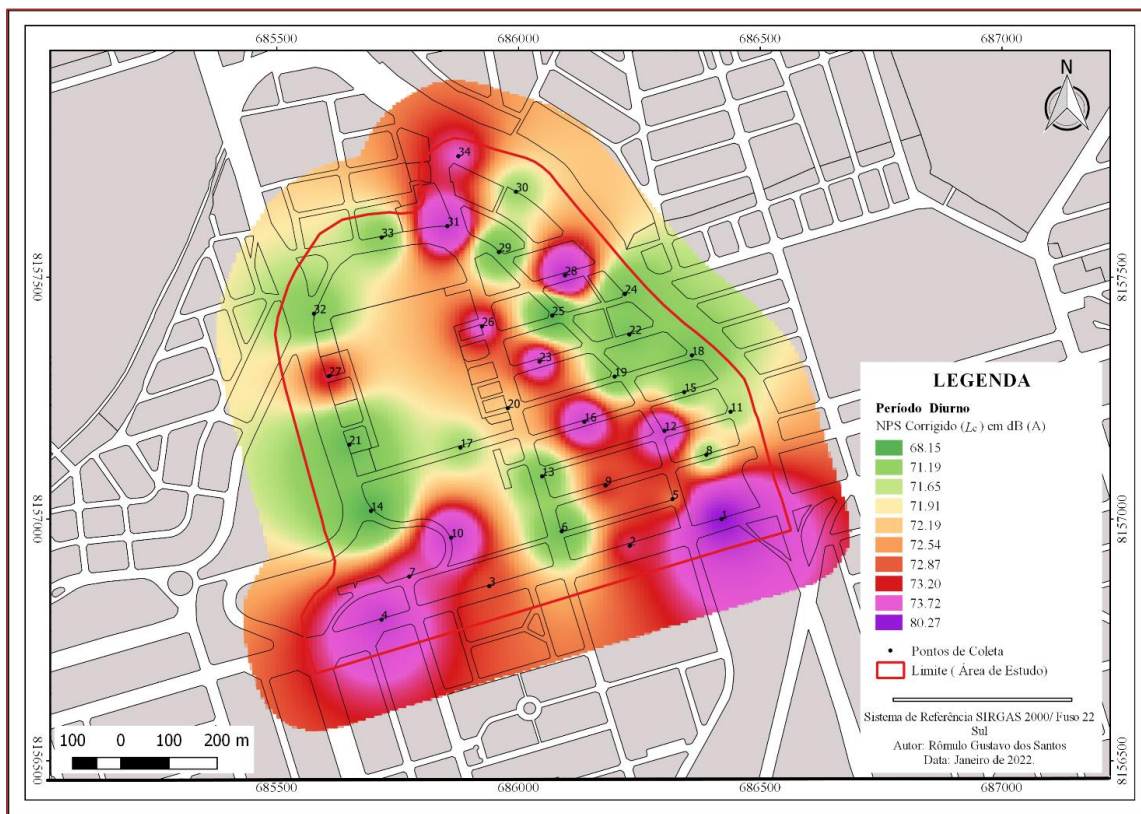
Cada velocidade foi averiguada e validada através de conferência direta por visitas *in loco* ou indireta através da ferramenta “Street View” do Google Earth. Os pontos que fazem confluência com mais de uma via foram destacados na tabela com um asterisco \*. Dessa forma, em uma área de estudos formada por 24 vias de tráfego, 20 tiveram pontos de medição de ruído avaliados e classificados, sendo: 1 (uma) via de trânsito rápido, 5 (cinco) vias arteriais, 1 (uma) via coletora e 13 (treze) vias locais.

### 3.3. RESULTADO DAS ANÁLISES COMPUTACIONAIS: MAPA DE RUÍDO

A distribuição superficial de ruído na área de estudo foi realizada através da interpolação dos NPS aferidos. Através do método “Inverso da Distância ao Quadrado” presente na ferramenta de extensão “*Spatial analysis*” do software ArcGIS foi modelado um mapa de ruído para se poder visualizar o cenário acústico do período matutino, e outro, do vespertino.

Ao se analisar os mapas de ruído foi possível observar que não houve diferenças significativas entre os níveis de ruído diagnosticados entre ambos os períodos, mas somente, entre os níveis de ruído dentro do mesmo. Dessa forma, como ambos os mapas apresentaram a mesma quantidade de classes, os dois *layers* foram sobrepostos no software QGIS e o nível de transparência das camadas alterado de 100 para 50%. Esse processo permitiu a elaboração de um único mapa de ruído interpolado gerado para representar o período diurno da pesquisa (Figura 8).

Figura 11 - Mapa de ruído interpolado do período diurno



Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme a literatura, na representação em decibel, uma multiplicação na intensidade sonora equivale a uma soma. Quando a intensidade sonora é multiplicada por 2, ou seja, “dobra” de tamanho, aproximadamente 3 decibel são acrescidos ao nível de intensidade sonora (DE MARCO, 1982, FERREIRA NETO, 2013). Dessa forma, comparando-se o mapa de ruído ao NCA adotado foi possível perceber que, mesmo os valores de pressão sonora variando a uma amplitude de apenas 5 dB, [68 dB;73 dB], os níveis de intensidade sonora registrados foram extremamente altos, ou seja, 9 a 32 vezes acima do nível de intensidade de ruído permitido para a região.

O mapa elaborado no *software* de geoprocessamento permitiu visualizar que os NPS aferidos se encontravam consideravelmente altos para a região. Até os pontos preditos, com valores em torno de 70,0 dB apresentaram níveis de ruído excedentes extremamente altos.

#### 4. DISCUSSÃO

A região de estudo apresenta uma intensa movimentação de pedestres, vendedores ambulantes e veículos de diversas magnitudes. O fluxo de tráfego é bastante “truncado” e com diversos pontos de congestionamento.

Conflitos de tráfego, falta de locais ou quantidade insuficiente de vagas de estacionamento influenciam o trânsito intensificando a emissão de ruído, e conseqüentemente, o aumento dos níveis de poluição sonora. Meios de locomoção menos ruidosos, como bicicletas, são uma ótima opção para mitigar o impacto do ruído nessa situação.

Mesmo com a presença de inúmeras vias coletoras que poderiam conceder maior fluidez e dinamismo ao trânsito, trechos em congestionamento repercutem o aumento dos níveis de pressão sonora, conforme pode-se observar no mapa através dos pontos: 1, 4, 5, 7, 10, 11, 12 e 20, com NPS superior a 80,0 dB.

A maioria dos valores de  $L_{Aeq}$  diagnosticados encontra-se acima do NCA (94,12 %), exceto dois registros encontrados dentro da margem de erro (5,88%).

Pode-se inferir que os pontos localizados nas esquinas das ruas (em confluência com mais de uma via de tráfego), em cima de canteiros ou praças (ex.: Pontos 1, 4, 28 e 31) ou próximos a semáforos ou faixas de pedestres apresentam uma maior emissão de ruído devido aos efeitos da frenagem e aceleração do motor do que os localizados em regiões que não apresentam obstáculos ou vias conflitantes.

O ruído ambiental verificado é formado por um extenso grupo de fontes de ruído. Tal fato, também constatado nos estudos de Brasileiro (2017), Oliveira (2017) e Pinto et al. (2013), discorre que as áreas escolhidas apresentam alta concentração de pessoas, serviços e miscigenação de fontes de ruído.

A divisão da área de estudos em polígonos com características sonoras semelhantes é adequada para caracterização da paisagem sonora urbana tal desenvolvida no estudo de Brasileiro (2017) no bairro “Castelo Branco”, região central de João Pessoa/PB. Neste, o intenso comércio desenvolvido na região central de Goiânia apresenta correlação direta com o aumento dos níveis de poluição sonora local.

Foi observado que o polígono 1, com vias de maior fluxo de veículos e edificações, encontrava-se mais poluído acusticamente que o polígono 2, com construções maiores, porém mais afastadas das vias de grande fluxo de veículos. Logo, a variabilidade do  $L_{Aeq}$  não está ligada apenas ao fluxo de tráfego, mas também à morfologia urbana e ao tipo de ocupação do solo. Vias com grande dimensão de caixa (altura x largura) e perfil tipo “L” ou “U”, segundo Niemeyer (NIEMEYER, 2007), confirma a influência da morfologia urbana na acústica local.

Os pontos localizados nas vias que apresentam construções localizadas às suas margens, como Av. Independência, uma via perfil tipo “L” (no Ponto 1) e nas vias paralelas à Av. Contorno, uma via perfil tipo “U” (no Ponto 12) ou perpendiculares a ela (nos Pontos 9, 16 e 23) registraram  $L_{Aeq}$  superiores aos observados nas vias do polígono 2 (em laranja, Figura 3), que apresenta área mais aberta e construções mais recuadas, como, por exemplo, em torno do Araguaia shopping (Pontos 21 e 33) ou da Praça do Trabalhador (Pontos 14 e 17).

Quanto à posição dos edifícios, duas configurações básicas foram observadas: a) vias com as fachadas dos edifícios voltadas para o fluxo de veículos formando “zonas de sombra acústica” (regiões onde o ruído é ausente ou imperceptível) como por exemplo: pontos localizados na Avenida Independência ou Goiás Norte e b) vias com as fachadas dos edifícios perpendiculares ao fluxo, resultando em corredores acústicos (ou “*cânions*”) onde a energia sonora confinada é dissipada gradualmente devido ao efeito da reflexão, como por exemplo: pontos localizados na Avenida Contorno (BISTAFA, 2011, NIEMEYER, 2007, OLIVEIRA, 2017, PINTO, 2013).

No trabalho de Oliveira (2017), desenvolvido no Setor Marechal Rondon, bairro vizinho à área de estudos e também pertencente à zona “Centro da Capital”, o autor concluiu que 61, dos 67 pontos mensurados (i.e., 91,0 %) apresentam valores de  $L_{Aeq}$  acima da norma padrão vigente, sendo que o valor máximo identificado foi de 76,1 dB, ou seja, 11 decibel

acima do permitido para a região (65,0 dB), o equivalente a um aumento de 12 vezes a intensidade sonora de referência. Este resultado não se difere do encontrado nesta pesquisa em que dos 34 pontos analisados todos encontram-se com níveis de ruído acima da norma ambiental vigente.

A localização dos pontos identificados no mapeamento acústico do bairro “Lagoa Nova”, na região central de Natal/RN (PINTO, 2013) coincidiram com maiores índices de pressão sonora identificados na região central urbana de Goiânia, localizados justamente nas principais ruas e avenidas da região, cercados por áreas de intenso comércio e serviços.

Quanto aos níveis de pressão sonora calculados, a maioria dos pontos avaliados apresentaram valores consideravelmente altos, com níveis de pressão sonora atingindo até 90,6 dB (Ponto 10), ou seja, 25 decibel acima da norma ambiental vigente (65 dB). Como na representação em decibel, uma multiplicação na intensidade sonora equivale a uma soma, este aumento em escala logarítmica, equivale a mais de 256 vezes o nível de intensidade sonora de referência, resultado aparentemente análogo ao diagnosticado por Pinto et al. (2013).

Não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes períodos de um mesmo dia, mas somente entre os níveis de ruído coletados em um mesmo período. Sugere-se, a prospecção de novos estudos para se avaliar a existência ou não de diferenças devido a ocorrência de eventos não habituais como início das aulas, férias escolares e datas comemorativas (Natal, Dias das Mães, Dia dos Pais ou das Crianças).

Os níveis de  $L_{Aeq}$  aferidos nos pontos localizados próximos à Marginal Botafogo, uma via de trânsito rápido em Goiânia (80 km/h), aparentemente deveriam ser mais elevados devido à alta velocidade dos veículos na via, fato observado tanto no trabalho de Brasileiro (2017) nos pontos à margem da Rodovia BR 230 em João Pessoa/PB, quanto no de Oliveira (2017) nos pontos localizados no entorno das Avenidas Leste-Oeste, Bernardo Sayão ou Alameda Capim Puba, no entanto, devido à interdição do fluxo de veículos no sentido de uma das vias da Marginal por causa das obras de reconstrução da Ponte Marginal Botafogo, o nível de ruído registrado foi relativamente baixo (entre 68,0 e 70,0 dB) se comparado aos níveis de ruído observados em pontos próximos à via, como o Ponto 12 com intensidade sonora até 11 decibel acima do permitido pela legislação (ou seja, um aumento de aproximadamente 14 vezes a intensidade sonora de referência).

A contagem do fluxo de veículos e a determinação da velocidade média de fluxo são índices fundamentais para se estabelecer a influência do tráfego e sua relação com a poluição sonora urbana, sendo assim, constituem dados complementares importantes para se realizar a modelagem de ruído ambiental em software acústico (BUNN, 2016, RODRIGUES, 2010, SOUZA FILHO, 2015, ZANNIN, 2013, 2011).

Mesmo que ArcGIS e QGIS não sejam *softwares* exclusivos para edição de dados acústicos, estes programas apresentaram uma interface amigável para inserção dos dados sonoros. Além de possibilitar prever, no sentido “de indicar algo que deverá existir no futuro”, a distribuição do ruído ambiental através de curvas de nível sonoro, permitiram gerar mapas acústicos a partir de técnica de interpolação para análise da distribuição espacial do ruído, conforme preconiza a norma internacional ISO 9.613 (ISO, 1993, 1996).

## 5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o cenário avaliado apresenta sérios problemas referentes à acústica urbana local. Os espaços urbanos com edificações mais aglomeradas exibiram níveis de pressão sonora superiores aos abertos. Todos os 34 pontos modelados durante o estudo apresentaram valores de  $L_{Aeq}$  acima do limite estipulado pela norma ambiental vigente, já 15, destacaram-se por estar com valores iguais ou 10,0 dB acima do permitido pela lei. Este estudo revela um cenário acústico complexo que necessita urgentemente de intervenções. Com a disponibilização da norma ABNT NBR 16.425-1 (ABNT, 2016) que trata dos níveis de pressão sonora provenientes de transporte rodoviário este estudo poderá logo ser revisado. Por fim, além de contribuir pelo ineditismo da parcela da cidade estudada, este trabalho auxilia na formação de uma base de dados acústicos georreferenciada útil para qualquer projeto acústico.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151:2000. Avaliação do nível de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Acústica. Rio de Janeiro, 2000.
- [2] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151:2019. Estabelece procedimentos técnicos a serem adotados para medir e avaliar níveis de pressão sonora (ruído) em áreas habitadas. Acústica. Rio de Janeiro, 2019.
- [3] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17.025:2005. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Acústica. Rio de Janeiro, 2001.
- [4] ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16.425-1:2016. Medição e avaliação e níveis de pressão sonora provenientes de sistemas de transporte – Parte 1: Aspectos gerais. Acústica. Rio de Janeiro, 2016.
- [5] BISTAFA, S. R. Acústica Aplicada ao Controle do Ruído. 2. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2011. ISBN: 9788521205814.
- [6] BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília, 1997. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/web/codigos/transito/htoc.htm>>. Acesso em: 18 out. 2012.
- [7] BRASILEIRO, T. C. Mapeamento sonoro: estudo do ruído urbano no Bairro Castelo Branco em João Pessoa/PB. 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PPGAU, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/22394>>. Acesso em: 13 mai. 2022.
- [8] BUNN, F.; ZANNIN, P. H. T. Assessment of railway noise in an urban setting. Applied Acoustics, [s.l.], v. 104, p. 16-23, mar. 2016. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.10.025> . Acesso em: 12 fev. 2019.
- [9] CARELLI, L. O Aborto ferroviário de Goiânia. Matéria do Jornal Diário da Manhã. Caderno Cotidiano. Data de publicação: 11/03/2016. Goiânia, 2016. Disponível em: <<https://www.dm.com.br/cotidiano/2016/03/o-aborto-ferroviario-de-goiania/>>. Acesso em: 29 de out. 2018.
- [10] COSTA, J. J. L. Monitoramento Ambiental dos Níveis de Pressão Sonora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Campus Goiânia. 2015. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Sustentáveis, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Goiânia, 2015. Disponível em: <[https://www.ifg.edu.br/attachments/article/5213/Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_Processos%20Sustent%C3%A1veis\\_Jhonatha%20Junio%20Lopes%20Costa.pdf](https://www.ifg.edu.br/attachments/article/5213/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Processos%20Sustent%C3%A1veis_Jhonatha%20Junio%20Lopes%20Costa.pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2022.
- [11] DE MARCO, C. S. Elementos de Acústica Arquitetônica. São Paulo: Ed. Nobel, 1982.
- [12] DENATRAN. Frota Nacional por Município. Brasília, 2016. Disponível em:

<<http://www.denatran.gov.br/frota2016.htm>>. Acesso em: 23 mar. 2018.

- [13] DETRAN-GO. Estatísticas da frota de veículos do Estado de Goiás em 2018. Goiânia, 2018. Disponível em: <<http://www.goias.gov.br/noticias/63721-frota-goiana-cresce-3,32-em-2018.html>> . Acesso em: 20 mar. 2019.
- [14] DUTILLEUX, G.; DEFRENCE, J.; GAUVREAU, B.; BESNARD, F. The revision of the French method for road traffic noise prediction. Acoustics'08. Paris, 2008. DOI: 10.1121/1.2933163. Disponível em: <http://www.conforg.fr/acoustics2008/cdrom/data/articles/002171.pdf> . Acesso em: 20 jun. 2018.
- [15] ENGEL, M. S.; ZANNIN, P. H. T. Diagnosis of Environmental Noise in Communities Using Subjective and Objective Data Aided by Geographical Information Systems, GIS. Noise pollution in urban and industrial environments: measurements and noise mapping. 1. ed. Nova Science Publishers, v. 1, p. 51-68, New York, 2016.
- [16] FERREIRA NETO, M. F. Intensidade sonora e soma de intensidades sonoras. Artigo digital "60 + 60 = 63". Portal Píon. Goiânia, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/v1/novopion/index.php/publicacoes/artigos/471-60-60-63>>. Acesso em: 26 jan. 2019.
- [17] FREITAS, C. Região da Rua 44 em Goiânia: um raio-X do 2º maior polo atacadista do país. Matéria do jornal "Aproveite a Cidade". Publicado em 23 de novembro de 2017. Goiânia, 2017. Disponível em: <<http://aproveiteacidade.com/cidade/goiania/regiao-da-rua-44-em-goiania-um-raio-x-do-2o-maior-polo-atacadista-do-pais/>>. Acesso em: 09 mar. 2018.
- [18] GERGES, S. N. Y. Ruído: Fundamentos e Controle. 2 ed., Florianópolis: Ed. NR Editora, 2000. ISBN-10: 8587550020.
- [19] GIUNTA, M. B.; SOUZA, L. C. L.; VIVIANI, E. Sensibilidade de parâmetros de um modelo de cálculo para a simulação do ambiente acústico urbano. In: XII Encontro Nacional e VIII Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC/ELACAC. Brasília, 2013. Anais... Paranoá, Brasília, 2014, nº 11, p. 77-86. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/viewFile/12086/8470>>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- [20] AMMA - Agência Municipal de Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 26, de 18 de agosto de 2008. Parâmetros que visam a organização e a execução dos serviços relacionados a ação de Fiscalização Ambiental no cumprimento da LC nº 132/2004. Diário Oficial do Município, Port. nº 4.437, p. 4, Goiânia, 2008.
- [21] GOIÂNIA. Lei nº 8.617, de 09 de janeiro de 2008. Regulamentação do controle das atividades não residenciais e dos parâmetros urbanísticos estabelecidos para a Macrozona Construída. Art. 72, LC nº. 171, de 29 de maio de 2007 – Plano Diretor de Goiânia. Diário Oficial do Município, nº 4.286, Goiânia, 2008.
- [22] GOIÁS-NS. História dos Bairros de Goiânia e Aparecida. Material jornalístico em meio digital. Goiânia, 2018. Disponível em: <https://goiasdenorteadsul.com.br/historias-bairros-cidades> . Acesso em: 30 jul. 2019.
- [23] GUEDES, I. C. M. Influência da forma urbana em ambiente sonoro: um estudo no bairro Jardins em Aracaju (SE). 2005. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2005. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/258522/1/Guedes\\_ItaloCesarMontalvao\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/258522/1/Guedes_ItaloCesarMontalvao_M.pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2022.
- [24] HADDAD, M. B.; MOURA, R. Dinâmicas de expansão do arranjo urbano-regional Brasília-Anápolis-Goiânia. Caderno Metropolitano [online], v. 18, n. 36, pp. 583-603, jul. São Paulo, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2016-3613> . ISSN: 1517-2422. Acesso em: 04 fev. 2020.
- [25] HANSEN, C. H. Noise control: from concept to application, USA, New York: Taylor e Francis Ed., 2005. ISBN: 0-415-35860-4.
- [26] IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Densidade demográfica dos bairros de Goiânia. Goiânia, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama> . Acesso em: 18 de jan. 2022.
- [27] ISO – THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9.613-1:1993 - Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere. 1993. Disponível em:



<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=b0lTWitIMDINQWl6SIZDY0F0cDVkOHBLWVRoTkYrYWg1bzVuN3gycnJWOD0=> . Acesso em: 15 fev. 2022.

- [28] ISO – THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 9.613-2:1996 - Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors Part 2: General method of calculation. 1996. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?Q=RmJnMHZxNmhfVFTBub3FsbVQvSEFnVDJJVEwvb2JMUXlwUEpNREU4UFNVQT0=> . Acesso em: 15 fev. 2022.
- [29] LAURO, J. D. C.; SILVA, B. A. D.; BARROS, R. G. Identificação dos níveis de pressão sonora em terminal de ônibus em Goiânia, GO. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 18, n. 3, Goiânia, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2236117013053> . e-ISSN: 2236-1170.
- [30] MORAIS, E. L.; SIMÓN, F. Mapa de predição do ruído ambiental em Belém - Brasil. In: Encontro Nacional, 10., e Encontro Latino de Conforto no Ambiente Construído, 6., 2009, Natal. *Anais eletrônicos...* UFRN, Natal, 2009.
- [31] MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. *Análise de séries temporais*. 2. ed., São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2006.
- [32] MOYSÉS, A. *Goiânia: metrópole não planejada*. 1. ed. Goiânia: Universidade Católica de Goiás – UCG. Goiânia, 2004. Disponível em: <<https://observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/n/29796-livros>>. Acesso em: 13 mai. 2020.
- [33] MUBDG. *Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia*. Prefeitura de Goiânia. Portal Mapa Fácil. Goiânia, 2019. Disponível em: <<http://portalmapa.goiania.go.gov.br/mapafacil/>>. Acesso em: 13 mai. 2019.
- [34] NAGEM, M. P. *Mapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia*. 2004. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2004. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258629/1/Nagem\\_MiriamPompeu\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258629/1/Nagem_MiriamPompeu_M.pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- [35] NIEMEYER, M. L. A. *Conforto Acústico e Térmico, em situação de verão, em Ambiente Urbano: uma proposta metodológica*. 2007. Dissertação (Doutorado) - Programa Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/365642910/CONFORTO-ACUSTICO-E-TERMICO-EM-SITUACAO-DE-VERAO-EM-AMBIENTE-URBANO-UMA-PROPOSTA-METODOLOGICA>>. Acesso em: 15 fev. 2022.
- [36] OLIVEIRA, F. L. *Mapeamento acústico e avaliação de ruído urbano no setor Marechal Rondon em Goiânia - GO*. 2017. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Sustentáveis, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Goiânia, 2017.
- [37] PINTO, D. N.; ARAÚJO, V. M. D.; ARAÚJO, B. C. D.; GOMES, R. N. G. Impacto do ruído de tráfego: estudo de caso no bairro de Lagoa Nova, Natal-RN. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 6, nº 2, p. 28-37, Natal, 2013. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/22557> . Acesso em: 27 nov. 2018.
- [38] PREFEITURA DE GOIÂNIA. *Feiras Livres de Goiânia*. Matéria de Jornal, Goiânia, 2018. Disponível em: <<http://www4.goiania.go.gov.br/portal/goiania.asp?s=2&tt=con&cd=1506>>. Acesso em: 15 mar. 2018.
- [39] RIOS, S. O.; COSTA, J. M. A.; MENDES, V. L. P. S. A fotografia como técnica e objeto de estudo na pesquisa qualitativa. *Revista Discursos Fotográficos*, v. 12, n. 20, p. 98-120, jan./jul. Londrina, 2016. DOI: [www.uel.br/revistas/uel/index.php/discursosfotograficos/article/viewFile/22542/pdf](http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/discursosfotograficos/article/viewFile/22542/pdf) . ISSN: 1984-7939. Acesso em: 08 jan. 2019.
- [40] RODRIGUES, F. *Metodologia para investigação de relação entre ruído de tráfego e condições operacionais do fluxo em centros urbanos*. 2010. Dissertação (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2010.
- [41] SILVA FILHO, S. F. *A Poluição Sonora decorrente da circulação de veículos*. *Revista do Centro de Estudos Judiciários*, v. 3, p. 42, Brasília, 1997. Disponível em: <https://revistacej.cjf.jus.br/cej/index.php/revcej/article/view/112/155> . Acesso em: 13 mai. 2020.
- [42] SOUZA FILHO, J. J.; STEFFEN, J. L.; ANDREASI, W. A.; ZANNIN, P. H. T. . Urban noise assessment based on noise mapping and measurements. *Canadian Acoustics*, v. 43, p. 3-10, 2015. Disponível em:

<https://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/2651/2417> . Acesso em: 13 mai. 2020.

[43] SOUZA, L. C. E.; PASQUALETTO, A. Poluição sonora causada pelo fluxo de veículos automotores em Goiânia/GO. Goiânia, 2005. UCG. Disponível em:

<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/7074/material/POLUI%C3%87%C3%83O%20SONORA%20CAUSADA%20PELO%20FLUXO%20DE%20VE%C3%8DCULOS%20AUTOMOTORES%E2%80%A6.pdf> . Acesso em: 16 abr. 2020.

[44] VENTURA, A. N.; VIVEIROS, E; COELHO, J. L. B; NEVES, M. M. Uma contribuição para o aprimoramento do Estudo de Impacto de Vizinhanças: a gestão do ruído ambiental por mapeamento sonoro. In: SOBRAC, 2008, Anais... Belo Horizonte, 2008.

[45] ZANNIN, P. H. T.; ENGEL, M. S. ; FIEDLER, P. E. K.; BUNN, F . Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: a case study at a university campus in Brazil. *Cities*, Elsevier, v. 31, p. 317-327, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.09.008> . Acesso em: 29 abr. 2020.

[46] ZANNIN, P. H. T.; SANT'ANA, D. Q. Noise mapping at different stages of a freeway redevelopment project – A case study in Brazil. *Applied Acoustics*, v. 72, nº. 8, p. 479-486, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003682X11000466> . Acesso em: 16 jan. 2020.

# Capítulo 12

## *Mapeamento e caracterização físico-química da precipitação pluviométrica na Região Metropolitana de Belém*

*Catharina Rafaela da Silva Travassos*

*Ítalo Yuri Barros Dias*

*Larissa Tavares Esquerdo*

*Monnique Soares Pacheco Monteiro*

*Aline Noronha Raiol*

*Gundisalvo Piratoba Morales*

**Resumo:** Este trabalho apresenta os resultados das atividades de coleta, acondicionamento, transporte e análises de amostras de água de chuva, realizadas em cinco bairros da Região Metropolitana de Belém, utilizando pluviômetros artesanais construídos a partir de materiais recicláveis. As amostras foram coletadas nas cinco residências dos autores, durante o período de 7 (sete) dias consecutivos no mês de abril, com coletas realizadas a cada 12h, nos horários de 08:00h e 20:00h. As amostras foram analisadas no laboratório do Instituto Federal do Pará (IFPA), onde foram quantificados: o volume, o pH, a Condutividade Elétrica, a Acidez, e os Sólidos Totais Dissolvidos STD, usando aparelhos previamente calibrados. Os resultados preliminares mostraram a água na faixa ácida, baixos valores de condutividade e STD, mostrando ainda distribuição da chuva diferente nos cinco pontos de coleta.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é indispensável para a vida, porém a sua distribuição no globo terrestre é desigual, seja no seu estado físico, nas suas propriedades físico-químicas e na quantidade. Em termos de área, o 70% da superfície do planeta Terra, está ocupada com água. Já a distribuição quantitativa, apresenta valores bem diferentes, já que do total da água do planeta, 97% é água salgada imprópria para o consumo humano, e apenas 3% restante é águas doce, com potencialidade de ser usado para o consumo humano, a indústria e agricultura entre outros.

Destaca-se que somente 0.3% da água do planeta está nos lagos e rios e 0.9% são nos aquíferos ou águas subterrâneas, sendo estas duas fontes as que realmente são usadas para o consumo humano, indústria e agricultura. Os restantes 1.8% da água doce do planeta está nas calotas polares (PENA, 2022). Com o crescimento exponencial da população, onde atualmente se depara com a taxa de 8 bilhões de habitantes, de acordo com o relatório *World Populations Prospect* de 2022 da ONU, a necessidade em se caracterizar e ampliar esse percentual de água para uso doméstico a partir de ciclos hidrológicos é de alta demanda.

O ciclo biogeoquímico da água é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, mantido pelos fenômenos de evaporação, condensação e mudanças da temperatura, causadas pela energia solar associada à gravidade e à rotação da Terra (SILVEIRA, 1997).

No Brasil, a perspectiva média populacional do ano de 2022, registrada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é de 207,8 milhões de brasileiros, com maior concentração no sudeste do país. Dos 17,8 milhões de habitantes da região norte do Brasil, 8,4 milhões estão no estado do Pará, e a Região Metropolitana de Belém (RMB) possui 1.7 milhões de habitantes. Pautados nos dados supracitados, o presente trabalho visa avaliar preliminarmente as características quantitativas e qualitativas da água de chuva, no intuito de ser usada como uma fonte alternativa de água potável na RMB.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

- Mapear e Caracterizar qualitativa e quantitativamente a água de chuva em cinco bairros localizados na Região Metropolitana de Belém (RMP).

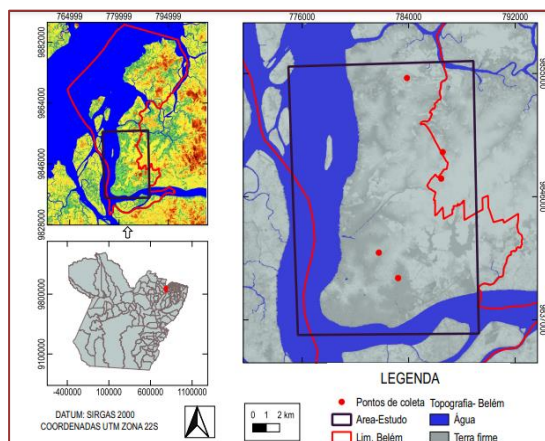
### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir e Instalar pluviômetros em cinco pontos diferentes da RMP;
- Determinar a precipitação pluviométrico em período de 7 dias da época de chuva em cinco pontos diferentes da RMP;
- Determinar os parâmetros físico-químicos pH, Condutividade elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos, Acidez e Alcalinidade;
- Analisar a variação espacial e temporal da precipitação pluvial nos cinco bairros da Região Metropolitana de Belém.
- Organizar e tratar estatisticamente os dados obtidos utilizando planilha eletrônica, visando comparar e analisar os resultados.

### 3. METODOLOGIA

O município de Belém ocupa uma área de 4,876,121 km<sup>2</sup>, e forma parte da Região Metropolitana, junto com os municípios de Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara. As amostras foram coletadas em cinco pontos distribuídos na RMB, nos bairros: Coqueiro, Pedreira, Tenoné, Guamá e Una que compõem a região metropolitana de Belém. (Figura 1.)

**Figura 12** –localização da área de estudo e dos pontos de coleta



Fonte: Autores, 2023.

Os pluviômetros caseiros, foram confeccionados a partir de garrafas de polietileno tereftalato (PET) de 2L, conforme orientações de Bentes (2019), e em seguida foram instalados nas residências dos autores distribuídos nos bairros já referidos. Todos os equipamentos de coleta foram instalados no dia 10 de abril, às 20h, quando se iniciaram as atividades, e as mesmas se estenderam por 7 dias.

As amostras foram coletadas em intervalos de tempo de 12:00h seguindo todos os cuidados na coleta e acondicionamento de amostras ambientais seguindo a orientação da Agência Nacional de Segurança Sanitária (ANVISA), em sua Guia nº 19/2019 – versão 3.

Para a quantificação da chuva foi realizada através da Equação 1 e 2

$$V = A.H \quad (\text{Equação 1})$$

$$H = 10 \cdot V / A \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

V= volumem da chuva medido em cm<sup>3</sup>;

A = área da boca do pluviômetro construído

H= precipitação em mm

As amostras de chuvas coletadas foram submetidas à análise imediata do pH com o auxílio da tira universal de pH. Posteriormente, foi diligenciada a ficha de coleta de cada amostra informando data, hora, pH nome do responsável. As amostras foram acondicionadas e armazenadas em garrafas PETs de 330mL e mantidas em refrigeração (geladeira) até seu transporte para o laboratório de química do Instituto Federal do Pará – IFPA.

O Quadro 1 dispõe sobre o material utilizado nas análises físico-químicas frente as amostras coletadas:

**Quadro 1** – Materiais, equipamentos e reagentes para padronização, titulação, condutividade e teor de SDT

MATERIAIS	REAGENTES
Bureta 25mL	Água destilada
Erlenmeyer 25mL	Hidróxido de Sódio P.A
Vidro de relógio	Biftalato de Potássio P.A
Balança analítica	Solução de NaOH 0.01M
Pipeta graduada de 10mL	Solução de biftalato de potássio
Pera de sucção de borracha	
Béquer 25mL	
Espátula	
Estufa	
Bastão de vidro	
Suporte universal	
Pipeta Pasteur	
Garra	
pHmetro	
Condutímetro	

Fonte: Autores, 2023.

Para as análises físico-químicas da água da chuva, os parâmetros determinados consoante a metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* 23rd Edition (2017): pH, condutividade elétrica (CE), alcalinidade e acidez, usando materiais e reagentes que constam na Quadro 1. Dessa forma, a priori para acidez e alcalinidade, preparou-se e padronizou-se uma solução de NaOH a 0.01M, para isso: pesou-se 4g de NaOH P.A, diluiu-se em 1L de água destilada e foram padronizados com solução de biftalato de potássio ( $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ) previamente seco na estufa; homogeneizou-se com bastão de vidro e em seguida foram utilizadas para titular uma alíquota de 5mL de cada amostra de chuva obtida. Vale pontuar que antes da titulação, as alíquotas foram submetidas ao pHmetro e logo em seguida, foram acrescentadas 3 gotas de fenolftaleína para indicar o ponto de viragem.

Ademais, a posteriori, verificou-se a condutividade elétrica, com auxílio de um Condutímetro no qual foram registrados todos os dados referentes a cada uma das amostras coletadas e o teor de sólidos totais dissolvidos na amostragem foi obtido conforme a Equação 3:

$$SDT = 0,640 \times CE \quad (\text{Equação 3})$$

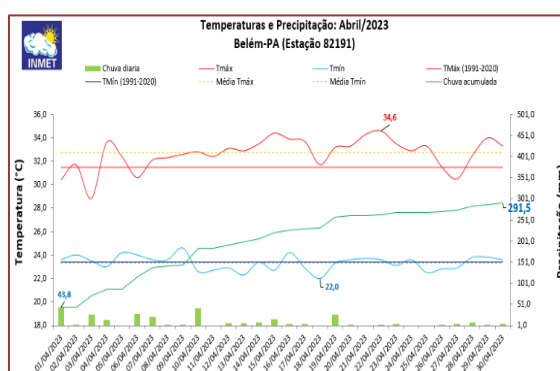
onde, SDT =Sólidos dissolvidos totais ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e CE = Condutibilidade elétrica

Por fim, os dados gerados nas diferentes análises realizadas foram organizados computacionalmente para serem processados e analisados e plotados utilizando planilha Excel para facilitar a interpretação, enquanto os dados pluviométricos coletados serão tratados no programa QGIS versão 3.14 para elaboração do mapa de variabilidade.

#### 4. RESULTADOS

Através do pluviômetro instalado em cada bairro, foi monitorado diariamente os índices pluviométricos durante o período de 07 dias consecutivos, durante o mês de abril, nos horários de 08:00 de 20:00 horas. Aqui, ressalta-se que, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o mês de abril choveu acima da média, como podemos ver no balanço mensal, publicado no *site* do instituto, senão, vejamos a Figura 2:

**Figura 2 - Dados do INMET em abril de 2023**



Fonte: INMET, 2023.

Os dados de precipitação coletados correspondem ao período de 7 dias intercalados por de intervalos de 12h de uma coleta para outra, é importante ressaltar que devido a irregularidade de chuvas em grandes centros urbanos que resultam em chuvas isoladas, o espaço amostral não registrou o número de amostras iguais para todos os bairros. Os dados estão dispostos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Dados da chuva em cm<sup>3</sup> e precipitação em mm

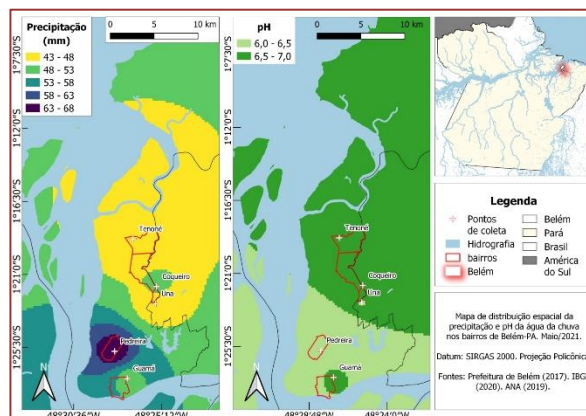
Bairro	Chuva- cm <sup>3</sup>	Precipitação - mm
Coqueiro	367.4	41.6
Guamá	334.3	37.9
Pedreira	502.1	56.9
Tenoné	339.2	38.4
Una	284.7	32.3

Observação: Volume total da chuva coletada em cm<sup>3</sup>. Precipitação em mm calculada com os dados do pluviômetro.

Fonte: Autores, 2023.

Nesse sentido, a Figura 3 representa a variação espacial do pH e da pluviosidade na região metropolitana de Belém, conforme os dados da Tabela 1:

**Figura 3 – Variação espacial da volumetria e do pH da pluviosidade na Região Metropolitana de Belém**



Fonte: Autores, 2023. Elaborado por: Eng. Ambiental Francisco Noronha Filho, 2023.

De acordo com dados mostrados na Figura 3, a maior precipitação ocorreu nos bairros da Pedreira e Guamá, em relação aos demais, sendo condizente com o balanço mostrado pelo INMET. Isso ocorre provavelmente porque áreas com mais árvores e vegetação tendem a receber mais chuva, a combinação de alta temperatura e umidade também contribui para a ocorrência de precipitação.

Os valores de pH dos cinco locais de coleta registraram uma variação entre 6 e 7 (Figura 3). Valores próximos da neutralidade podem ter sido causados pelo acréscimo da estação chuvosa, indicada pelo maior volume no mês de abril, facilitando a diluição de poluentes atmosféricos, e deixando o pH próximo da neutralidade. Ressalta-se que o pH representado na Figura 3 foi o valor determinado através de pH metro.

A Tabela 2 apresenta as médias e os valores mínimos e máximos de pH, condutividade, STD e alcalinidade total, os resultados representam a média das 7 (sete) amostras de cada bairro da região metropolitana de Belém.

**Tabela 2 – Caracterização físico-química da precipitação pluviométrica na Região Metropolitana de Belém**

Local de coleta	Bairros	Parâmetros				
		pH	CE	STD	Alcal. T.	
		pHmetro	Fita	$\mu\text{S}/\text{cm}$	mg/L	mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$
TENONE	Média	6.41	6	10.84	6.967	67.48
	Máximo	7.86	7	216	138.24	67.48
	Mínimo	6.2	6	8.82	5.644	61.35
UNA	Média	6.54	6	16.04	10.265	67.48
	Máximo	6.87	6	90.7	58.048	67.48
	Mínimo	6	5	4.17	2.668	67.48
GUAMÁ	Média	6.64	6	6.2	3.968	73.62
	Máximo	7.22	7	16.37	10.476	79.75
	Mínimo	6.12	5	4.23	2.707	73.62
COQUEIRO	Média	6.93	5	7.46	4.774	67.48
	Máximo	7.14	6	9.84	6.297	67.48
	Mínimo	6.73	5	5.66	3.622	61.35
PEDREIRA	Média	5.89	6	4.94	3.161	79.75
	Máximo	6.31	6	6.24	3.993	85.89
	Mínimo	5.41	5	3.42	2.188	79.75

Fonte: Autores, 2023.



De acordo com a Tabela 2 o pH f medido com fitas de pH registraram valores entre 6.0 e 7.0 nos cinco pontos de amostragem, enquanto valores registrados com o pH-metro variaram de 5,8 a 6,9, sendo estes últimos valores mais exata do que as fitas de pH. Não obstante os valores registrados com fita foram confirmados pelo aparelho, indicando que o pH da chuva apresenta valores na faixa ácida.

Estudos de TORDO (2004) mostra que, a qualidade da água de chuva está relacionada com a atmosfera de sua formação. Sendo que nas áreas industriais e em urbanas há uma maior presença do gás carbônico que com a chuva forma equilíbrio ácido carbônico e bicarbonato, resultando em água de pH na faixa ácida.

Como esperado, a precipitação nos cinco bairros apresentou valores de CE e STD muito baixos, ressaltando da do baixo conteúdo iônico da água de chuva. De acordo com SANTOS & GASTMANS (2016), valores maiores Condutividade Elétrica são observados nos meses de menor precipitação, e por conseguinte, com maiores concentrações de substâncias poluentes ionizáveis atmosfera que podem ser dissolvidas na água de chuva. Já nos meses chuvosos são caracterizados por condutividades entre 11 e 16  $\mu\text{S cm}^{-1}$ , enquanto as condutividades  $< 10 \mu\text{S cm}^{-1}$  estão associadas a períodos de maior precipitação.

Os resultados obtidos da CE estão associados à variação da concentração de substâncias iônicas na atmosfera que muda com a sazonalidade. No período chuvoso as concentrações de substâncias ionizáveis diminuem, tornando a atmosfera mais “limpa” com valores da CE menores, contrário ao que acontece no período seco, que registra menor pluviosidade traduzido em maiores valores da CE maiores. Os resultados dos STD registraram o mesmo padrão de comportamento da CE, já que este parâmetro está diretamente relacionado à Condutividade Elétrica.

## 5. CONCLUSÃO

A construção artesanal de pluviômetros usando material reciclável, permite determinar a precipitação pluviométrica em qualquer ponto ou residência.

A determinação da pluviosidade permite que qualquer pessoa compreenda e conheça o processo de quantificação de chuva, usando métodos pluviômetros artesanais, permitindo coletar, quantificar e determinar características ambientais das águas de chuva que potencialmente pode ser usado como uma fonte de água potável para diversos usos.

Os resultados das amostras de água coletadas nos diferentes pontos da RMB, exibiram baixos valores da Condutividade Elétrica, baixos teores de STD, e elevada acidez característico das águas pluviais que mostram valores de pH na faixa ácida.

Os resultados das diferentes atividades mostraram que a metodologia usada para determinar a quantificação e qualidade da água de chuva são validos e oportunos podemos ser utilizados como ponto de partida para outras pesquisas mais apuradas.

## REFERENCIAS

- [1] Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Coleta, acondicionamento, transporte, recepção e destinação de amostras para análises laboratoriais no âmbito do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária Guia nº 19/2019 – versão 3. Disponível em: <[http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2957432/Guia+n%C2%BA+19\\_2019\\_vers%C3%A3o+3.pdf/c78ae870-afa2-44e3-b65f-9ffeb0521003](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2957432/Guia+n%C2%BA+19_2019_vers%C3%A3o+3.pdf/c78ae870-afa2-44e3-b65f-9ffeb0521003)> Acessado em: 09 de jun. 2023
- [2] BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. Educação para a água. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, pp. p. 211-226, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200014&lng=en=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200014&lng=en=iso)>. Acesso em: 17. Jun.2023.
- [3] BENTES, Nascimento Rodrigo. Pluviômetro como garrafas PET's: Análise das práticas metodológicas usadas com materiais alternativos como facilitador do ensino-aprendizagem de climatologia. Revista Ensino de Geografia (Recife) V.2 N°. 1, 2019 DOI: <https://doi.org/10.38187/regeo2019.v2n1id240704>. Acesso em: 20 de jun. de 2023.
- [4] BRASIL. Lei 9.795, de 27 de abril de 1999 (Política Nacional de Educação Ambiental). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm)>. Acesso em: 17 de jun. de 2023.
- [5] CAMARGO, Naiara. Porque chove com maior intensidade em um bairro do Campo Grande e no outro apenas garoa. Correio do Estado. 15/02/2022. Disponível em: [https://correiodoestado.com.br/cidades/por-que-chove-com-maior-intensidade-em-um-bairro-de-campo-grande-e-no/396595/#:~:81reas%20com%20maior%20arboriza%C3%A%A%2C%20vegeta03%20Ao,\\_contribuem%20para%20ocorr%C3%Aancia%20de%20chuvas](https://correiodoestado.com.br/cidades/por-que-chove-com-maior-intensidade-em-um-bairro-de-campo-grande-e-no/396595/#:~:81reas%20com%20maior%20arboriza%C3%A%A%2C%20vegeta03%20Ao,_contribuem%20para%20ocorr%C3%Aancia%20de%20chuvas). Acesso em: 17 de jun. de 2023.
- [6] DIA MUNDIAL DA ÁGUA, um lembrete para a vida; WWF BRASIL; Disponível em:<[https://www.wwf.org.br/natureza\\_br/asileira/areas\\_prioritarias/pantanal/dia\\_da\\_agua/#:~:text=Isso%20porque%20apesar%20de%20mais,a%20penas%203%25%20s%C3%A3o%20%C3%A1gua%20doce.](https://www.wwf.org.br/natureza_br/asileira/areas_prioritarias/pantanal/dia_da_agua/#:~:text=Isso%20porque%20apesar%20de%20mais,a%20penas%203%25%20s%C3%A3o%20%C3%A1gua%20doce.)> Acessado em: 09 de jun. de 2023.
- [7] CENSO 2022. IBGE; Disponível em : <[https://censo2022.ibge.gov.br/pt/compoment/cont/article/2012-agencia-de-noticias/noticias/35954-brasil-tem-207-8-milhoes-de-habitantes-mostrava-previa-do-censo-2022.html#:~:text=Brasil%20tem%20207%2C8%20milh%C3%B5es,stra%20pr%C3%A9via%20do%20Censo%202022&text=0%20IBGE%20divulga%20hoje%20\(28,207.750.291%20habitantes%20este%20ano.](https://censo2022.ibge.gov.br/pt/compoment/cont/article/2012-agencia-de-noticias/noticias/35954-brasil-tem-207-8-milhoes-de-habitantes-mostrava-previa-do-censo-2022.html#:~:text=Brasil%20tem%20207%2C8%20milh%C3%B5es,stra%20pr%C3%A9via%20do%20Censo%202022&text=0%20IBGE%20divulga%20hoje%20(28,207.750.291%20habitantes%20este%20ano.)> Acessado em: 15 de jun. de 2023
- [8] INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL. Balanço do Mês de março de 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/balan%C3%A7o-bel%C3%A9m-pate-ve-chuva-a-baixo-da-m%C3%A9dia-em-r%C3%A7o-de-2023#:~:text=EF%BB%BF0%20maioracumulado%20em,%C3%A9%20de%20506%2C3%20mm>. Acessado em: 16 de jun. de 2023
- [9] RELATÓRIO DO ESTADO DO CLIMA NO BRASIL 2020; Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Brasília, DF, 2023.
- [10] SANTOS, V.; GASTMANS, D. Composição química da água de chuva em Rio Claro (SP). Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v.37 (2), p.45-60, 2016. DOI: 10.5935/0100-929X.20160008
- [11] SILVEIRA, A. L.L. Ciclo hidrológico e a bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da EDUSP, 1997. p. 35-51.
- [12] PENA, Rodolfo. Distribuição da água do mundo. 2022. Mundo da Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/a-distribuicao-agua-no-mundo.htm>. Acessado em: 09 de junho de 2023.
- [13] TORDO, O. C. Caracterização e avaliação do uso de águas de chuva para fins potáveis. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. 2004.

# Capítulo 13

## *Tolerância à contaminação do solo provocado pelo herbicida diuron + hexazinone e potencial fitorremediador de espécies florestais da família fabaceae*

*Tiago Reis Dutra*

*Marília Dutra Massad*

*Kayke Fernandes Santos Lima*

*Rosineide Alves dos Reis*

*Grazielle Miranda de Matos*

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância de quatro espécies florestais nativas da família Fabaceae, canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert), pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* M.), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (VELL)), falso pau-brasil (*Adenantha pavonina* L.) à contaminação do solo provocado pelo herbicida diuron + hexazinone. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 4 x 5, sendo estudado o comportamento das espécies em resposta à cinco níveis de contaminação do solo (0,0; 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0 kg ha<sup>-1</sup>) pelo herbicida diuron + hexazinone. Determinou-se a massa seca da parte aérea, raiz e total. As quatro espécies florestais não obtiveram sucesso como plantas fitorremediadoras em solo contaminado com diuron + hexazinone, devido à queda na produção de massa seca da parte aérea, raiz e total em consequência ao aumento das doses do herbicida.

**Palavras-chave:** Biorremediação; Descontaminação do solo; Arbóreas nativas.

## 1. INTRODUÇÃO

A contaminação do solo por herbicidas é uma realidade, dado o desenvolvimento de moléculas com efeito residual longo, que possibilitam o efetivo controle de plantas espontâneas (PIRES et al., 2003a). Além de sua alta persistência no solo o diuron + hexazinone também apresenta alto potencial de deslocamento no solo.

Na busca por técnicas alternativas para despoluição de solos contaminados dentre eles os herbicidas, tem-se optado por soluções que envolvam características com a eficiência na descontaminação, simplicidade na execução, menor tempo demandado, além de menor custo. Nesse contexto, a técnica de fitorremediação apresenta-se como uma excelente alternativa, sendo uma tecnologia que usa os processos metabólicos que ocorrem naturalmente no interior das plantas e nos microrganismos da rizosfera para degradar e isolar os elementos xenobióticos do solo.

Segundo Caires (2005), as espécies florestais nativas possuem um grande potencial para o uso na fitorremediação, pois, estes vegetais apresentam granderesistência e tolerância à diversos fatores prejudiciais. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a tolerância à contaminação do solo provocado pelo herbicida diuron + hexazinone de quatro espécies florestais da família fabaceae.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no “Viveiro de Produção de Mudanças Florestais” do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), *Campus* Salinas.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial 4 X 5, sendo estudado o comportamento de quatro espécies florestais nativas da família Fabaceae (canafístula, pau-ferro, tamboril e falso pau-brasil), em resposta à cinco níveis de contaminação do solo pelo herbicida, promovidos pela aplicação das doses de 0; 1,25; 2,5; 3,75 e 5,0 Kg.ha<sup>-1</sup>.

Foi feita a coleta do solo presente a 0 a 20 cm de profundidade em área não cultivada, seco ao ar e peneirado em malha de 4mm de diâmetro e analisado em laboratório de fertilidade do solo, de modo a serem feitas as correções necessárias.

Aplicou-se 0,2 g Kg<sup>-1</sup> de Superfosfato simples (P); 0,1 g Kg<sup>-1</sup> de Sulfato de Amônia (N) e 0,15 g Kg<sup>-1</sup> de Cloreto de Potássio (K).

Cinco dias antes do transplântio, o herbicida Diuron+Hexazinonefoi aplicado no solo com doses de 3,6 mL por vaso após diluídos nas concentrações descritas antes.

Aos 90 dias após o transplântio das mudas, as mesmas foram separadas em parte aérea e sistema radicular, lavadas em água corrente e secas em estufa. Foi avaliado a massa seca da parte aérea (MSPA; g planta<sup>-1</sup>), massa seca da raiz (MSR; g planta<sup>-1</sup>) e massa seca total (MST = MSPA + MSR; g planta<sup>-1</sup>).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando o efeito da espécie florestal foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05). Os efeitos das dosagens do herbicida diuron + hexazinone no solo foram analisados por meio de regressões, e o valor de F foi corrigido; sendo apresentadas somente as equações cujos coeficientes de maior grau foram significativos (p < 0,05).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito da interação entre os principais fatores avaliados (espécies e doses do herbicida) para as variáveis massa seca da parte aérea e total (Tabela 1).

Os dados da massa seca da parte aérea e total mostraram efeitos distintos para cada espécie em diferentes concentrações do herbicida, como mostra a Tabela 1, nas quais todas as espécies tiveram sua produção de massa seca total e da parte aérea prejudicada com o aumento das doses do herbicida em estudo.

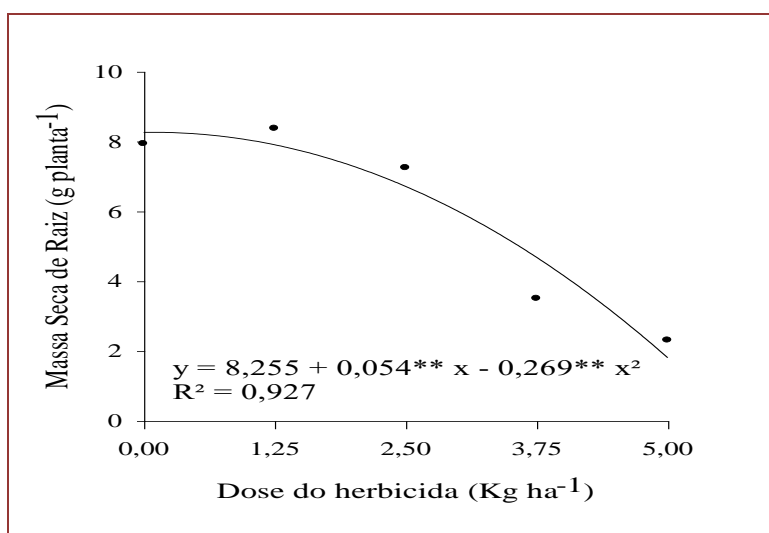
**Tabela 1** - Produção de massa seca da parte aérea e massa seca total de mudas de quatro espécies nativas em respostas a diferentes doses de diuron + hexazinone no solo

Espécies	Massa Seca Parte Aérea (g planta <sup>-1</sup> )	Massa Seca Total (g planta <sup>-1</sup> )
Canafístula	$y = 32,368 - 6,142^{**} x$ $R^2 = 0,889$	$y = 42,408 - 7,865^* x$ $R^2 = 0,912$
Pau-ferro	$y = 15,201 - 1,564^* x$ $R^2 = 0,663$	$y = 22,960 - 0,907^{**} x - 0,332^* x^2$ $R^2 = 0,604$
Tamboril	$y = 19,616 + 3,945^* x - 1,521^* x^2$ $R^2 = 0,922$	$y = 26,433 + 6,286^* x - 2,217^{**} x^2$ $R^2 = 0,913$
Pau-Brasil	$y = 9,09 + 6,551^{**} x - 1,569^* x^2$ $R^2 = 0,436$	$y = 14,749 + 9,130^* x - 2,293^{**} x^2$ $R^2 = 0,494$

\*\* significativo a 1%, \* significativo a 5%

A variável massa seca de raiz (MSR) sofreu efeito significativo apenas das doses do herbicida (Figura 1). Notou-se que a produção de MSR foi crescente até o tratamento com a concentração do herbicida de 1,25 Kg ha<sup>-1</sup>, a partir de então, devido a sua resposta quadrática negativa, houve uma queda em seus valores.

**Figura 1** - Produção de massa seca de raiz em resposta a diferentes doses do diuron + hexazinone



Resultados diferentes aos encontrados nas plantas, foram relatados por Marques et al. (2000), onde a espécie *Cedrela fissilis* Vell. foi pouco influenciada pelos metais do solo, chegando, o seu crescimento, a ser estimulado pelos níveis de contaminação.

#### **4. CONCLUSÕES**

As quatro espécies florestais não obtiveram sucesso como plantas fitorremediadoras em solo contaminado com diuron + hexazinone, devido à queda na produção de massa seca da parte aérea, raiz e total em consequência ao aumento das doses do herbicida.

#### **REFERÊNCIAS**

- [1] CAIRES, S.M. Comportamento de mudas de espécies florestais nativas na fitorremediação de solo contaminado por cobre e zinco. 81 p. 2005. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2005.
- [2] MARQUES, T. C. L. S. M.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Crescimento e teores de metais em mudas de espécies arbóreas tropicais em solo contaminado com metais pesados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 1, p. 121-132, jan. 2000.
- [3] PIRES, F.R.; SOUZA, C.M.; SILVA, A.A.; PROCÓPIO, S.O.; FERREIRA, L.R. Fitorremediação de solos contaminados com herbicidas. Planta Daninha, v. 21, n.2, p.335-341, 2003a.

#### **AGRADECIMENTOS**

À FAPEMIG pela concessão de bolsa de iniciação científica.

# Capítulo 14

## *Desenvolvimento de mudas de *Plathymania reticulata* Benth. em resposta a diferentes formulações e doses de osmocote®*

*Tiago Reis Dutra*

*Marília Dutra Massad*

*Déborah da Silva Pereira*

*Kayke Fernandes Santos Lima*

*Rosineide Alves dos Reis*

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de mudas de vinhático (*Plathymania reticulata* Benth.) em resposta à aplicação de diferentes formulações e doses do adubo de liberação lenta Osmocote®. Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, no esquema fatorial 3 x 5, sendo estudado o efeito de três formulações de Osmocote® (Osmocote® 15-09-12 com liberação de 5 à 6 meses; Osmocote® 19-06-10 com liberação de 3 à 4 meses e o Osmocote® 15-09-12 com liberação de 8 meses); cinco dosagens dos mesmos (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 g dm<sup>-3</sup>). Foram avaliados a altura da parte aérea, diâmetro do coleto e a relação entre altura da parte aérea diâmetro do coleto (H/DC). O Osmocote® 19-06-10 (3 à 4 meses de liberação) e a dose de 7,5 g dm<sup>-3</sup> proporcionaram os melhores resultados para a formação de mudas de vinhático.

**Palavras-chave:** Vinhático; Produção de mudas nativas; Adubo de liberação lenta.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente o conhecimento relacionado ao cultivo de espécies arbóreas nativas tem se desenvolvido muito com o aumento da demanda por implantação florestal para múltiplas finalidades (CARVALHO, 2014). Diante da importância das atividades de reflorestamento, se faz necessário o estudo de técnicas adequadas para a produção de mudas, de boa qualidade e com menores custos.

De acordo com Vieira et al. (2011), um dos fatores mais importantes para a produção de mudas de boa qualidade é a adubação. Uma alternativa mais prática para a nutrição das plantas é a utilização de fertilizantes de liberação lenta como o Osmocote®, no entanto, são poucos os trabalhos que comprovam a eficiência deste adubo, principalmente na produção de mudas de espécies arbóreas nativas, sendo necessário mais estudos.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e qualidade de mudas de vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth.) em resposta à aplicação de diferentes formulações e doses de Osmocote®.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no “Viveiro de Produção de Mudas Florestais” do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), *Campus* Salinas.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, no esquema fatorial 3 x 5, sendo estudado o efeito de três formulações de Osmocote® (Osmocote® Plus (com Micro-Nutriente) 15-09-12 com liberação de 5 à 6 meses; Osmocote® MiniPrill Controlled Release 19-06-10 com liberação de 3 à 4 meses e o Osmocote® Plus 15-09-12 com liberação de 8 meses); cinco dosagens dos mesmos (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 g dm<sup>-3</sup>). Cada unidade experimental foi constituída por 8 mudas.

Para a produção das mudas de vinhático foi utilizado tubetes de volumetria igual a 180 cm<sup>3</sup> preenchidos como o substrato comercial Bioplant®. Foram semeadas três sementes por recipiente, com raleio aos 43 dias após semeadura, deixando-se apenas uma muda.

Aos 130 dias após a semeadura foram avaliados a altura da parte aérea (H; cm), diâmetro do coleto (DC; mm), além da relação entre essas duas variáveis (H/DC). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando o efeito do tipo de formulação do adubo de liberação lenta estudado foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (p<0,05). Os efeitos das doses de Osmocote® foram analisados por meio de regressões, e o valor de F foi corrigido; sendo apresentadas somente as equações cujos coeficientes de maior grau foram significativos (p<0,05).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis altura da parte aérea e diâmetro do coleto sofreram efeito da interação entre os principais fatores avaliados (tipo e doses de Osmocote®) (Tabela 1). Na tabela 1, verifica-se que nas formulações Osmocote® 19-06-10 (3 à 4 meses de liberação) e Osmocote® 15-09-12 (5 à 6 meses de liberação) apresentaram um comportamento quadrático, demonstrando que, com o aumento das doses de Osmocote® as plantas apresentaram ganhos em H e DC até a dose de 7,5 g dm<sup>-3</sup>.



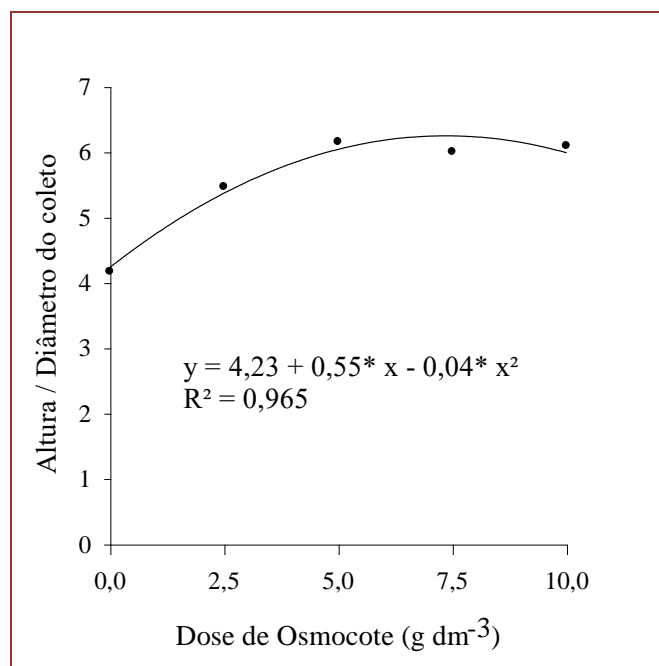
**Tabela 1:** Altura da parte aérea e diâmetro do coleto de mudas de vinhático em resposta a diferentes formulações e doses de Osmocote®

	Altura das mudas (cm)	Diâmetro do coleto (mm)
Osmocote® 19-06-10 3 à 4 meses	$y = 5,1 + 4,4^{**} x - 0,3^{*} x^2$ $R^2 = 0,978$	$y = 1,27 + 0,69^{*} x - 0,05^{**} x^2$ $R^2 = 0,947$
Osmocote® 15-09-12 5 à 6 meses	$y = 5,0 + 4,5^{*} x - 0,3^{*} x^2$ $R^2 = 0,984$	$y = 1,24 + 0,63^{*} x - 0,05^{**} x^2$ $R^2 = 0,992$
Osmocote® 15-09-12 8 meses	$y = 8,6 + 2,2^{**} x$ $R^2 = 0,849$	$y = 1,60 + 0,35^{*} x$ $R^2 = 0,936$

\*\* significativo a 1%, \* significativo a 5%

Este comportamento também foi evidenciado por Mendonça et al. (2008) em mudas de *Tamarindus indica* L. Já a formulação Osmocote® 15-09-12 (8 meses de liberação), para H e DC, apresentou um comportamento linear crescente, ou seja, maiores valores para essas variáveis seriam alcançados em doses mais elevadas (Tabela 1).

A relação H/DC sofreu efeito somente das diferentes doses de Osmocote®. Os melhores resultados foram obtidos na dose  $7,5 \text{ g dm}^{-3}$  (Figura 1). Resultado similar foi observado por Silva (2015), onde mudas de flamboyant e ipê-mirim quando adubadas com Osmocote® 19-06-10, com liberação de 3 a 4 meses na dose de  $5,97 \text{ g dm}^{-3}$  apresentaram melhores características.

**Figura 1:** Relação entre altura da parte aérea e diâmetro do coleto de mudas de vinhático em resposta a diferentes doses de Osmocote®

Pias et al. (2013), encontrou a melhor dose de Osmocote® para a produção de mudas de *Apuleia leiocarpa*, de  $7,94$  e  $7,73 \text{ kg m}^{-3}$ . Já Mendonça et al. (2008) recomenda o Osmocote (15-10-10) e a dose  $6,0 \text{ kg m}^{-3}$  para a formação de mudas de tamarindeiro.

#### 4. CONCLUSÕES

A formulação Osmocote® 19-06-10 (3 à 4 meses de liberação) e a dose 7,5 g dm<sup>-3</sup> promoveram os melhores resultados para a formação de mudas de vinhático.

#### REFERÊNCIAS

- [1] CARVALHO, M. B. Crescimento inicial do vinhático (*Plathymenia foliolosa* Benth.) sob diferentes doses de adubação com N, P e K. 2014. 25f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Espírito, Jerônimo Monteiro, 2014.
- [2] MENDONÇA, V. et al. Diferentes ambientes e Osmocote® na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 2, p. 391-397, 2008.
- [3] PIAS, C. H. O. et al. Doses de fertilizante de liberação controlada no índice de clorofila e na produção de mudas de grápia. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 33, n. 73, p. 19-26, 2013.
- [4] SILVA, C. H. S. Desenvolvimento de mudas de flamboyant e ipê-mirim em resposta a diferentes doses de adubo de liberação lenta. 2015. 23f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG – Campus Salinas, Salinas 2015.
- [5] VIEIRA, C.R.V. et al. Descrição de Sintomas Visuais em Função das Deficiências de Macronutrientes em Mudas de Cerejeira (*Amburana acreana*). *Floresta*, Curitiba, v.41, n.4, p. 789 - 796, 2011.

# Capítulo 15

## *Aproveitamento da palha de café como adsorvente do corante violeta cristal em meio aquoso*

*Cleia Teixeira Santos de Franca<sup>1</sup>*

*Mariete Moraes Brito<sup>1</sup>*

*Luiz Filipe Nonato Silva<sup>1</sup>*

*Alexilda Oliveira de Souza<sup>1</sup>*

**Resumo:** O descarte inadequado de resíduos industriais contendo corantes orgânicos, sem tratamento adequado, diretamente em corpos hídricos, pode provocar poluição nas fontes de água. Muitos desses corantes são cancerígenos e reduzem a penetração da luz em sistemas aquosos, dificultando a fotossíntese e prejudicando toda a biota aquática. Dentre as possibilidades de tratamento de águas residuais, contaminadas por corantes, a adsorção se destaca como um método físico-químico eficiente e tem recebido muita atenção por especialistas, pois é econômico, versátil e ambientalmente amigável. Os principais adsorventes disponíveis comercialmente tais como carvão ativado, argilas, zeólitos, resinas de troca iônica, dentre outros, apresentam preços elevados e, por esta razão, a obtenção de adsorventes de baixo custo tem atraído a atenção da comunidade científica. Diante do exposto, muitos estudos têm sido desenvolvidos utilizando resíduos agrícolas como adsorventes devido à composição química, disponibilidade abundante, natureza renovável e baixo custo. Com isso, o presente estudo teve como objetivo produzir um adsorvente natural a partir do aproveitamento da palha de café e aplicar na remoção do corante violeta cristal em meio aquoso. Os resultados destacaram que o adsorvente produzido foi capaz de remover cerca de 70% do corante indicando potencial para aplicação no tratamento de águas residuárias contaminadas por corantes.

**Palavras-chave:** Resíduos agroindustriais; recursos hídricos; adsorção; corantes.

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Centro de Pesquisas em Química, Laboratório de Catálise e Química dos Materiais, Campus Juvino Oliveira, Itapetinga-BA.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população e a conseqüente expansão industrial têm gerado elevadas quantidades de resíduos com potencial poluidor. Estes resíduos, comumente, contêm substâncias tóxicas que colocam em risco o meio ambiente e a saúde humana [1,2]. Nesse contexto, as indústrias têxteis merecem atenção, pois geram efluentes com composição heterogênea, forte coloração devido a perda de corantes durante a etapa de tingimento, temperatura e demanda química de oxigênio elevadas, além de considerável concentração de metais tóxicos. Esses efluentes precisam ser tratados adequadamente antes de serem lançados em corpos d'água, pois o descarte inadequado pode provocar a poluição dos recursos hídricos [3,4].

Considerando o tratamento de efluentes contaminados com corantes, os principais métodos de tratamento disponíveis podem ser classificados em físico, biológico e químico, tais como biorremediação, coagulação-floculação, separação por membrana, adsorção entre outros [5-7]. A maioria dos métodos demandam investimentos com a aquisição de reagentes, adequação de instalações e consumo de energia. Além disso, podem produzir subprodutos e promover uma poluição secundária [8-10]. Neste cenário, a adsorção se destaca como um método físico eficiente e tem recebido muita atenção por especialistas, pois é econômico, versátil e ambientalmente amigável [11- 15].

O processo de adsorção é viável para a remoção de corantes em meio aquoso, tendo em vista a sua elevada taxa de remoção, baixo custo e facilidade operacional [16,17, 18]. A adsorção consiste na transferência de uma ou mais espécies que estão presentes em uma fase líquida ou gasosa para a superfície de uma fase sólida através de interações de natureza química ou física. A adsorção física ocorre quando as moléculas de uma substância são retidas na superfície de um sólido adsorvente devido a existência de forças intermoleculares, como as forças de Van der Waals, sem a ocorrência de uma reação química, possuindo caráter reversível. Na adsorção química ocorre efetiva troca de elétrons entre o sólido adsorvente e a espécie adsorvida, o que faz com que o adsorvato ligue-se fortemente a superfície do sólido por interações fortes e geralmente irreversíveis (ligações iônicas ou covalentes). Para que o processo seja eficiente é necessário avaliar a influência das variáveis pH, temperatura, volume, concentração dos poluentes e tempo de contato entre o adsorvente e o adsorvato [19, 20, 21].

A variedade de materiais adsorventes é grande, alguns possuem caráter inorgânico (zeólitas e argilas) ou orgânico (carvão ativado e biomassas). O carvão ativado é o adsorvente mais utilizado para descontaminação de águas e efluentes devido a sua elevada área superficial, excelente capacidade de adsorção, eficiência e afinidade com os principais poluentes de corpos hídricos [22,23,24]. O carvão ativado é obtido industrialmente por pirólise oxidativa de madeira, carvão mineral, ossos e casca de coco, sendo que as propriedades de adsorção dependem do material utilizado na obtenção do carvão, bem como dos métodos empregados nas etapas de carbonização e ativação. Entretanto, a aplicação de carvão ativado para o tratamento de efluentes em escala industrial é limitada devido a seu elevado custo de produção e, dessa forma, pesquisas são conduzidas com o objetivo de desenvolver novos adsorventes de baixo custo a partir de resíduos agroindustriais [25-29].

Considerando a produção de resíduos agrícolas no Brasil, a palha do café é um dos resíduos gerados em elevadas quantidades. O Brasil é o maior produtor de café do mundo, sendo responsável por 30% do total produzido, e o terceiro maior consumidor do produto, ficando atrás apenas da União Europeia e Estados Unidos. O processo de produção dos grãos de café gera uma grande quantidade de resíduos agroindustriais, principalmente palha de café. Estima-se que para cada tonelada de grãos produzidos uma tonelada de palha seja gerada. Apesar de grande parte do referido resíduo ser usada pelos agricultores como adubo orgânico e fonte de energia para aquecer as fornalhas dos secadores de café, o resíduo ainda é considerado um problema ambiental, devido à alta produtividade brasileira dos grãos [30,31].

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como finalidade produzir um adsorvente de baixo custo utilizando a palha de café in natura, com vistas à aplicação na remoção do corante violeta cristal presente em meio aquoso, no intuito de contribuir com a sustentabilidade ecológica a partir do desenvolvimento de um processo ambientalmente amigável.

## **2. PARTE EXPERIMENTAL**

### **2.1. SÍNTESE DO ADSORVENTE**

O resíduo foi coletado em unidade cultivadora de café, localizado no município de Vitória da Conquista, região nacionalmente conhecida como grande produtora de café da espécie *Coffea arabica*. O material foi lavado com água deionizada para eliminar quaisquer impurezas e posteriormente foi seco em estufa com circulação de ar a 60° C por 24h. Após o processo de secagem, o material foi triturado em moinho tipo facas com 2 mm de abertura.

### **2.2. CARACTERIZAÇÃO DO ADSORVENTE**

A composição química do adsorvente produzido foi determinada a partir dos seguintes parâmetros: umidade, lipídeos, cinzas e proteína bruta. Para determinação do teor de lipídeos foi adotada a metodologia descrita por Bligh & Dyer e as demais medidas foram conduzidas de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolf Lutz. A identificação dos grupos funcionais presentes na superfície do adsorvente foi realizada a partir do espectro no infravermelho com transformada de Fourier. O espectro foi obtido em Espectrômetro Spectrum UATR TWO – Faixa espectral de 4000 a 450 cm<sup>-1</sup>, Perkin Elmer.

### **2.3. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ADSORVENTE**

Os experimentos de adsorção foram realizados em batelada utilizando 10 mL da solução do corante violeta cristal (50 mg L<sup>-1</sup>) e massa definida após o estudo de massa. O sistema foi deixado sob agitação orbital em diferentes intervalos de tempo. A mistura foi centrifugada e a quantidade de corante não adsorvido na solução foi medida utilizando-se um espectrofotômetro (UV-Mini Shimadzu), no comprimento de onda de 590 nm.

A concentração de soluto adsorvido foi determinada realizando-se o balanço de massa do adsorbato conforme a Equação 1.

$$qe = \frac{(C_0 - C_{eq}) V}{W} \quad (1)$$

onde:

$qe$  = a quantidade de soluto adsorvido na fase sólida (mg/g);

$C_0$  = concentração de adsorbato inicial (mg/L);

$C_{eq}$  = concentração de equilíbrio do adsorbato (mg/L);

$V$  = volume da solução (L);

$W$  = massa de adsorvente (g).

### 2.3.1. ESTUDO DE MASSA

O estudo de massa foi realizado através da adição de distintas massas do adsorvente. Assim, foram investigadas as seguintes massas: 0,1 g; 0,2 g; 0,3 g; 0,4 g e 0,5 g. Desta forma, as respectivas massas foram pesadas numa balança analítica diretamente nos tubos falcon e em seguida adicionado 10 mL da solução do corante violeta cristal com uma concentração de 50 mg L<sup>-1</sup>. Em seguida, os tubos foram levados para agitação e a solução ficou em contato com as diferentes massas dos adsorventes por 1 hora. Após este tempo, as soluções foram centrifugadas e o sobrenadante foi analisado por espectrofotometria para quantificação do corante remanescente.

### 2.3.2. ESTUDO CINÉTICO

Após o estudo de massa, foi investigado o tempo necessário para o sistema alcançar o equilíbrio de adsorção. Utilizou-se porções de massa de 0,1 g e 10 mL da solução do corante violeta cristal (50 mg L<sup>-1</sup>) em períodos de 15; 30; 45; 60; 90; 120 e 180 minutos. Em cada intervalo de tempo foram realizadas as medidas de absorbância. Este estudo teve por finalidade determinar o tempo necessário em que as duas fases (adsorvente/adsorbato) entram em equilíbrio.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os resultados obtidos para composição química da palha do café estão descritos na Tabela 1. Os resíduos da agroindústria são comumente constituídos de lignina, celulose, hemicelulose, lipídeos, proteínas, açúcares, água, substrato lignocelulósico e muitos outros compostos possuindo uma grande variedade de grupos funcionais [32-34].

**Tabela 1.** Composição química da palha do café

Parâmetros	Palha do café
Umidade (%)	5,65 ± 0,18
Cinzas (%)	7,25 ± 0,11
Proteína (%)	6,90 ± 0,78
Lipídeos (%)	0,71 ± 0,02
FDA (%)	29,06 ± 1,16
FDN (%)	40,46 ± 1,53

Valores expressos em média ± desvio-padrão

Fonte: os autores.

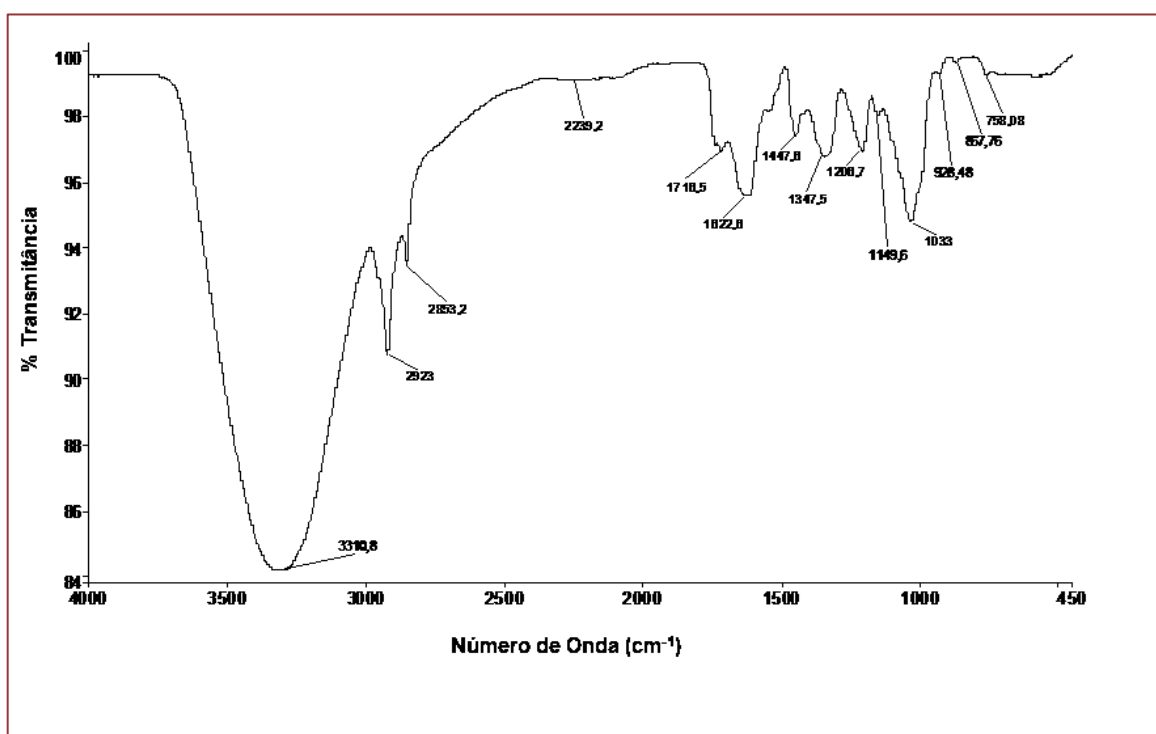
De acordo com os resultados obtidos verificou-se que os teores de umidade e cinzas foram baixos. Por outro lado, os teores de fibra foram elevados indicando que a composição da biomassa é basicamente formada por material lignocelulósico. A composição lignocelulósica majoritária, aliada à presença de proteína e lipídios, sugere que a palha do café tem potencial para aplicação como adsorvente, pois apresenta grupos funcionais importantes como carbonila ( $>C=O$ ), carboxil ( $-COOH$ ), amina ( $-NH_2$ ), amida ( $-CONH_2$ ), hidroxil ( $-OH$ ), fosfato dentre outros, sendo esses grupos responsáveis pela eficiência da adsorção, pois podem promover interações tipo Van der Waals entre as espécies contaminantes em solução e a superfície do adsorvente.

### 3.2. ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER

O espectro FTIR (Figura 1) foi importante para identificar os principais grupos funcionais presentes na superfície dos materiais obtidos. As atribuições foram realizadas com suporte da literatura [35-39].

A banda larga em número de onda próximo a  $3300\text{ cm}^{-1}$  pode ser atribuída aos estiramentos da ligação O-H das funções álcool, fenol ou ácido carboxílico, bem como aos estiramentos O-H da estrutura da celulose.

Figura 1. Espectro no infravermelho da palha do café



Fonte: os autores.

Foi também possível identificar, modos vibracionais em números de onda na faixa de  $2840\text{-}2920\text{ cm}^{-1}$ , característicos dos estiramentos simétricos e assimétricos da ligação C-H do grupo  $CH_2$ . Este grupo faz parte da estrutura do componente lipídico das amostras. Verificou-se ainda, uma banda em número de onda próximo a  $1700\text{-}1740\text{ cm}^{-1}$ ,

característica do estiramento assimétrico do grupo carbonila (C=O) que faz parte da estrutura das proteínas e dos ácidos graxos da fração lipídica, bem como uma banda em torno de  $1620\text{ cm}^{-1}$  que corresponde ao estiramento da ligação C=C de compostos derivados do benzeno e outros aromáticos.

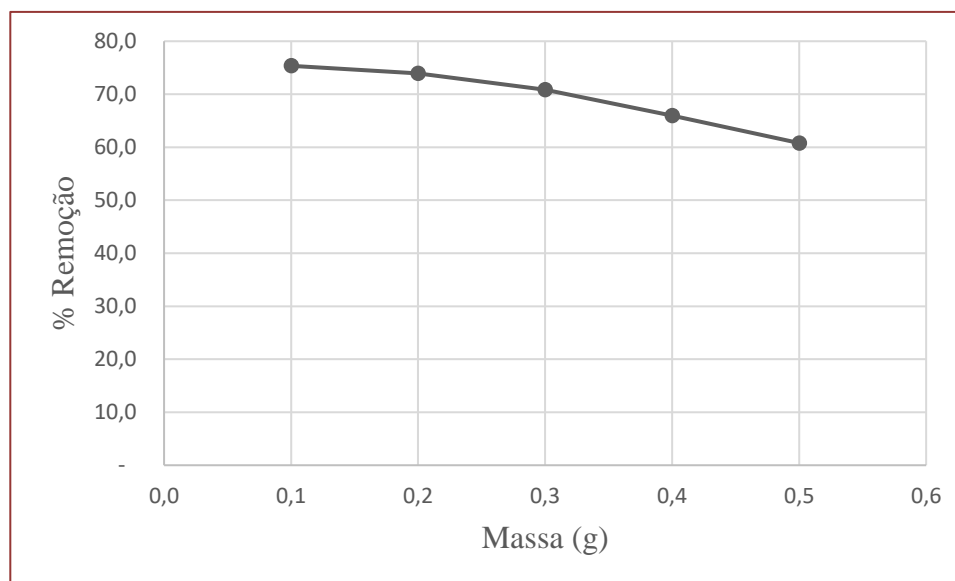
Notou-se a presença de bandas de pouca intensidade na região entre  $1430\text{-}1380\text{ cm}^{-1}$  que é um indicativo da presença de deformação angular no plano da ligação O-H. A presença de fenol pode ser sugerida devido as vibrações próximas a  $1370\text{ cm}^{-1}$ , atribuída à estrutura Ar(OH). As absorções em  $1260\text{ cm}^{-1}$  e  $1230\text{ cm}^{-1}$  podem ser relacionadas ao estiramento C-O de fenol, ligação simples carbono-oxigênio em ácido carboxílico ou vibrações de estiramento O-C em ésteres. A banda que aparece em torno de  $1033\text{ cm}^{-1}$  pode ser atribuída o estiramento da ligação C-O de grupos alcoólicos.

### 3.3. ENSAIOS DE ADSORÇÃO

#### 3.3.1. ESTUDO DE MASSA

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos para o estudo de massa. Verificou-se que a utilização de massas de 0,1 e 0,2 g removeu em torno de 74% do corante. A partir da massa de 0,3 g notou-se redução na capacidade de remoção. É provável que a natureza complexa da biomassa promoveu interações no meio aquoso que dificultou o processo de difusão das moléculas do corante até os sítios de adsorção.

**Figura 2.** Estudo de massa (% remoção x massa do adsorvente)



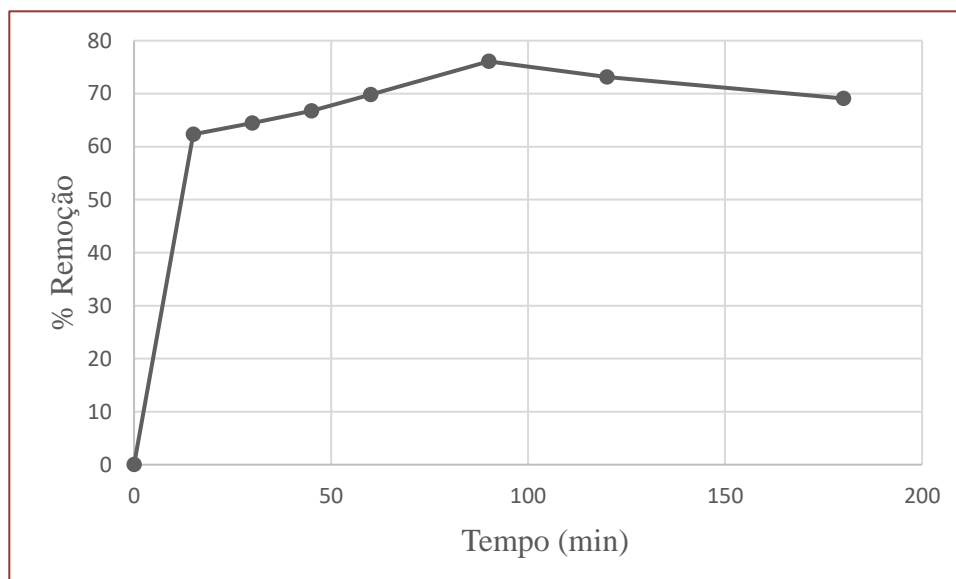
#### 3.3.2. ESTUDO CINÉTICO

A partir dos resultados obtidos para o estudo cinético (Figura 3) foi possível verificar que a capacidade de remoção foi aumentando com o tempo até alcançar o equilíbrio. No estágio inicial, primeiros 15 minutos, a capacidade de remoção foi de 62,3 %, indicando a disponibilidade de vários sítios de adsorção que foram rapidamente ocupados pelo corante violeta cristal. Com o aumento do tempo de contato notou-se que a capacidade de



remoção foi aumentando discretamente até atingir o equilíbrio em torno de 70% de remoção.

**Figura 3.** Estudo cinético (% remoção x tempo)



#### 4. CONCLUSÃO

Foi possível obter um adsorvente natural utilizando palha do café, proveniente de resíduos agrícolas, com capacidade de remover em torno de 70% do corante violeta cristal em meio aquoso. O processo simples e de baixo custo utilizado na produção do adsorvente, bem como o potencial adsorptivo apresentado, são indicadores que este material tem potencial para se tornar uma alternativa para o tratamento de águas residuárias contaminadas por corantes.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Química da UESB. À FAPESB, FINEP e CAPES (Código de Financiamento 001).

#### REFERÊNCIAS

- [1] AHMED, Shahid; ISMAIL, Saba. Water pollution and its sources, effects & management: a case study of Delhi. *International Journal of Current Advanced Research*, v. 7, n. 2, p. 10436-10442, 2018.
- [2] CHAUDHRY, F. Nn; MALIK, M. F. Factors affecting water pollution: a review. *J. Ecosyst. Ecography*, v. 7, n. 1, p. 225-231, 2017.
- [3] NATARAJAN, S.; BAJAJ, H. C.; TAYADE, R J. Recent advances based on the synergetic effect of adsorption for removal of dyes from waste water using photocatalytic process. *Journal Of Environmental Sciences*, v. 65, p.201-222, 2017.
- [4] HAMZEZADEH, Asghar et al. Application of low-cost material for adsorption of dye from aqueous solution. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, v. 102, n. 1, p. 254-269, 2022.
- [5] SULYMAN, Mohamed; GIERAK, Andrzej. Green environmental approach for adsorption of

hazardous dye from water using tree and sea plant leaves (Dead L.). *Acta Sci Agric*, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2020.

[6] SALGOT, Miquel; FOLCH, Montserrat. Wastewater treatment and water reuse. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, v. 2, p. 64-74, 2018.

[7] FU, F; WANG, Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *Journal of Environmental Management*. Vol. 92, p. 407-418, 2011.

[8] YOUNAS, Fazila et al. Current and emerging adsorbent technologies for wastewater treatment: trends, limitations, and environmental implications. *Water*, v. 13, n. 2, p. 215, 2021.

[9] MELO, S. A. S.; TROVÓ, A. G.; BAUTITZ, I. R.; NOGUEIRA, R. F. P. Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados. *Química Nova*, v. 32, n. 1, p. 188-197, 2009.

[10] SINGARE, P. U. Fluidized aerobic bio-reactor technology in treatment of textile effluent. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 7, n.1, p.1-12, 102899, 2019.

[11] NASCIMENTO, R. F. et al. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. 2ª ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020.

[12] BAJPAI, A. K.; RAJPOOT, M. Adsorption Techniques – A review. *Journal of Scientific & Industrial Research*. Vol. 58, p. 844-860, 1999.

[13] DABROWSKI, A. Adsorption – from theory to practice. *Advances in Colloid and Interface Science*. Vol. 93, p. 135-224, 2001.

[14] RAY, Subhabrata; DAS, Gargi. *Process equipment and plant design*. NY: Elsevier, 2020.

[15] LIMA, Éder Cláudio et al. Adsorption: Fundamental aspects and applications of adsorption for effluent treatment. In: *Green technologies for the defluoridation of water*. Elsevier, 2021. p. 41-88.

[16] GENG, Y. ZHANG, J. ZHOU, J. LE, J. Study on adsorption of methylene blue by a novel composite material of TiO<sub>2</sub> and alum sludge. *The Royal Society of Chemistry* (2018). DOI: 10.1039/c8ra05946b.

[17] LEAL, T.W. LOURENÇO, L.A., SCHEIBE, A.S, SOUZA, S.M.A.G.U, SOUZA, A.A.U., Textile wastewater treatment using low-cost adsorbent aiming the water reuse in dyeing process, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v.6, Issue 2, p. 2705-2712, 2018.

[18] TAN, K. B.; VAKILI, M.; HORRI, B. A.; POH, P. E.; ABDULLAH, A. Z.; SALAMATINIA, B. Adsorption of dyes by nanomaterials: Recent developments and adsorption mechanisms. *Separation And Purification Technology*, v. 150, p.229-242, 2015.

[19] NASCIMENTO, R. F. et al. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. 2ª ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020.

[20] LIMA, Éder Cláudio et al. Adsorption: Fundamental aspects and applications of adsorption for effluent treatment. In: *Green technologies for the defluoridation of water*. Elsevier, 2021. p. 41-88.

[21] RAY, S. DAS, G. Chapter 12 - Adsorption. 2020. *Process. Equipamnet and Plant Design*. doi.org/10.1016/B978-0-12-814885-3.00012-9

[22] MOHAMMED, M.A. SHITU, A. IBRAHIM, A. Removal of methylene blue using low-cost adsorbent: a review. *Res. J. Chem. Sci.*, v.4, p. 91-102, 2014.

[23] OMO-OKORO, P. ADEGBENRO, DASO, N. P. OKONKWO, J. O. A review of the application of agricultural wastes as precursor materials for the adsorption of per- and polyfluoroalkyl substances: A focus on current approaches and methodologies, *Environmental Technology & Innovation*, v.9, p. 100-114, 2018.

[24] BENHACHEM, F. Z. ATTAR, T. BOUABDALLAH, F. Kinetic study of adsorption methylene blue dye from aqueous solutions using activated carbon from starch. *Chem Rev Lett*, v. 2, p.33-39, 2019.

[25] PAVAN, F.A.; CAMACHO, E.S.; LIMA, E.C.; DOTTO, G.L.; BRANCO, L.T.A.; DIAS, S.L.P. Formosa papaya seed poder (FPST): Preparation, characterization and application as an alternative adsorbent for the removal of crystal violet from aqueous phase. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 2, p. 230-238. 2014.

[26] VALLADARES-CISNEROS, María Guadalupe et al. Adsorventes não convencionais, alternativas sustentáveis para o tratamento de águas residuais. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, v. 16, n. 31, p. 55-73, 2017.

- [27] MO, Jiahao et al. A review on agro-industrial waste (AIW) derived adsorbents for water and wastewater treatment. *Journal of environmental management*, v. 227, p. 395-405, 2018.
- [28] SANTOS, A. S.; SANTOS, T.S.M; LEMOS, V.A.; SOUZA, A.O.; Yellow Mombin (*Spondias mombin* L.) Seeds from Agro-Industrial Waste as a Novel Adsorbent for Removal of Hexavalent Chromium from Aqueous Solutions. *J. Braz. Chem. Soc.*, São Paulo , v. 32, n. 2, p. 437- 446, 2021.
- [29] KARIĆ, Nataša et al. Bio-waste valorisation: Agricultural wastes as biosorbents for removal of (in) organic pollutants in wastewater treatment. *Chemical Engineering Journal Advances*, v. 9, p. 100239, 2022.
- [30] SOARES, M.D.A.; ALVES, V.N. Avaliação do potencial adsorptivo da palha de café frente a íons metálicos. *Revista Processos Químicos*, v. 14, n. 27, p. 59-66. 2020.
- [31] MENDOZA-MARTINEZ, C.L; SAARI, J; MELO, Y; CARDOSO, M; ALMEIDA, G.M; VAKKILAINEN, E. Evaluation of thermochemical routes for the valorization of solid coffee residues to produce biofuels: A Brazilian case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, vol. 137, 2021.
- [32] LIU, Z. et al. Biosorption of clofibrac acid and carbamazepine in aqueous solution by agricultural waste rice straw. *Journal of Environmental Sciences*. Vol. 25, nº 12, p. 2384-2395, 2013.
- [33] YAHYA, Mohd Adib; AL-QODAH, Zakaria; NGAH, CW Zanariah. Agricultural bio-waste materials as potential sustainable precursors used for activated carbon production: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, v. 46, p. 218-235, 2015.
- [34] LIN, Lili et al. In-depth investigation of enzymatic hydrolysis of biomass wastes based on three major components: cellulose, hemicellulose and lignin. *Bioresource technology*, v. 101, n. 21, p. 8217-8223, 2010.
- [35] SALA, Oswaldo. *Fundamentos da espectroscopia no infravermelho*. 1996.
- [36] POPESCU, C. M. et. al. Spectral Characterization of Eucalyptus Wood. *Applied Spectroscopy*. Vol. 61. n. 8, p. 1168-1177, 2007.
- [37] BARBOSA, L. C. A. *Espectroscopia no infravermelho na caracterização de compostos orgânicos*. Viçosa: Ed. UFV, p. 78-79, 2007.
- [38] COATES J. Interpretation of infrared spectra, a practical approach. In: Meyers RA, editor. *Encyclopedia of analytical chemistry*. Chichester: John Wiley & Sons Ltda; p. 10815–37, 2000.
- [39] ORTÍZ-GUTIÉRREZ, M. ALFARO-CUEVAS-VILLANUEVA, RUTH, MARTÍNEZ-MIRANDA, VERÓNICA, HERNÁNDEZ-CRISTÓBAL, ORLANDO AND CORTÉS-MARTÍNEZ, RAÚL. "Reduction and Biosorption of Cr(VI) from Aqueous Solutions by Acid-Modified Guava Seeds: Kinetic and Equilibrium Studies" *Polish Journal of Chemical Technology*, v.22, p.36-47, 2020. Doi.org/10.2478/pjct-2020-0037.

# Capítulo 16

## *Efeitos do pH e da massa na adsorção do corante violeta cristal por argila vermelha*

*Wemilly Lucena Silva*

*Meiry Gláucia Freire Rodrigues*

*Antusia dos Santos Barbosa*

**Resumo:** O processo da indústria têxtil gera uma grande quantidade de efluentes, muitas vezes o descarte é feito sem o devido tratamento, poluindo e causando impactos ambientais. Por esta razão, a importância de novos tratamentos para reduzir ou eliminar os corantes, contidos nos efluentes, é necessário. Portanto, o trabalho tem como objetivo caracterizar a argila vermelha com o propósito de avaliar seu potencial como adsorvente num sistema batelada para adsorção do corante violeta cristal. A argila vermelha foi caracterizada utilizando as técnicas de Capacidade de Troca Catiônica, Difração de Raios X e Fluorescência de Raio-X por energia dispersa. Os experimentos foram realizados variando os parâmetros: pH (entre 1 e 13) e massa do adsorvente (entre 0,1 g e 2,0 g) para verificar a condição mais apropriada para remoção. Baseado nos resultados obtidos por CTC e DRX têm-se que a argila vermelha pode ser classificada como argila do tipo esmectita. A argila foi avaliada quanto a sua capacidade de remoção do corante violeta cristal ( $q_{eq}$ ) e sua percentagem de remoção do corante violeta cristal (%Rem) presente no efluente sintético. A partir dos experimentos, evidencia-se que as condições mais adequadas foram pH igual a 13 e massa do adsorvente igual a 1,25 g com as respectivas percentagens de remoção 99,69 % e 99,60 %. Concluindo, os resultados experimentais indicaram que a argila vermelha pode ser empregada como adsorvente para a eliminação do corante violeta cristal de águas e efluentes contaminados por meio da adsorção.

**Palavras-chave:** Argila vermelha; Corante violeta cristal; Adsorção em sistema batelada; Sustentabilidade ambiental.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o crescimento populacional contínuo, concentrado principalmente nas grandes cidades, gera um aumento nos impactos ambientais. Esse fenômeno gera um crescimento desordenado e acelerado, provocando um encadeamento de mudanças no meio ambiente (FERREIRA; LOPES, 2020).

Para acompanhar o crescimento da população mundial um processo de mudança no cenário industrial é indispensável. Dentre o crescimento industrial, uma das áreas que se destaca é a têxtil, sendo considerada uma das maiores do mundo e reconhecido por ser bastante diversificado.

Com a maior cadeia têxtil completa do ocidente, o Brasil gera cerca de 16,7 % dos empregos no país, segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e da Confecção (ABIT). Logo, a importância da indústria têxtil no Brasil se dá pelo seu impacto na economia e a potencialização das oportunidades de empregabilidade. Em 2022 com dados de fevereiro, o setor contava com 24,6 mil empresas formais e produzia em média 1,91 milhões de toneladas de tecidos que se posicionou como a 2ª maior empregador na indústria de conversão no Brasil (ABIT, 2022).

Por ser uma indústria com uma grande produtividade no país, não apresenta apenas benefícios. O consumo de uma grande quantidade de recursos naturais e insumos, como água e fibras em geral, desde o algodão até a fibra sintética, é significativo. Um dos principais insumos utilizados na indústria têxtil é a água, utilizando entre 200 a 270 m<sup>3</sup> de água para produzir 1 tonelada do produto têxtil sendo o maior efluente gerado na indústria nesse segmento (FOXWATER, 2020).

A indústria têxtil é constituída por uma cadeia de atividades em sequência linear, e é uma grande área de manufatura que trabalha com a transformação de fibras em fios, de fios em tecidos e, por fim, nos produtos prontos para o uso. Nas etapas existentes, utiliza-se produtos sintéticos, para preparação da fibra, e diversos tipos de corantes, para o tingimento, tornando o efluente com uma composição extremamente heterogênea e uma grande quantidade de material tóxico recalcitrante (BILIŃSKA et al., 2019; KISHOR et al., 2020).

Os corantes são compostos orgânicos sintéticos ou naturais utilizados em diversas áreas. A maior parte dos corantes utilizados na indústria têxtil são estáveis a luz ultravioleta e não biodegradáveis. Eles também são resistentes a digestão aeróbia, tornando a separação da água-corante mais difícil. A classificação desse grupo está ligada diretamente ao tipo de fibra têxtil em que é aplicado e a maneira de aplicação (ARDEJANI et al., 2008).

Para o tratamento de efluentes com esta classe de contaminante, um método que tem sido bastante estudado é a adsorção, que se caracteriza principalmente por ter uma alta eficiência na remoção do corante têxtil, removendo toda a molécula do contaminante. Esta técnica não apresenta a necessidade de um grande espaço para sua aplicação, tem um baixo custo de aplicação, e curto período de tratamento do efluente, caracterizando-a por ser uma técnica relativamente rápida (ALMEIDA et al., 2009; ZHOU et al., 2019).

Vários adsorventes foram testados para o tratamento de águas residuais, um exemplo é a argila (KAUSAR et al., 2018). Define-se a argila como um material natural, terroso e de granulação fina, que geralmente adquire, quando umedecido com água, certa plasticidade; quimicamente as argilas são formadas essencialmente por silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio (SOUZA SANTOS, 1992).

Sabe-se que as argilas possuem aplicações em diversos setores tecnológicos (SOUZA SANTOS, 1992). Associada ao baixo custo, quando comparado a outros adsorventes alternativos, incluindo o carvão ativado, zeólitas naturais e sintéticas, e a alta eficiência, as argilas são utilizadas devido a sua capacidade adsorvente na remoção de corantes presentes em efluentes líquidos, visando sua aplicação em processos de tratamento de efluentes de indústrias têxteis.

Os argilominerais representam materiais economicamente viáveis e disponíveis localmente que podem ser usados substancialmente para o controle e gestão da poluição.

Diversos trabalhos foram realizados empregando argilas para a remoção de corantes (NGULUBE et al., 2017; WANG et al., 2022; RAHIMI e ALIHOSSEINI, 2022; LIU et al., 2021; PORMAZAR e DALVAND, 2020; PURI e SUMANA, 2018; CHEN et al., 2011; ADEYEMO et al., 2017).

O grupo de pesquisa do Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais, UFCG, Brasil, tem publicado vários artigos sobre tratamento de efluentes utilizando diversas argilas (ROCHA et al., 2016; DE SOUSA et al., 2016; BARBOSA et al., 2016; LIMA et al., 2016; ROCHA et al., 2015; LIMA et al., 2016; MOTA et al., 2014; SOUZA et al., 2015; VASCONCELOS et al., 2013; SILVA et al., 2015; LIMA et al., 2015).

A presente pesquisa descreve a caracterização da argila vermelha e sua avaliação como adsorvente na remoção do corante violeta cristal utilizando um sistema de batelada. No estudo de adsorção, os efeitos da massa de adsorvente e pH foram avaliados.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais (LABNOV), da Unidade Acadêmica de Engenharia Química, localizado no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande (UAEQ/CCT/UFCG).

### **2.1. MATERIAIS**

#### **2.1.1. ADSORVENTE**

Neste estudo foi utilizada a argila nacional vermelha, proveniente do município de Parelhas, Rio Grande do Norte, fornecida pela Armil Mineração do Nordeste. A argila foi triturada e peneirada (200 mesh), sendo homogeneizada para garantir que as partículas possuíssem o mesmo tamanho.

#### **2.1.2. CORANTE**

O corante catiônico utilizado no estudo foi o violeta cristal adquirido junto a empresa *Synth*. Suas principais características estão mostradas na Tabela 1.

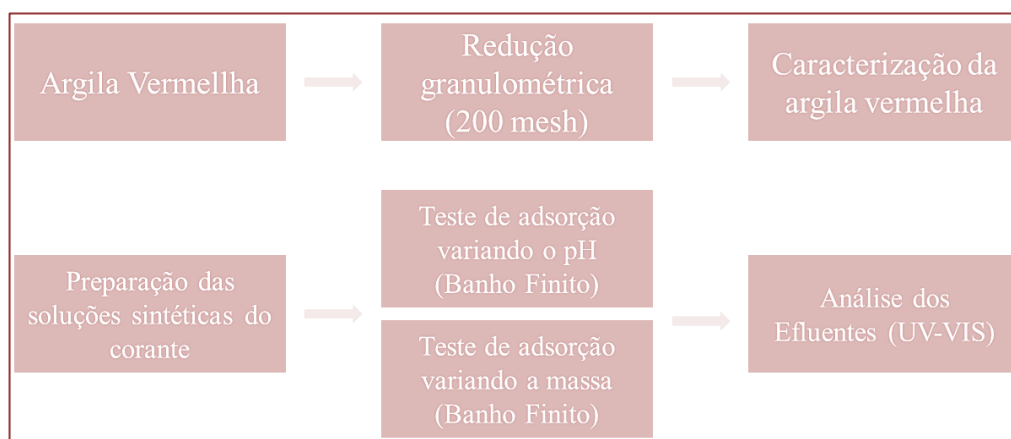
**Tabela 1** – Características do corante violeta cristal

Característica	Corante
Nome	Violeta Cristal
C.I.	42555
Nº CAS	548-62-9
Fórmula Química	C <sub>25</sub> H <sub>30</sub> ClN <sub>3</sub>
Classe Química	Catiônico
Massa Molecular	407,949 g.mol <sup>-1</sup>
Absorbância – λ max	590 nm
Densidade	1,19 g.cm <sup>-3</sup>
Solubilidade	10 g.L <sup>-1</sup> (20 °C)

A solução-mãe, do corante violeta cristal, com concentração de 1000 mg.L<sup>-1</sup> foi preparada e a partir dela foram realizadas diluições até uma concentração de 50 mg.L<sup>-1</sup>, utilizada nos testes, cuja absorvâncias foram analisadas no espectrofotômetro para obtenção da curva de calibração.

### 2.1.3. MÉTODOS

O desenvolvimento experimental foi realizado de acordo com o diagrama, conforme apresentado no Figura 1.

**Figura 1** – Diagrama do desenvolvimento experimental

## 2.2. CARACTERIZAÇÃO

### 2.2.1. CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC)

Para realizar a determinação da Capacidade de Troca de Cátions (CTC) foi utilizado um destilador de Kjeldahl modelo MA-036Plus (BARBOSA, 2018).

### 2.2.2. DIFRAÇÃO DE RAIOS X (DRX)

A amostra foi analisada em forma de pó, compactada sobre um suporte. O aparelho utilizado é da marca Shimadzu XRD-6000 com radiação  $\text{CuK}\alpha$ , tensão de 40 KV, corrente de 30 mA. Utilizou-se o método de varredura.

### 2.2.3. FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X POR ENERGIA DISPERSA (FRX-ED)

A análise química foi realizada num equipamento EDX-700 Shimadzu.

## 2.3. EXPERIMENTOS DE ADSORÇÃO EM BATELADA

Experimentos típicos de adsorção foram realizados em sistema de batelada para verificar o potencial da argila vermelha como adsorvente.

Após o processo de adsorção, o adsorvente (argila vermelha) foi separado das soluções aquosas por centrifugação e a absorção do corante violeta cristal foi calculado por espectroscopia UV-Vis (UV-1600 Pró-Análise, Shimadzu) a 590 nm.

### 2.3.1. INFLUÊNCIA DO pH

Os experimentos foram realizados usando uma série de erlenmeyers contendo solução de corante violeta cristal (50 mL) com diferentes valores de pH (1, 3, 5, 7, 9, 11 e 13). A correção do pH deu-se com o auxílio das soluções de HCl e de NaOH. Após a correção foram inseridos 0,5 g de argila vermelha em cada erlenmeyer (250 mL) correspondente. As amostras foram conduzidas a mesa agitadora (Certomat® MO, B. Broun Biotech International), à temperatura de 25 °C, a 200 rpm durante 3 horas.

### 2.3.2. INFLUÊNCIA DA MASSA

As diferentes dosagens de argila vermelha (0,1 g a 2,0 g) foram adicionadas aos 50 mL de solução do corante violeta cristal ( $50 \text{ mg.L}^{-1}$ ) em uma série de erlenmeyers (250 mL) previamente identificados. Em seguida, as amostras foram conduzidas a mesa agitadora (Certomat® MO, B. Broun Biotech International), à temperatura de 25 °C, a 200 rpm durante 3 horas. Após o término, as amostras foram centrifugadas e a parte líquida foi conduzida à análise por espectroscopia UV-Vis.

## 2.4. PERCENTAGEM DE REMOÇÃO (%REM) E CAPACIDADE DE REMOÇÃO ( $Q_{EQ}$ )

A percentagem de remoção do corante violeta cristal (%Rem) e a capacidade de remoção do corante violeta cristal foram determinados pelas seguintes equações (1) e (2), respectivamente:

$$\% \text{Rem} = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

Em que: % Rem: Percentagem de remoção do corante violeta cristal;  $C_0$ : Concentração inicial ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); C: Concentração final ( $\text{mg.L}^{-1}$ )



$$q_{eq} = \frac{V}{m} (C_0 - C) \quad (2)$$

Em que:  $q_{eq}$ : Capacidade de remoção (mg do corante violeta cristal/g do adsorvente);  $V$ : Volume de solução (L);  $m$ : Massa de adsorvente (g);  $C_0$ : Concentração inicial (mg.L<sup>-1</sup>).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO

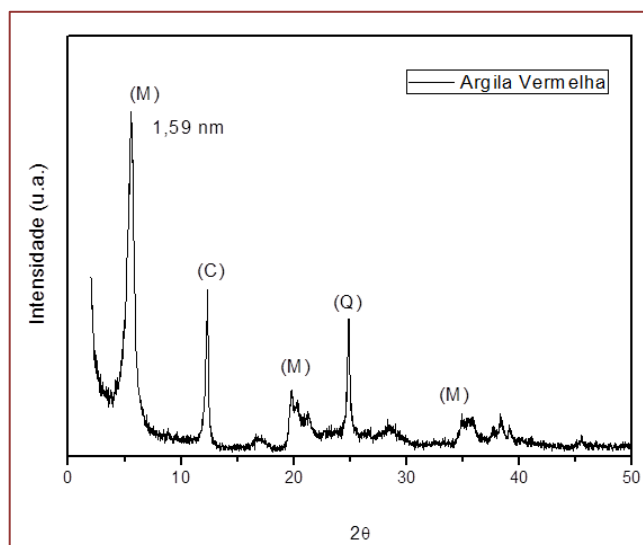
##### 3.1.1. CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC)

Utilizando o método do acetato de amônio realizado em equipamento de Kjeldahl, foi possível obter o resultado da CTC para a argila em estudo. O valor da capacidade de troca catiônica para a argila vermelha foi 13 meq/100g. Os autores relatam que valores de CTC de argilas esmectitas encontram-se na faixa de 3 a 150 meq/100g (SOUZA SANTOS, 1992), portanto o valor encontrado de CTC está dentro da faixa apresentada.

##### 3.1.2. DIFRAÇÃO DE RAIOS X (DRX)

Na Figura 2 está representado o difratograma da argila vermelha.

**Figura 2** – Difratograma da argila vermelha



Analisando o difratograma (Figura 2) constata-se que a estrutura apresentada pela argila vermelha é característica de argilas do tipo esmectita como evidenciado na literatura (SOUZA SANTOS, 1991; RODRIGUES, 2003; MELLO et al., 2013), apresentando reflexão do grupo da esmectita (E) que aparece em aproximadamente 5,6° e corresponde ao espaçamento basal ( $d_{001}$ ) de 17,5 Å equivalente à 1,75 nm, que é característico de uma montmorilonita hidratada. Observam-se também outros picos que são referentes a mineral não esmectítico como o quartzo que se apresenta como impureza.

### 3.1.3. FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X POR ENERGIA DISPERSA (FRX-ED)

Na Tabela 2, está apresentada a composição química da argila vermelha.

**Tabela 2** – Composição química da argila vermelha

Compostos (%)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	Outros	Total
	59,99	30,49	4,80	2,16	1,33	1,23	100

Analisando a composição da argila vermelha apresentada na Tabela 2, observa-se uma maior quantidade de óxido de silício (SiO<sub>2</sub>) e óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), quando comparado com os outros componentes. A amostra também apresentara teores consideráveis de óxido de ferro na forma de óxido de ferro III (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Os óxidos com teores menores de 1%, no geral, não influenciam significativamente as propriedades das argilas. Estes resultados concordam com os encontrados na literatura para argilas brasileiras (GRIM,1968; SOUZA SANTOS, 1992; RODRIGUES, 2003).

De acordo com a análise da composição química a argila pode ser classificada como uma bentonita policatiônica, devido a presença dos cátions Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> que são relevantes para o processo de adsorção.

## 3.2. ADSORÇÃO DO CORANTE VIOLETA CRISTAL UTILIZANDO A ARGILA VERMELHA

### 3.2.1. INFLUÊNCIA DO pH

O pH inicial da solução do corante é um parâmetro importante, que controla o processo de adsorção, particularmente a capacidade de adsorção. O pH da solução pode mudar (i) a carga de superfície do adsorvente, (ii) o grau de ionização da molécula de adsorvato e (iii) grau de dissociação de grupos funcionais nos sítios ativos do adsorvente (NANDI et al., 2008).

O pH é um dos parâmetros importantes que controlam o processo de adsorção. Tem um impacto significativo na adsorção de corantes em adsorventes. As características químicas tanto do adsorvente quanto do adsorvato variam com o pH. O pH da solução afeta o grau de ionização e a especificação de vários corantes, o que subsequentemente leva a uma mudança na cinética da reação e características de equilíbrio do processo de adsorção (GAMOUDI E SRASRA, 2019).

O pH da solução de corante é um importante controle parâmetro em adsorção porque afeta a superfície carga do adsorvente, o grau de ionização dos materiais presentes na solução, a estabilidade estrutural, e a intensidade da cor da molécula de corante. o hidrogênio e os íons hidroxila são fortemente adsorvidos e, portanto, a adsorção de outros íons é afetada pelo pH da solução (MONASH e PUGAZHENTHI, 2010).

Para estudar a influência do pH na capacidade de adsorção da argila vermelha, experimentos foram realizados usando várias soluções de pH a partir de 1 a 13.

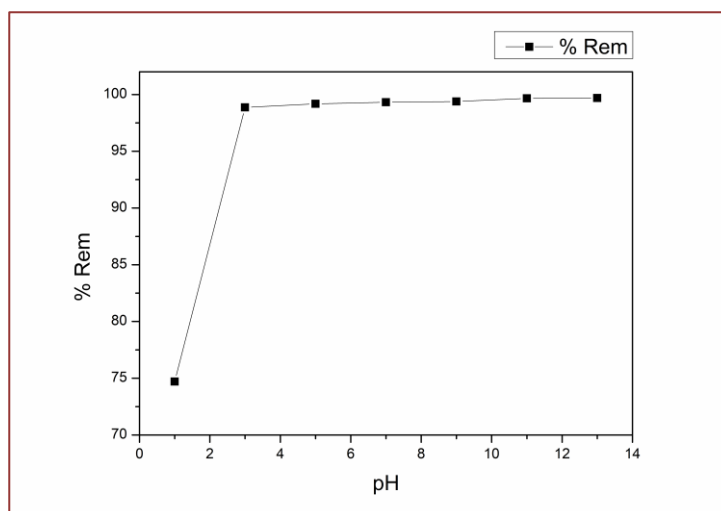
Na Tabela 3 estão sintetizados os valores experimentais da capacidade de remoção do corante violeta cristal ( $q_{eq}$ ) em função dos valores de pH.

**Tabela 3** – Resultados obtidos para a influência do pH na adsorção do corante violeta cristal utilizando a argila vermelha. Condições experimentais: sistema batelada, T = 25 °C; tempo de contato = 3 h; velocidade de agitação = 200 rpm; C<sub>0</sub> = 50 mg.L<sup>-1</sup>

Ensaio	pH	massa do adsorvente (g)	q <sub>eq</sub> (mg.g <sup>-1</sup> )
1	1	0,5	3,735
2	3	0,5	4,943
3	5	0,5	4,959
4	7	0,5	4,966
5	9	0,5	4,969
6	11	0,5	4,983
7	13	0,5	4,981

Na Figura 3, está apresentada a eficiência do processo de adsorção do corante violeta cristal frente a argila vermelha em função do pH.

**Figura 313** – Influência do pH na adsorção do corante violeta cristal utilizando a argila vermelha. Condições experimentais: sistema batelada, T = 25 °C; tempo de contato = 3 h; velocidade de agitação = 200 rpm; C<sub>0</sub> = 50 mg.L<sup>-1</sup>.



A partir desse estudo, evidencia-se altos valores de adsorção para o corante catiônico violeta cristal em todas as faixas de pH. A Figura 3 também mostra que para valores de pH superiores a 3, observa-se que a quantidade adsorvida do corante violeta cristal é pouco dependente do pH para a argila vermelha, pois a quantidade adsorvida permanece, praticamente, constante na faixa de valores de pH de 3 a 13. Observa-se um patamar de saturação a partir do pH 4.

A maioria dos argilominerais são carregados negativamente e tem forte afinidade com cátions orgânicos (THENG, 1974). Portanto, uma possível explicação é que as interações eletrostáticas da superfície da argila com as cargas positivas do corante catiônico violeta cristal estejam interferindo no processo.

### 3.2.2. INFLUÊNCIA DA MASSA NA ADSORÇÃO DO CORANTE VIOLETA CRISTAL

Esses experimentos foram realizados com a finalidade de determinar a influência da massa do adsorvente (argila vermelha) nos resultados da capacidade de adsorção da argila vermelha. Na Tabela 4, encontram-se os resultados.

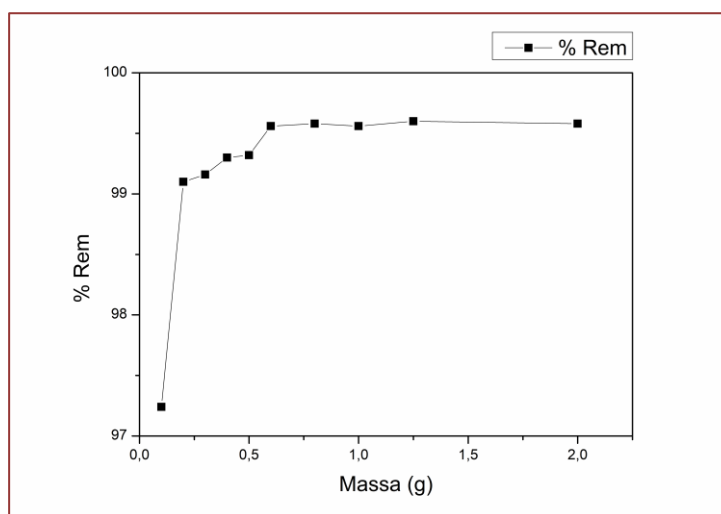
**Tabela 4** – Resultados obtidos para a Influência da massa na adsorção do corante catiônico violeta cristal utilizando a argila vermelha. Condições experimentais: sistema batelada, T = 25 °C; tempo de contato = 3 h, pH = 7,8; velocidade de agitação = 200 rpm;  $C_0 = 50 \text{ mg.L}^{-1}$

Ensaio	Massa do adsorvente (g)	Tempo de contato (h)	$q_{eq}$ ( $\text{mg.g}^{-1}$ )
1	0,1	3	24,31
2	0,2	3	12,39
3	0,3	3	8,26
4	0,4	3	6,21
5	0,5	3	4,97
6	0,6	3	4,15
7	0,8	3	3,11
8	1,0	3	2,49
9	1,25	3	1,99
10	2,0	3	1,25

Constata-se de acordo com a Tabela 4, que a quantidade de corante violeta cristal adsorvida no equilíbrio ( $q_{eq}$ ) diminui de maneira mais gradativa.

A Figura 4 mostra o efeito da dosagem do adsorvente na percentagem de remoção do corante violeta cristal.

**Figura 4** - Influência da massa na adsorção do corante catiônico violeta cristal utilizando a argila vermelha. Condições experimentais: sistema batelada, T = 25 °C, tempo de contato = 3 h; pH = 7,8; velocidade de agitação = 200 rpm, C<sub>0</sub> = 50 mg.L<sup>-1</sup>



Nota-se, a partir da Figura 4 um aumento da porcentagem de remoção com o aumento da massa da argila vermelha (no intervalo entre 0,1 e 0,75), a partir daí torna-se praticamente constante.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados obtidos neste trabalho e em outros trabalhos da literatura.

**Tabela 5** - Comparação dos resultados encontrados neste trabalho e outros trabalhos da literatura

Adsorventes	Condições experimentais do processo	Q <sub>eq</sub> (mg.g <sup>-1</sup> )	Referência
Argila vermelha	Sistema batelada C <sub>0</sub> = 50 mg.L <sup>-1</sup> T = 25 °C; pH = 13 VA = 200 rpm Corante: Violeta cristal	4,981	Este trabalho
Grânulos de hidrogel de quitosana	Sistema batelada C <sub>0</sub> = 50 mg.L <sup>-1</sup> T = 30 °C; pH = 7 VA = 150 rpm Corante: Violeta cristal	5,480	Pal et al., 2013
Raw clay	Sistema batelada C <sub>0</sub> = 33 mg.L <sup>-1</sup> T = 25 °C; pH = 6	3,5 10 <sup>-4</sup> mol.g <sup>-1</sup>	Eren e Afsin, 2008

#### 4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi demonstrado com sucesso a aplicabilidade da argila vermelha disponível localmente e mais barata como um potencial adsorvente para a remoção do cristal violeta da solução aquosa.

De acordo com os resultados de DRX, CTC e Adsorção física de N<sub>2</sub> conclui-se que a argila vermelha utilizada como adsorvente neste trabalho, foi caracterizada como argila esmectítica.

O teste de adsorção em função do pH apresentou um maior desempenho no pH 13, com remoção de 99,69%. O teste de adsorção variando a massa sofreu uma crescente na porcentagem de remoção até a massa de 0,5 gramas onde passou a ter uma variação pequena. Dessa forma, foi possível concluir que a melhor quantidade de argila, para a adsorção do corante CV na concentração de 50 mg.L<sup>-1</sup>, é 1,25 gramas.

Diante do exposto, os objetivos desse estudo foram satisfeitos. A argila Vermelha estudada apresenta potencialidade para aplicação como adsorvente na remoção do corante violeta cristal, presente em efluentes de indústrias têxteis. Tornando-se uma alternativa promissora que a utilização de argila pois pode substituir outros adsorventes mais caros, por sua alta disponibilidade, baixo custo e que é abundante em algumas regiões do Brasil.

#### REFERÊNCIAS

- [1] ABIT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. Perfil do setor têxtil e de confecção. Disponível em: <<http://www.abit.org.br/cont/quemsomos>>. Acesso em: 6 Sep. 2022.
- [2] ADEYEMO, A. A.; ADEOYE, I. O.; BELLO, O. S. Adsorption of dyes using different types of clay: a review. *Applied Water Science*, v. 7, p. 543–568, 2017.
- [3] ALMEIDA, C. A. P.; DEBACHER, N. A.; DOWNS, A. J.; COTTET, L.; MELLO, C. A. D., Removal of methylene blue from colored effluents by adsorption on montmorillonite clay. *Journal of Colloids Interface and Science*, v. 332, p. 46–53, 2009.
- [4] ARDEJANI, F. D.; BADII, K.; LIMAE, N. Y.; SHAFAEI, S. Z.; MIRHABIBI, A. R. Adsorption of Direct Red 80 dye from aqueous solution onto almond shells: Effect of pH, initial concentration and shell type. *Journal of Hazardous Materials*, v. 151, p. 730–737, 2008.
- [5] BARBOSA, A. S.; ALVES, A. C.; RODRIGUES, M. G. F. Avaliação da Argila Chocolate B (natural e modificada ácida e termicamente) na descontaminação de efluentes têxteis. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 2018.
- [6] BARBOSA, A. S.; ROCHA, L. N.; MONTEIRO, G.; RODRIGUES, M. G. F. Argila vermelha utilizada como adsorvente na remoção de corantes reativos. Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2016.
- [7] BARBOSA, A. S.; MONTEIRO, G. S.; ROCHA, L. N.; LIMA, E. G.; RODRIGUES, M. G. F. Remoção do corante reativo vermelho por adsorção utilizando argilas branca e vermelha. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 8, n. 2, p. 539-561, 2019.
- [8] BILIŃSKA, L. et al. Coupling of electrocoagulation and ozone treatment for textile wastewater reuse. *Chemical Engineering Journal*, v. 358, p. 992–1001, 2019.
- [9] CHEN, H.; ZHAO, J.; ZHONG, A.; JIN, Y. Removal capacity and adsorption mechanism of heat-treated palygorskite clay for methylene blue. *Chemical Engineering Journal*, v. 174, p. 143–150, 2011.
- [10] DE SOUSA, A. K. F.; LIMA JUNIOR, G. E.; SEVERO, W. K. G.; BARBOSA, A. S.; RODRIGUES, M. G. F. Utilização da argila branca ativada acidamente como adsorvente visando avaliar o pH na remoção do corante azul BF- 5G. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 2016.
- [11] EREN, E.; AFSIN, B. An Investigation of Cu(II) Adsorption by Raw and Acid-Activated Bentonite: A Combined Potentiometric, Thermodynamic, XRD, IR, DTA Study. *Journal of Hazardous Materials*, v. 151, p. 682-691, 2008.

- [12] FERREIRA, M. C.; LOPES, J. F. **O Crescimento Populacional e os Impactos Ambientais**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 2, p. 188-195, 2020.
- [13] FOXWATER, 07/05/2020. Efluentes da indústria têxtil. Disponível em: <<https://www.foxwater.com.br/225/efluentes-da-industria-textil>>. Acesso em: 04 Sep. 2021.
- [14] GAMOUDI, S.; SRASRA, E. Adsorption of organic dyes by HDPy $\beta$ -modified clay: Effect of molecular structure on the adsorption. *Journal of Molecular Structure*, v. 1193, p. 522-531, 2019.
- [15] GRIM, R. E.; *Clay Mineralogy*. 2nd Ed, McGraw-Hill Book, New York, EUA, 1968.
- [16] KAUSAR, A.; IQBAL, M.; JAVED, A.; AFTAB, K.; NAZLI, Z. BHATTI, H. N.; NOUREN, S. Dyes adsorption using clay and modified clay: A review. *Journal of Molecular Liquids*, v. 256, p. 395-407, 2018.
- [17] KISHOR, R. et al. Environmental and Health Hazards of Textile Industry Wastewater Pollutants and Its Treatment Approaches. In: HUSSAIN, C. M. (Ed.). *Handbook of Environmental Materials Management*. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 1-24.
- [18] LIMA, F. S.; BARBOSA, A. S.; RODRIGUES M. G. F. Tratamento de efluentes (corante reativo azul BF-5G) utilizando argila Bragel como adsorvente. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 2016.
- [19] LIMA, F. S.; ROCHA, L. N.; BARBOSA, A. S.; RODRIGUES, M. G. F. Estudo da capacidade de remoção do corante reativo vermelho BF-4B em argila Vermelha e Bragel. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 2016.
- [20] LIMA, W. S.; BRITO, A. L. F.; RODRIGUES, M. G. F.; MOTA, M. F.; SILVA, M. M. Characterization of national clays after acid treatment and thermal. *Materials science Forum*, v. 805, p. 662-666, 2015.
- [21] LIU, Y.; CHEN, Y.; SHI, Y.; WAN, D.; CHEN, J.; XIAO, S. Adsorption of toxic dye Eosin Y from aqueous solution by clay/carbon composite derived from spent bleaching earth. *Water Environment Research*, v. 93, p. 159-169, 2021.
- [22] MELLO, V. F. B. et al. Estudo e caracterização de propriedades da argila esmectita na remoção de corantes têxteis. *Matéria*, v.18, n.4, p.1467-1482, 2013.
- [23] MONASH, P.; PUGAZHENTHI, G. Removal of Crystal Violet Dye from Aqueous Solution Using Calcined and Uncalcined Mixed Clay Adsorbents. *Separation Science and Technology*, v. 45, p. 94-104, 2010.
- [24] MOTA, M. F.; RODRIGUES, M. G. F.; MACHADO, F. Oil-water separation process with organoclays: A comparative analysis. *Applied Clay Science*, v. 99, p. 237- 245, 2014.
- [25] NANDI, B. K.; GOSWAMI, A.; DAS, A. K.; MONDAL, B.; PURKAIT, M. K. Kinetic and Equilibrium Studies on the Adsorption of Crystal Violet Dye using Kaolin as an Adsorbent. *Separation Science and Technology*, v. 43, p. 1382-1403, 2008.
- [26] NGULUBE, T.; GUMBO, J. R.; MASINDI, V.; MAITY, A. An update on synthetic dyes adsorption onto clay based minerals: A state-of-art review. *Journal of Environmental Management*, v. 191, p. 35-57, 2017.
- [27] PAL, A.; PAN, S.; S. SAHA. Synergistically improved adsorption of anionic surfactant and crystal violet on chitosan hydrogel beads. *Chemical Engineering Journal*, v. 217, 426-434, 2013.
- [28] PORMAZAR, S. M.; DALVAND, A. Adsorption of Direct Red 23 dye from aqueous solution by means of modified montmorillonite nanoclay as a superadsorbent: Mechanism, kinetic and isotherm studies. *Korean Journal of Chemical Engineering*, v. 37(12), p. 2192-2201, 2020.
- [29] PURI, C.; SUMANA, G. Highly effective adsorption of crystal violet dye from contaminated water using graphene oxide intercalated montmorillonite nanocomposite. *Applied Clay Science*, v. 166, p. 102-112, 2018.
- [30] RAHIMI, A.A.; ALIHOSSEINI, F. Application of dye saturated clay adsorbent from dyeing wastewater as textile printing pigment. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, v. 97, p. 3152-3162, 2022.
- [31] ROCHA, L. N.; BARBOSA, A. S.; MONTEIRO, G.; BARBOSA, A. S.; RODRIGUES, M. G. F. Influência do pH na remoção de corantes reativos utilizando argilas como adsorventes. Congresso Brasileiro de Catálise, 2015.

- [32] ROCHA, L. N.; BARBOSA, A. S.; RODRIGUES, M. G. F. Ensaio de adsorção de dois corantes reativos utilizando argila vermelha. XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2016.
- [33] RODRIGUES M. G. F. Physical and catalytic characterization of smectites from Boa-Vista, Paraíba, Brazil. *Cerâmica*, v. 49, p. 146-150, 2003.
- [34] SILVA, J. V. N.; OLIVEIRA, G. C.; RODRIGUES, M. G. F. Feasibility Study of the Properties of Clay Chocobofe Removal of Lead in Synthetic Wastewater. *Materials Science Forum*, v. 805, p. 284-290, 2015.
- [35] SOUZA SANTOS, P. *Ciência e Tecnologia de Argilas*. 2ª ed., São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda., v. 1-3, 1992.
- [36] SOUZA, R. S.; MOTA, J. D.; RODRIGUES, M. G. F. Evaluation of Chocolate Clay Removal of Lead in B (Pb<sup>2+</sup>) System in Finite Bath. *Materials Science Forum*, v. 805, p. 279-283, 2015.
- [37] THENG, B. K. G. *The Chemistry of Clay-Organic Reactions*. Wiley, New York, 1974.
- [38] VASCONCELOS, P. N. M.; LIMA, W. S.; SILVA, M. L. P.; BRITO, A. L. F.; LABORDE, H. M.; RODRIGUES, M. G. F. Adsorption of zinc from aqueous solutions using modified brazilian gray clay. *American Journal of Analytical Chemistry*, v. 4, p. 510- 519, 2013.
- [39] WANG, Z-K; LI, T-T; PENG, H-K; REN, H-T; LIN, J-H; LOU, C-W. Natural-clay-reinforced hydrogel adsorbent: Rapid adsorption of heavy-metal ions and dyes from textile wastewater. *Water Environment Research*, v. 94, p. 1-15, 2022.
- [40] ZHOU, Y.; LU, J.; ZHOU, Y.; LIU, Y. Recent advances for dyes removal using novel adsorbents: A review. *Environmental Pollution*, v. 252, p. 352-365, 2019.



# Capítulo 17

## *Análise e determinação de propriedades físico-química de sabonetes comerciais, sabonete vegano produzido com óleo de fritura residual e óleo de soja*

*Geraldine Angélica Silva da Nóbrega*

*Ingrid de Carvalho Follone*

*Amanda Karoline Varela de Medeiros*

*Camila Renata Fernandes Oliveira*

*Sara Alves Cândido*

*Caterine Moreira Fernandes*

*Henrique Calixto Silveira*

*Gabrielly Cristina Silva de Sousa*

*Osmenyo Arnold Freitas Alves*

*Gustavo Bryan Carneiro de Oliveira*

*Luis Felipe Costa Silva*

**Resumo:** Neste trabalho, foram utilizados óleo de fritura residual e óleo de soja, para preparar sabonete vegano por saponificação, bem como a determinação das propriedades físico-química acompanhadas de uma análise com sabonetes comerciais. Dentre as etapas de preparação dos sabonetes incluíram filtração do óleo de fritura residual, saponificação, desmoldagem e secagem. Para o sabonete preparado com óleo de soja não foi necessário filtração, apenas saponificação, desmoldagem e secagem. Dentre as propriedades físico-químicas foram analisados: pH, análise sensorial, determinação da altura da espuma, alcalinidade, ácidos graxos e turbidez. Os sabonetes preparados estão em conformidade com o padrão de produção, possui desempenho estável, é suave para a pele e não tóxico. Além disso, estes sabonetes apresentam uma perspectiva verde baseada no reaproveitamento de resíduos (óleo de fritura residual) usado para fabricação de sabonetes.

**Palavras-chave:** Óleo de fritura residual; óleo de soja; vegano; saponificação.

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria dos sabões se desenvolve constantemente e rapidamente com o avanço da tecnologia e da indústria petroquímica com o objetivo de atender à demanda da população [1]. Todos os tipos de saneantes são amplamente utilizados bem como higiene pessoal, limpeza e cuidado de tecidos, limpeza industrial e outros campos [2,3]. O sabão mais antigo vem dos babilônios que começaram a usar graxa e álcali para fazer sabão para limpar algodão e produtos de lã entre 2.800 e 2.200 a.C. [4]. A indústria de sabão tem evoluído desde então pelo desenvolvimento de detergentes para roupa, sabonetes corporais e outros detergentes sintéticos. No entanto, com a mudança do conceito de consumo das pessoas e o direcionamento para a sustentabilidade natural, saudável e ambiental, sabonetes com desempenho suave, aparência bonita, fragrâncias frescas e funções de cuidados com a pele, como hidratação e anti-inflamatório foram desenvolvidos [5]. Os principais métodos de fabricação de sabão são o método a frio (*cold process*) e método a quente (*hot process*) [6]. Devido à sua simplicidade, o método frio é usado por muitas gerações atuais para fazer e vender sabonetes com características exclusivas feitas de diferentes óleos [7]. Atualmente, os materiais de extração comumente usados para essa preparação são principalmente óleo de coco, óleo de palma, óleo de mamona, etc., em que o custo desses óleos é relativamente alto [8]. O óleo residual alimentar é comumente conhecido como óleo de fritura, que geralmente se refere como óleos inferiores que não têm mais valor comestível [9]. Estes incluem óleo frito residual, óleo de lavagem, banha não comestível [10]. Entre eles, o óleo frito residual geralmente parece ter sido hidrolisado, degradado termicamente, oxidado e polimerizado devido a ter sido submetido a altas temperaturas (160 a 200o C), resultando em um grande número de substâncias altamente tóxicas [11]. Estima-se que cerca de 200 milhões de toneladas de óleo frito desperdiçado sejam produzidas anualmente pela indústria alimentar, restaurantes e famílias em todo o mundo, com uma tendência crescente contínua prevista [1]. Atualmente, muitos interesses de pesquisa são abordados na utilização de resíduos de óleo de fritura para produzir biodiesel, sabão, tensoativo e assim por diante [12, 13]. Entre eles, usar resíduos de óleo frito como matéria-prima fornece uma solução promissora e econômica, além de ser uma solução sustentável para reduzir a poluição ambiental, bem como questões de saúde e segurança associadas ao descarte de resíduos de óleo de fritura. Neste trabalho, foram utilizados óleo de fritura residual e óleo de soja, para preparar um sabonete verde econômico e de alta qualidade por saponificação, bem como a determinação das propriedades físico-química acompanhadas de uma análise com sabonetes comerciais.

## 2. MATERIAS E MÉTODOS

### 2.1. REAGENTES

Óleo de soja (comercial), óleo frito residual, hidróxido de sódio (NaOH), água destilada (H<sub>2</sub>O), solução de ácido clorídrico 0,5M (HCl), solução de ácido clorídrico 0,1M (HCl), solução de hidróxido de sódio 0,1M (NaOH), hidróxido de potássio (KOH), solução de fenolftaleína (C<sub>20</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>), solução de alaranjado de metila (C<sub>14</sub>H<sub>14</sub>N<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>S), álcool etílico (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), éter etílico ((C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>O), solução alcoólica de hidróxido de potássio a 4% m/v.

## 2.2. MÉTODOS ANALÍTICOS

Os métodos e equipamentos utilizados para determinar a formulação e caracterização da produção são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Métodos analíticos e equipamentos utilizados no estudo

Parâmetro	Aparelho	Faixa	Fabricante/modelo
Pesagem	Balança analítica	0,01-220g	SHI-AUW 220D
Mistura	Agitador mecânico	220 Vca 60Hz	Lab Vision
Medidor pH	pHmetro	110/220V	Tecnal-3MP
Aquecedor	Banho termostático Te-2005	-10°C a 80°C	Tecnal
Secagem	Estufa	220V- 1600W	Biopar Equipamentos Ltda

Fonte: (Autoria própria).

## 2.3. MÉTODOS EXPERIMENTAIS

### 2.3.1. ÍNDICE DE SAPONIFICAÇÃO

Para a determinação do Índice de Saponificação, filtramos em papel filtro a amostra (óleo de fritura residual) para a remoção de possíveis impurezas e pesou em um balão volumétrico de fundo chato 0,4672 g da amostra para misturarmos com 25 mL de solução alcoólica de KOH 4%. Seguindo para o banho-maria com agitação na chapa de aquecimento, acoplado ao sistema de refluxo com o auxílio do banho termostaticado, deixando ebulir a temperatura branda até a completa saponificação da amostra. Em seguida preparou o branco da solução alcoólica de KOH 4%, seguindo os mesmos passos descritos anteriormente. Após o resfriamento das amostras, adicionou 3 gotas de fenolftaleína em cada balão, e realizamos as titulações com a solução de ácido clorídrico 0,5 M até o desaparecimento da sua cor característica [17]. Para determinação do índice de saponificação foi utilizado a equação 01.

$$I.S. = \frac{28,06 * f * (B - A)}{P} \quad (01)$$

Sendo:

I.S.: índice de saponificação;

28,06: fator de conversão do resultado para miligramas de KOH por uma grama de material em estudo;

f: fator de correção de HCl 0,5 M;

A: volume de HCl utilizado na titulação da amostra;

B: volume de HCl utilizado na titulação do branco;

P: n° de g da amostra.

O método para obtenção do índice de saponificação usado, nos fornece o quanto é necessário de KOH para saponificar mil miligramas de óleo, assim, como para a produção do sabão foi usado o NaOH, se faz necessário utilizar a equação 02 para fazer a correção do KOH para o NaOH [18].

$$\%NaOH = \frac{I.S}{14} \quad (02)$$

### 2.3.2. pH

Para a aferição do potencial de hidrogênio (pH) das amostras de sabões, utilizamos o pHmetro. Inicialmente foram pesados 1 g de sabão e em seguida, foram acrescentados 100 mL de água destilada. Para a dissolução completa do sabonete a amostra foi levada para o agitador magnético, após a solubilização até a temperatura de calibração do equipamento, foram feitas as leituras do pH de cada amostra [16].

### 2.3.3. ANÁLISE SENSORIAL

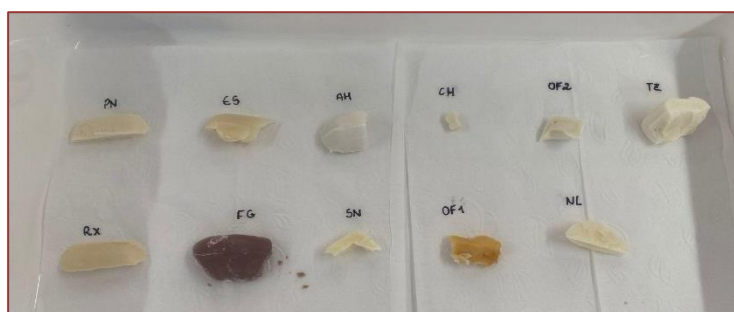
Quando os clientes interagem com os produtos que foram fornecidos, o processo de análise sensorial pode ser dividido em duas etapas:

**Etapa 1** – Os clientes percebem por meio de seu sistema sensorial as características dos produtos como cor, cheiro e textura.

**Etapa 2** – A informação que é mostrada pode gerar a percepção que vai dar ao produto um valor simbólico [21].

Esta prática, teve como objetivo analisar o sensorial dos sabonetes manipulados a base de óleo de soja e óleo de fritura residual em comparação aos sabonetes comerciais disponíveis em diferentes estabelecimentos. Os testes foram realizados com 11 (onze) amostras, sendo 2 (dois) amostras elaboradas em laboratório (OF1, produzido com óleo de fritura residual e OF2, produzido com óleo de soja) e 9 (nove) amostras de diferentes marcas comerciais. Selecionamos assim, de maneira aleatória, 20 consumidores, que passaram por um questionário, no qual o participante responderia quanto ao aroma do sabão, em desagradável, neutro e agradável para cada amostra [22].

**Figura. 1:** Amostras recolhidas para a Análise Sensorial



Fonte: (Autoria Própria).

### 2.3.4. DETERMINAÇÃO DA ALTURA DE ESPUMA

Para a determinação de como se dá a variação da altura da espuma do sabão com o passar do tempo, inicialmente em um béquer foram pesadas 2,5 g da amostra de sabão, em seguida 500 mL de água destilada foram adicionadas e com o auxílio do agitador magnético a solução foi agitada até sua dissolução completa. Em seguida foram transferidas 25 mL da solução para uma proveta de 50 mL, a proveta foi fechada e invertida em movimento vertical por 10 vezes; após isso, a proveta foi deixada em repouso e a altura da coluna de espuma foi medida com o auxílio de uma régua. Passados cinco minutos a altura da coluna de espuma foi medida novamente, o mesmo procedimento foi repetido para as demais amostras [16].

### 2.3.5. ALCALINIDADE

A princípio, a fim de determinar a alcalinidade das amostras dos sabões, selecionamos aproximadamente 2 g do sabão e, acondicionadas em béqueres de 100 mL, realizamos a dissolução total de cada amostra com 50 mL de álcool etílico 92,8%, colocando-as sobre o agitador magnético em aquecimento. Posteriormente ao resfriamento das soluções supracitadas, 3 (três) gotas da solução indicadora de fenolftaleína foram acrescentadas na solução dissolvida resultante respectiva a cada sabão e, conforme a ocorrência da sua possível viragem de cor – de incolor para violeta -, a solução titulante seria diferente: tornando-se violeta após as 3 (três) gotas de fenolftaleína, utilizamos para a titulação a solução de HCl 0,1 M; permanecendo incolor após a fenolftaleína, utilizamos para titular a solução de NaOH 0,1 M, indicando a ausência de álcalis livres da amostra [16]. Para determinação da alcalinidade foi utilizado a equação 03.

$$\%ALC = \frac{N \times Eq \times V}{10 \times PA} \quad (03)$$

Sendo:

- %ALC: alcalinidade livre;
- N: normalidade do titulante;
- Eq: equivalente-grama da soda cáustica;
- V: volume gasto do titulante em L;
- PA: peso da amostra em g.

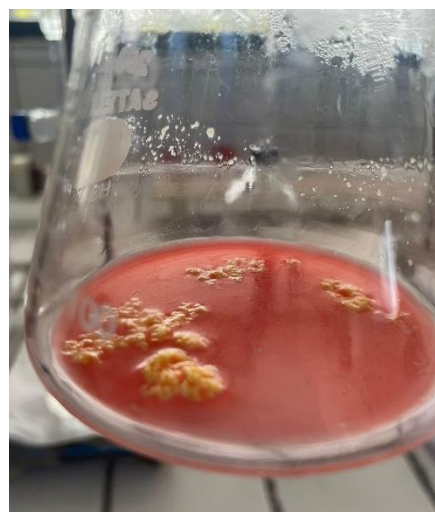
### 2.3.6. ÁCIDOS GRAXOS

Para a determinação quantitativa dos ácidos graxos, pesou-se 1g da amostra do sabonete em um béquer de 100 ml, dissolveu-se em 10 ml de água destilada quente, e foi submetido a uma filtração com um funil analítico e o papel filtro (Figura 2). Na solução que foi filtrada para o erlenmeyer de 250 ml, adicionou-se 2 (duas) gotas de alaranjado de metila e foi titulado pelo HCl 0,5M, resultando numa coloração avermelhada e alguns precipitados (Figura 3).

**Figura 2.** Filtração simples por papel filtro



**Figura 3.** Solução resultante da titulação com HCl 0,5 M



Fonte: (Autoria Própria).

Em seguida, adicionou-se 10 ml de éter etílico e agitou-se até a dissolução completa dos ácidos gordurosos e resinosos (precipitados). Efetuou-se uma filtração com o auxílio do funil de separação de 125 ml, onde a solução se dividiu em duas fases visíveis (Figura 4). Escoou-se a fase aquosa (colorida) para o erlenmeyer de 250 ml, e a fase etérea (incolor) filtrou-se para um béquer de 100 ml. Extraiu-se a fase aquosa no mesmo funil de separação mais duas vezes, com 5 ml de éter etílico, reunindo os extratos ao primeiro extrato etéreo posto no béquer.

**Figura 4.** Fase aquosa e fase etérea no funil de separação



Fonte: (Autoria Própria).

Por fim, colocou-se o béquer com o extrato etéreo para evaporar o éter em banho maria, quando necessário foram adicionados alguns ml de álcool absoluto para a retirada de água da solução etérea. Secou-se em estufa a 100-105 °C, durante 10 minutos. Após esfriar, pesou-se o béquer na balança analítica, e calculou-se o AGT através da equação 04 [16].

$$\% AGT = \frac{100*(P1-P2)}{PA} \quad (04)$$

Sendo:

- %AGT: ácidos graxos totais;
- P1: peso do béquer mais AGT (g);
- P2: peso do béquer (g);
- PA: peso da amostra (g).

### 2.3.7. TURBIDEZ

O objetivo deste método é identificar o ponto de turvação das amostras de sabão manipuladas à base de óleo e de diferentes marcas. Para definir a turvação, pesou-se 1g da amostra do sabonete em um béquer de 100 ml, dissolveu-se em 100 ml de água com a ajuda de um bastão de vidro. Quando atingida a homogeneização, foi transferido para o turbidímetro, que por sua finalidade, avaliou os graus de turbidez. Esse procedimento foi realizado para cada amostra de sabão [16].

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1. ÍNDICE DE SAPONIFICAÇÃO

Os resultados mostraram que através da equação 01, o I.S. do óleo residual obtido foi 215,56 mg de KOH/g, fornecendo assim, a quantidade de base necessária para a completa saponificação do óleo residual de fritura.

### 3.2. pH

A análise do pH de cosméticos é de relevante importância, uma vez que entram em contato com a pele, e caso não esteja dentro dos limites permitidos na legislação, poderá causar problemas. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) determina que sabões em barra devem apresentar um pH em torno de 10,4 [23].

**Tabela 2.** Valores obtidos na aferição do pH

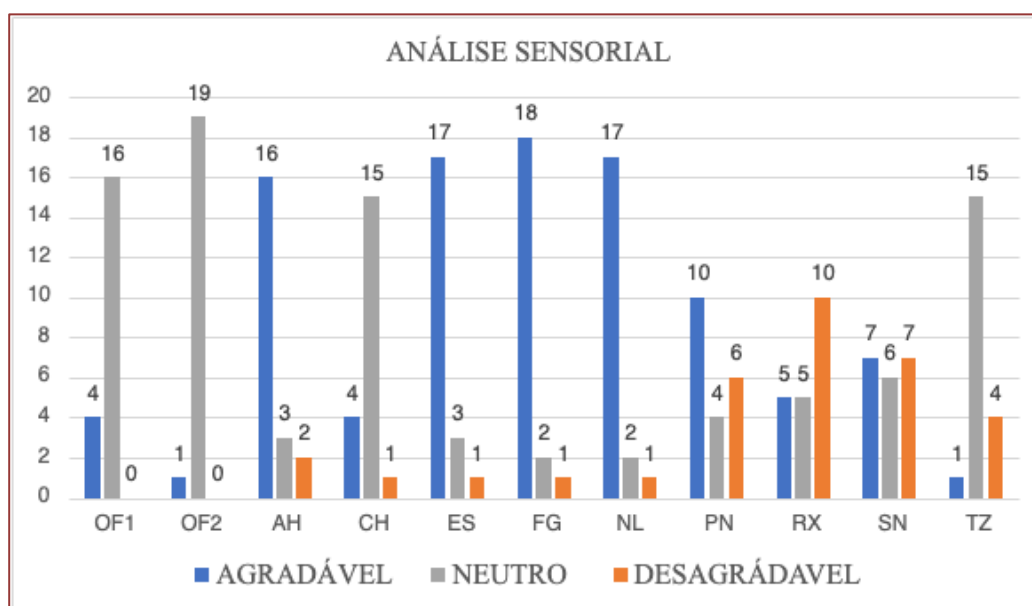
Sabonetes	pH
OF1	9,78
OF2	9,46
AH	10,60
CH	9,77
ES	9,82
FG	9,85
NL	9,54
PN	9,23
RX	9,70
SN	9,83
TZ	10,81

Fonte: (Autoria Própria).

Analisando os resultados de pH obtidos, os sabonetes AH e TZ apresentaram valores acima do recomendado pela ANVISA. Enquanto as outras amostras foram abaixo do preconizado.

### 3.3. ANÁLISE SENSORIAL

Observa-se que o aroma que mais agradou os entrevistados foi o da marca FG que apresenta em suas propriedades o perfume intenso de groselha. A amostra da OF1 e OF2 foram as mais votadas como neutra, pois não foi adicionado essência ou aroma à sua composição.

**Figura 5.** Opinião dos consumidores em relação ao aroma das amostras

Fonte: (Autoria Própria).



### 3.4. DETERMINAÇÃO DA ALTURA DE ESPUMA

A partir da análise de altura de espuma foi possível observar como se deu a formação de espuma dos sabonetes e a sua variação de altura passados 5 minutos em repouso.

**Tabela 3.** Valores obtidos no teste da altura de espuma

Sabonetes	L <sub>0</sub> (cm)	L <sub>5min</sub> (cm)	Variação (cm)
OF1	5,5	5,0	0,5
OF2	7,7	7,4	0,3
AH	8,1	7,6	0,5
CH	7,0	5,8	1,2
ES	8,5	6,5	2,0
FG	10,4	9,5	0,9
NL	8,7	8,0	0,7
PN	7,1	5,6	1,5
RX	6,7	6,0	0,7
SN	5,4	4,7	0,7
TZ	5,8	5,2	0,6

Fonte: (Autoria Própria).

Apenas dois sabonetes apresentaram variação em sua altura de forma significativa, sendo eles ES e PN. Os demais sabonetes não apresentaram variação expressiva na altura da espuma.

### 3.5. ALCALINIDADE OU ACIDEZ

A principal função do álcali no processo produtivo do sabão é emulsionar e saponificar a sujeira. A emulsificação separa as pequenas partículas que podem ser mantidas em suspensão quando o sabão se junta à água. A função secundária da alcalinidade é facilitar a remoção da sujeira e aumentar a capacidade de detergência do sabão acabado. Um teor de alcalinidade controlado contribui significativamente para a elevação do poder espumante, emulgente e molhante do produto final [14].

**Tabela 4.** Teor de alcalinidade a partir dos volumes obtidos

Sabonetes	Volume do titulante (mL)	Alcalinidade/ALC (% p/p)
OF1	1,5	0,03 -
OF2	4,0	0,08 -
AH	1,4	0,028 -
CH	1,1	0,022 -
ES	1,5	0,03 -
FG	1,4	0,028 -
NL	2,3	0,046 -
PN	2,4	0,048 -
RX	1,6	0,032 -
SN	1,2	0,024 -
TZ	4,4	0,088

Fonte: (Autoria Própria).

As dez primeiras amostras foram tituladas com o NaOH 0,1 N, pois não ocorreu a viragem após a adição do indicador, logo, elas não apresentaram alcalinidade livre. Isso ocorreu pois na produção das amostras, as soluções reagiram totalmente com o álcali de forma que não apresentassem acidez e fosse necessário adicionar NaOH para formarem álcalis livres. Ou seja, os valores apresentados na tabela com (-) não são as alcalinidades livres dessas amostras, mas uma possível alcalinidade caso fossem adicionados esses volumes apresentados.

As duas últimas amostras, que foram tituladas com HCl 0,1 N, foram produzidas em diferentes tempos com proporções diferentes. Com isso, foi considerado 20% de variação no limite máximo e mínimo permitido pela faixa de estabilidade, ou seja, a alcalinidade entre 0,037 a 0,108 foram consideradas satisfatórias [15].

### 3.6. ÁCIDOS GRAXOS

É importante ressaltar que a principal composição de ácidos graxos é proveniente de gordura animal, com algumas exceções em que se podem encontrar ácidos graxos provenientes de gordura animal misturados a óleos vegetais [16]. Os resultados obtidos representam os ácidos gordurosos e resinosos, mais as gorduras não saponificadas e os insaponificáveis, expressos em % p/p.

**Tabela 5.** Valores obtidos para a determinação do AGT

Sabonetes	P <sub>1</sub> (g)	P <sub>2</sub> (g)	P <sub>A</sub> (g)	AGT (% p/p)
OF1	46,364	45,726	1,111	57,442
OF2	46,533	45,840	1,060	65,358
AH	54,466	53,458	1,015	99,271
CH	46,623	46,267	1,004	35,480
ES	52,724	51,979	1,012	73,541
FG	45,990	45,979	1,085	1,049
NL	46,306	45,728	1,004	57,538
PN	46,953	46,269	1,027	66,627
RX	47,476	46,916	1,028	54,374
SN	46,239	45,840	1,048	38,072
TZ	46,540	45,877	1,016	65,259

Fonte: (Autoria Própria).

Os percentuais de matéria gorda maior que 80% correspondem à estearina de sebo de boi e de carneiro, comprovando a existência destas gorduras nos sabonetes analisados [20]. Deste modo, sua presença em excesso indica que o produto é de baixa qualidade. Entretanto, as marcas que apresentaram o percentual de 50% a 70% possuem uma qualidade superior, indicando a presença de gordura vegetal [16].

### 3.7 TURBIDEZ

Com essa análise foi possível estudar como se formou a turbidimetria dos diferentes sabonetes. Com a tabela fornecida, é possível observar o ponto de turvação de cada amostra, que foi relacionado com a temperatura, 27°C, do ponto de turvação com o tipo de sabonete.

**Tabela 6.** Valores medidos pelo turbidímetro

Sabonetes	Turbidez (NTU)
OF1	76,8
OF2	120
AH	316
CH	345
ES	235
FG	167
SN	243
NL	224
PN	296
RX	253
TZ	113

Fonte: (Autoria Própria).

#### 4. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo obter um sabão vegano por meio do uso de óleo de fritura residual e óleo de soja, de custo acessível e de boa qualidade, bem como determinar suas propriedades físico-químicas a fim de garantir o controle de qualidade. Com efeito de estudo foram feitas análises físico-químicas de sabonetes comerciais a fim de averiguar se os sabonetes produzidos podem ser levados ao consumo humano sem prejuízos à saúde dos indivíduos. Tais estudos são de grande importância para replicação em aulas práticas, e inspirar projetos comunitários que visam melhorar a reciclagem numa abordagem ecológica: por um lado contribuindo para a economia das famílias, e por outro lado reduzindo o impacto ambiental destes resíduos e estimulando a utilização de produtos mais saudáveis, que podem ser questões relevantes do ponto de vista da saúde pública. Esta experiência promove a melhoria do conhecimento ecológico ao utilizar todos os resíduos referidos para a fabricação de sabonete de uso diário.

#### REFERÊNCIAS

- [1] CHENG G; ZHANGA, M; LUA, Y; ZHANGA, Y; LINA, B; LAU, E. A novel method for the green utilization of waste fried oil. *Particuology*, V. 84, p.1-11, 2024.
- [2] LIU, Q. Q; SUN, W. D; ZHANG, J. Overview on the current situation of washing products standards from home and abroad. *Shandong Chemical Industry*, V. 48, 2019.
- [3] ZHANG, R. X; GONG, J. S; DOU, W. F; ZHANG, D. D; ZHANG, Y. X; LI, H; LU, Z. M; SHI, J. S; XU, Z. H. Production and characterization of surfactant-stable fungal keratinase from *Gibberella intermedia* CA3-1 with application potential in detergent industry. *Chemical Papers*, V. 70, 2016.

- [4] ZHAO, J. The study of the modern Shanghai's soap industry. China: Harbin Normal University, 2017.
- [5] POSPISILOVA, A; NOVACKOVA, I; PRIKRYL, R. Isolation of poly (3hydroxybutyrate) from bacterial biomass using soap made of waste cooking oil. *Bioresource Technology*, V. 326, 2021.
- [6] WANG, D; WANG, X. Y. Talking about the application of soap base in handmade soap. *Science & Technology Information*, V. 14, 2016.
- [7] ZHU, Y. Y; LI, Q. Study on production of transparent soap by waste oil from restaurants. *Energy Research & Utilization*, V. 38, 2015.
- [8] YUE, X. Development of floating bath soap. *China Cleaning Industry*, V. 23, 2006.
- [9] CHENG, G; ZHANG, M. N; ZHANG, Y. H; LIN, B; ZHAN, H. J; ZHANG, H. J. A novel renewable collector from waste fried oil and its application in coal combustion residuals decarbonization. *Fuel*, V. 323, 2022.
- [10] CHENG, G; ZHANG, M. N; CAO, Y. J; LU, Y; FENG, Y. X; ZHAO, S. Y. Preparation and evaluation of lignite flotation collect or derived from waste hot-pot oil. *Fuel*, V. 267, p. 117-138, 2020.
- [11] PANADARE, D. C. Applications of waste cooking oil other than biodiesel: A review. *Iranian Journal of Chemical Engineering*, V. 12, p. 55-76, 2015.
- [12] DHARMALINGAM, B; BALAMURUGAN, S; WETWATANA, U; TONGNAN, V; SEKHAR, C; PARAMASIVAM, B; SRIARIYANUN, M. Comparison of neural network and response surface methodology techniques on optimization of biodiesel production from mixed waste cooking oil using heterogeneous biocatalyst. *Fuel*, V. 340, 2013.
- [13] MAOTSELA, T; DANHA, G; MUZENDA, E. Utilization of waste cooking oil and tallow for production of toilet "bath" soap. *Procedia Manufacturing*, V. 35, p. 541-545, 2019.
- [14] ZABEL, P. A.; LEITZKE, T. C.G. Análise e qualificação do processo de fabricação do sabão e seu resíduo gerado, utilizando como matéria-prima óleo de fritura. Joinvile (PR) Univile, 2007.
- [15] MEIRA, M. Avaliação comparativa das normas regulatórias dos estudos de estabilidade aplicados a sabonetes sólidos no Brasil, Estados Unidos e União Européia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- [16] PRATES, M. M. Determinação de propriedades físico-químicas de sabões comerciais em barra para controle de qualidade. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- [17] LUTZ, A. Normas analíticas do instituto Adolf Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. São Paulo, v. 2, p. 600-601, 1985.
- [18] BOTARO, F. A. S; GUARDA, V. L. de M; SOARES, R. D; SANTOS, O. D. H. Aplicação lipoquímica como reciclagem do resíduo de óleo de frituras de unidades de alimentação e nutrição. *Além dos Muros da Universidade*, V. 2, n. 2, 2017.
- [19] ANVISA. Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos: Uma abordagem sobre ensaios físicos e químicos/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2008.
- [20] MELLO, R. Como fazer sabões a artigos de Toucador. SP, Cone, 1986.
- [21] DELARUE, J. Overview of sensory methods for the evaluation of nonfood products. *Nonfood Sensory Practices*, p. 17-37, 2021.
- [22] DABBUR, F; SILVA, A; SANTOS, J; TAVARES, C. Análise sensorial comparativa de sabonete em barra a base de óleo de coco manipulado versus sabonete comercial. *Ciencias de la salud: Editora ATENA*, p. 55-72, 2022.
- [23] ANVISA. Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos: Uma abordagem sobre ensaios físicos e químicos/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2008.

Autores

### **JOSÉ HENRIQUE PORTO SILVEIRA (ORGANIZADOR)**

Bacharel e licenciado em Psicologia pela UFMG, Especialização em Percepção e Planejamento Urbano. Mestre em Gestão e Auditoria Ambiental, especialização em educação ambiental. Consultor em percepção e educação ambiental. Sócio diretor da Alternativa Educação e Manejo Ambiental.

### **ADEMIR MARTINE JÚNIOR**

Possui graduação em ENGENHARIA CIVIL pela FACULDADE ANHANGUERA DE RONDONÓPOLIS (2015). Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Candido Mendes do Rio de Janeiro (2017). Atualmente é perito especialista - TRIBUNAL DE JUSTIÇA DE MT, perito especialista - Tribunal Regional Federal da 1ª Região, sócio - ATUAL PRESTADORA DE SERVIÇOS e professor da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas do Vale do São Lourenço. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Segurança do Trabalho e Projetos de Licenças Ambientais e Obras e Projetos de Construção Civil em Geral, atuando principalmente no seguinte tema: Projetos e Obras de Execução para obtenção de LP; LI e LO, junto a SEMMA; Projetos e Execução de Obras de Prevenção e Combate a Incêndio e Pânico, para obtenção do Alvará do Corpo de Bombeiros Militar; Instrutor de Treinamentos de Segurança do Trabalho.

### **ALAN PEREIRA DA SILVA**

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso (2005). Especialização em MBA em Avaliação, Perícia e Auditoria Ambiental pela Universidade de Cuiabá (2011) e em Geoprocessamento e Georreferenciamento pela Universidade Cândido Mendes (2021). Atualmente é Engenheiro Agrônomo da Prefeitura Municipal de Poxoréu. Tem experiência na área de Assistência Técnica e Extensão Rural, Elaboração de Projetos Agropecuários, Planejamento, Geoprocessamento, Georreferenciamento, Agrimensura, Mapeamento com drone, Avaliação, Perícia e Auditoria Ambiental, Cooperativismo e Associativismo e Computação.

### **ALESSANDRA APARECIDA CONCEIÇÃO PEREIRA**

Analista de registro (assuntos regulatórios) HISTÓRICO PROFISSIONAL: Ameribras- Indústria e Comercio LTDA - Analista de Registro Cotia, SP | 12/2022- atual • Manutenção/renovação de Licenças em Gerais (Comerciante, Importador, Policia Federal, Policia Civil, Estaduais e outras da empresa). • Manutenção de cadastros estaduais (novos cadastros, renovações e atualizações), recebimento e acompanhando de notificações de produtos interditados e desinterdição. • Montagem e acompanhamento de alterações pós-registro (transferência de titularidade, alterações de cultura, fabricante, formulador, embalagem, composição e eventuais adequações exigidas em regulamentação) • Suporte no atendimento de exigências de processos de registro oriundas da análise dos órgãos reguladores • Preparo e envio de Relatório Trimestral para Policia Civil, Federal, Fertilizantes e Semestral aos órgãos reguladores com preenchimento de sistemas eletrônicos.

• Revisão e controle de artes comerciais de rótulos e bulas • Conferência e aprovação de FISPQ e FE • Acompanhamento de fiscalizações na empresa • Elaboração de Procedimentos internos e documentos gerais do Depto. De regulatório. • Controle das taxas de pagamento do Departamento de registro. • Contato direto da empresa com MAPA, ANVISA E IBAMA. • Elaboração anual do RAPP- Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais e Relatório de Montreal. ALS Life Sciences - Analista de Contratos BPL III Lapa, SP | 01/2021 – 12/2022 • Responsável pelo processo operacional comercial dos projetos no setor Agroquímico (BPL), ISO IEC 17025:2017, ambiental e saneante. • Controle da entrada das amostras até a liberação do laudo • Membro do Comitê de ética do uso de animais- Participando ativamente das aprovações de projetos que envolvem testes em animais in vivo. • Responsável pela elaboração, arquivamento e organização dos contratos. • Controle de FISPQ, formulário de solicitação de estudos, e metodologia de análise.

### **ALEXILDA OLIVEIRA DE SOUZA**

Possui graduação em Licenciatura em Química pela Universidade do Estado da Bahia (1993), mestrado em Química pela Universidade Federal da Bahia (1997) e doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (2001). Atualmente é professora titular plena da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e atua como docente permanente no Programa de Pós-Graduação em Química. Tem experiência na área de Química Inorgânica e Físico-Química, atuando principalmente nos seguintes temas: Síntese de novos materiais, catálise, adsorção e química ambiental. Coordena o Centro de Pesquisas em Química da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

### **AMANDA KAROLINE VARELA DE MEDEIROS**

Graduada em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (2020) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Angicos-RN. Graduada em Engenharia Química (2023) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Diretora de Infraestrutura do Centro Acadêmico de Engenharia Química - CAEQ (2022-2023). Monitora da componente curricular de Álgebra Linear (2019-2020). Auxiliar de analista de qualidade na Indústria e Comércio de Sabão Guarani LTDA (2022). Membro/Voluntário do projeto de extensão: "PRODUÇÃO DE SABONETE ECOLÓGICO SÓLIDO UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA".

### **ANA CLAUDIA LIMA DA SILVA**

Mestrado em Direitos Humanos pela UFPE/PPGDH. Especialização em Direito do trabalho e processual do trabalho - FLG. Especialização em Direito empresarial - FLG. Especialização em Gestão Pública e Sociedade - UFT. Especialização em Práticas pedagógicas - IFNMG. Bacharel em Direito - UNICAP. Professora do Curso de Direito de Instituição de Ensino Superior.

### **ANALICE DE ALMEIDA LIMA ANALICE DE ALMEIDA LIMA**

Pós-doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professora Associada IV do Departamento de Educação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Professora do curso de licenciatura plena em química. Área de atuação: Formação inicial e continuada de professores(as) de química; estágio supervisionado obrigatório; ensino de química em uma perspectiva antirracista, saberes docentes na perspectiva da profissionalização do professor de ciências e métodos e técnicas de ensino.

### **ANTONIO JORGE BARBOSA DA SILVA**

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia, pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Curso em andamento de Ciência Jurídica com Estágio Pós-Doutoral, pela Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI). Mestre em Gestão de Áreas Protegidas na Amazônia, pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Pós-graduado em Direito Penal e Processual Penal, pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Pós-graduado em Segurança Pública e Inteligência Policial, pela Universidade de Cuiabá (UNIC). Pós-graduado em Direito Ambiental, pelo Instituto Brasileiro de Formação (Faculdade UNIBF). Pós-graduado em Docência na Educação Ambiental, pelo Instituto Brasileiro de Formação (Faculdade UNIBF). Pós-graduado em Gestão, Auditoria e Perícia Ambiental, pelo Instituto Brasileiro de Formação (Faculdade UNIBF). Bacharel em Direito, pelo Centro Universitário do Norte (Uninorte). Graduado em Gestão Ambiental pela Faculdade Salesiana Dom Bosco (FSDB).

### **ANTUSIA DOS SANTOS BARBOSA**

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (2009), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (2011) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (2015). Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Engenharia Química, atuando principalmente nos seguintes temas: Membranas cerâmicas, membranas zeolíticas, cereus jamacaru, caracterização físico-química e cereus gounellei.



**CAMILA RENATA FERNANDES OLIVEIRA**

Graduação em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (2022) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Graduação em andamento em Engenharia Química pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Membro da Empresa Júnior de Engenharia Química da Universidade, Síntesis Jr., no período de 2020 a 2022. Bolsista de Iniciação Científica na área de fluidos de perfuração. Membro do projeto de extensão: "PRODUÇÃO DE SABONETE ECOLÓGICO SÓLIDO UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA".

**CAROLINE VITÓRIA ALVES AMORIM**

Pós-graduanda do Curso de Especialização em Libras, Saúde e Educação Especial e Inclusiva pela Uninassau. Graduada no Curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Experiência na área de química, com ênfase em ensino de química, atuando no ensino das ciências com ênfase em situação problema e ensino por investigação. Área de atuação principal é o desenvolvimento e aplicação de jogos educacionais.

**CATERINE MOREIRA FERNANDES**

Graduação em andamento em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Bolsista de Monitoria no componente curricular Laboratório de Química Geral. Membro do projeto de extensão: "PRODUÇÃO DE SABONETE ECOLÓGICO SÓLIDO UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA".

**CLEIA TEIXEIRA SANTOS DE FRANCA**

Graduada em Bacharelado em Química com atribuições Tecnológicas e Mestranda em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Membro do Centro de Pesquisa em Química (CEPEQ). Atua na área de química dos materiais e química ambiental.

**DANIEL MARINHO**

Professor Orientador do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal da Bahia - IFBA

**DÉBORAH DA SILVA PEREIRA**

Engenheira Florestal

**FERNANDO JORGE CUTRIM DEMÉTRIO**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (1999), mestrado em Engenharia de Eletricidade pela Universidade Federal do Maranhão (2005) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Computação Gráfica, atuando principalmente nos seguintes temas: banco de dados georreferenciados e desenvolvimento sustentável. Doutorado em Engenharia pela Universidade Paulista.

**FERNANDO LIMA DE OLIVEIRA**

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (2003) e mestrado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA (2007). Possui doutorado pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA (2012). Atualmente é professor Adjunto IV da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Aproveitamento da Energia, atuando principalmente nas seguintes áreas: Propulsão, Combustão Pulsante, Emissão de Poluentes e Energias Alternativas.

**GABRIELLY CRISTINA SILVA DE SOUSA**

Graduação em andamento em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia pelo Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Membro do projeto de extensão: "PRODUÇÃO DE SABONETE ECOLÓGICO SÓLIDO UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA".

**GERALDINE ANGÉLICA SILVA DA NÓBREGA**

Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2001), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2003) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2007). De 2007 a 2011, professora do Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia no curso de Exploração em Petróleo e Gás Natural na modalidade integrado e subsequente. Coordenadora do curso de 2008 a 2011. De 2011 até a presente data, professora do curso de Engenharia Química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Engenharia Química, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas microemulsionados, gás natural, tensoativos, simulação de processos e hidrodinâmica de coluna de absorção.

**GILDO RIBEIRO DE SANTANA**

DOUTORADO (UFRPE). MESTRE em Extensão Rural e Desenvolvimento (UFRPE - 2013). ESPECIALISTA: Ciências Políticas (UNICAP - 2007) e Práticas Pedagógicas (IFNMG - 2023). BACHAREL em Serviço Social (UNICAP - 2005). Professor de cursos em Instituição de Ensino Superior. PESQUISAS: Questão agrária; Campesinato; Terceiro setor; Movimentos sociais; Desenvolvimento sustentável; Agroecologia; Territorialidade; Democracia direta. ASSISTENTE SOCIAL com experiências em extensão e comunicação rural e educação no campo. MEMBRO do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP / Ministério da Saúde).

**GISLÂINE CRISTINA DE BRITO PAULIKEVIS**

Possui graduação em Administração pelo Centro de Ensino Superior de Rondonópolis (2002). Atualmente é professor de educação profissional da Escola Técnica Estadual de Educ. Profissional de Rondonópolis. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração e Recursos Humanos.

**GRAZIELLE MIRANDA DE MATOS**

Engenheira Florestal

**GUSTAVO BRYAN CARNEIRO DE OLIVEIRA**

Graduação em andamento em Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) campus Mossoró-RN. Membro do projeto de extensão: "PRODUÇÃO DE SABONETE ECOLÓGICO SÓLIDO UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA".

**HELIO RICARDO SILVA**

Possui graduação em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Universidade Estadual Paulista (1980), graduação em Administração pela Faculdade de Ciências Econômicas Contábeis e Administrativas Mackenzie (1983), mestrado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1994) e doutorado em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Universidade Estadual Paulista (1999). Atualmente é professor assistente doutor da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Geotecnologias, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas de informações geográficas, sensoriamento remoto, bacia hidrográfica, recuperação de áreas degradadas e desenvolvimento sustentável. Faz parte do Grupo de pesquisa Estudo das relações entre a cobertura vegetal e as características edáficas e biológicas do solo

**HENRIQUE CALIXTO SILVEIRA**

Graduação em andamento em Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) campus Mossoró-RN. Membro do projeto de extensão: "PRODUÇÃO DE SABONETE ECOLÓGICO SÓLIDO UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA".

**INGRID DE CARVALHO FOLLONE**

Graduação em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (2023) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Graduação em andamento em Engenharia Química pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Membro da Empresa Júnior de Engenharia Química da Universidade, Síntesis Jr. Bolsista de Iniciação Científica na área de fluidos de perfuração. Membro do projeto de extensão: "PRODUÇÃO DE SABONETE ECOLÓGICO SÓLIDO UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA".

**JOABE CAETITÉ DOS SANTOS**

Graduando do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal da Bahia - IFBA

**JORGE CRESO CUTRIM DEMÉTRIO**

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), mestrado em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Paulista. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia das Construções e Estruturas da Universidade Estadual do Maranhão, foi sócio e responsável técnico de empresa de construção civil, perito judicial, consultor, docente da Universidade Federal do Maranhão e UNDB, já tendo ocupado o cargo de Vice-Reitor do Centro Universitário do Maranhão - Uniceuma. Possui experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Processos Construtivos. Recebeu a Comenda Simão Estácio da Silveira oferecida pela Câmara de Vereadores de São Luís-MA.

**JUREMA MÁRCIA DANTAS DA SILVA**

Mestre em Gestão de Negócios Turísticos (2015) pela Universidade Estadual do Ceará, Especialista em Gestão de Empresas Turísticas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1989), Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1980). Tem experiência na área de Turismo, Planejamento, Gestão, Educação e Docência.

**KAYKE FERNANDES SANTOS LIMA**

Engenheiro Florestal

**KAYKE FERNANDES SANTOS LIMA**

Engenheiro Florestal

**LETÍCIA RIE YOSHIMURA**

Formada em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. Possui experiência em tecnologias construtivas para obras em ambientes comerciais. Atua como engenheira na reforma e modernização de lojas em diversos shoppings.

**LUCAS BATISTA SILVA**

Graduando do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal da Bahia - IFBA

**LUCAS NONATO DE OLIVEIRA**

Doutor em Física Aplicada à Medicina e Biologia pela Universidade de São Paulo - USP (Ribeirão Preto), graduado em Física pela Universidade Federal de Goiás - UFG, o qual atuou nas áreas de Física Atômica e Molecular, professor de Ensino de Física (Especialização em Ensino de Física, Universidade Cruzeiro do Sul - Unicsul), docente permanente do Mestrado em Tecnologias de Processos Sustentáveis - IFG (Campus Goiânia) com pesquisas na área de Modelagem de Sistemas Ambientais com ênfase em Poluição Sonora e em Física Médica, coordenador do Grupo de Física Médica - IFG e atual docente efetivo de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Campus Goiânia).

**LUIS FELIPE COSTA SILVA**

Graduação em andamento em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Membro do projeto de extensão: "PRODUÇÃO DE SABONETE ECOLÓGICO SÓLIDO UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA".

**LUIZ FILIPE NONATO SILVA**

Graduado em Bacharelado em Química com atribuições Tecnológicas e Mestrando em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Sócio da empresa P&D Cogumelos L.T.D.A , membro do Centro de Pesquisa em Química (CEPEQ) campus Itapetinga-BA. Atua nas áreas de ciência e tecnologia de alimentos e biotecnologia, experiência em análises físico-químicas, microbiológicas, atividades antioxidantes, componentes bioativos no alimento. Trabalhando atualmente em pesquisas com desenvolvimento de novos produtos a base de cogumelos comestíveis e biorremediação de poluentes orgânicos usando fungos endófitos.

**MARCELO SILVA DEMÉTRIO**

Formado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA, possui especialização Lato Sensu em Engenharia de Avaliações e Perícias pela Faculdade UniBF(2023). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil, tendo como principais obras concluídas o Edifício Portugal, Arena Golden Poliesportiva e residências para incorporação imobiliária. Atua como responsável técnico da construtora Reformar Ltda.

**MARIA BIANCA CRUZ SILVA**

Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal da Bahia - IFBA

**MARIA CÉLIA FERNANDES**

Doutora e Mestre em Ciências Sociais (2011 e 1993) pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Graduada em Sociologia pela UFRN (1984). Com experiência em docência do ensino superior e pesquisadora interdisciplinar no campo das ciências sociais, turismo e meio ambiente.

**MARIA CLÁUDIA DA SILVA ANTUNES DE SOUZA**

Doutora e Mestre em "Derecho Ambiental y de la Sostenibilidad" pela Universidade de Alicante - Espanha. Mestre em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí - Brasil, Graduada em Direito pela Universidade do Vale do Itajaí - Brasil. Professora Permanente no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica, nos cursos de Doutorado e Mestrado e, na Graduação no Curso de Direito da Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI.

**MARIA ELIZABETE PEREIRA DOS SANTOS**

Doutora em Ciências da Educação, pela Universidad Columbia, em Assunção, República do Paraguai. Professora Associado I do Departamento de Educação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Professora do curso de licenciatura plena em química. Área de atuação: Formação inicial de professores(as); estágio supervisionado obrigatório e métodos e técnicas de ensino.

### **MARIELE MORAES BRITO**

Graduada em Licenciatura em Química e Mestranda em Química pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Membro do Centro de Pesquisa em Química (CEPEQ). Atua na área de química dos materiais e química ambiental.

### **MARÍLIA DUTRA MASSAD**

Professora IFNMG - Campus Salinas

### **MARÍLIA DUTRA MASSAD**

Professora do IFNMG Campus Salinas

### **MEIRY GLÁUCIA FREIRE RODRIGUES**

Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba (1989), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos (1992) e doutorado (Doctorat de Chimie Appliquée) pela Université de Poitiers, França (1996). Pós-doutorado na UNICAMP sobre ?Potencialidade das argilas brasileiras aplicadas à catálise e ao meio-ambiente? (2003). Pós-doutorado na UFRN sobre ?Síntese Hidrotérmica de aluminossilicatos microporosos e mesoporosos e modelagem cinética e gravimétrica? (2010). Pós-doutorado na Universidade de Zaragoza, Grupo de pesquisa Catalysis, Molecular Separations and Reaction Engineering Group (CREG), Espanha sobre Sínteses das membranas do tipo fibra oca (ZIF-93/P-84) (2017). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química. Tem experiência na área de Engenharia Química e Engenharia Ambiental, com ênfase em Nanotecnologia, Catálise, Química Verde, Petróleo e Petroquímica, sustentabilidade ambiental de processos industriais que agridem o meio, com descargas de contaminantes. atuando principalmente nos seguintes temas: 1) Desenvolvimento de catalisadores (zeólitas, peneiras moleculares, MOFs, ZIFs); 2) Desenvolvimentos de argilas organofílicas utilizando líquidos iônicos) 3) Tratamentos de efluentes oleosos, têxteis, metais pesados e da indústria farmacêutica utilizando adsorventes de baixo custo; 4) Produção de membranas cerâmicas de baixo custo, zeolíticas, compósitas (argila/polímero ou nanocompósito/polímero) e membranas tipo MOF ZIF-8; 5) Processos catalíticos: Isomerização de alcanos e Síntese de Fischer-Tropsch.

### **NAIARA NEVES BITTENCOURT**

Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal da Bahia - IFBA

### **OSMENYO ARNOLD FREITAS ALVES**

Bacharel em Ciência e Tecnologia, formado pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Mossoró/RN. Técnico em Informática, formado pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Campus Mossoró/RN. Graduação em andamento em Engenharia Química na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Assessor na diretoria de Projetos da Empresa Júnior do curso de Engenharia Química da Universidade, Síntesis Jr. Membro do projeto de extensão: "PRODUÇÃO DE SABONETE ECOLÓGICO SÓLIDO UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA".

### **RÔMULO GUSTAVO DOS SANTOS**

Mestre em Tecnologia de Processos Sustentáveis pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG, graduado em Tecnologia de Geoprocessamento pela mesma instituição, graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura) pela Universidade Federal de Goiás - UFG e especialista em Relações Etnicorraciais pela mesma instituição.

### **ROSINEIDE ALVES DOS REIS**

Engenheira Florestal

### **ROSINEIDE ALVES DOS REIS**

Engenheira Florestal

### **SARA ALVES CÂNDIDO**

Graduação em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia (2022) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Caraúbas-RN. Graduação em andamento em Engenharia Química pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN. Membro da Empresa Júnior de Engenharia Química da Universidade, Síntesis Jr., no período de 2021 a 2022. Bolsista acadêmica do projeto de extensão: "PRODUÇÃO DE SABONETE ECOLÓGICO SÓLIDO UTILIZANDO ÓLEO DE FRITURA".

### **SILMARA BISPO DOS SANTOS**

Possui graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2005), Mestrado (2008) e Doutorado (2011) em Engenharia Agrícola na área de Pré-processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas pela Universidade Federal de Viçosa. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Armazenamento e Secagem de Produtos Agrícolas, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade de grãos oleaginosos, qualidade de óleos vegetais e biodiesel, armazenamento hermético, secagem e resfriamento de grãos, extração de óleos vegetais e aproveitamento de co-produtos para geração de energia. Atualmente é Professora Associada do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rondonópolis - UFR, onde ministra disciplinas na área de Fenômenos de Transporte e Engenharia Térmica e desenvolve projetos de pesquisa e extensão. Com a aplicação de abordagens do Design Thinking em projetos de pesquisa e de desenvolvimento, busca sempre o envolvimento das partes interessadas visando soluções de maior impacto. Atualmente coordena um conjunto de ações de extensão tecnológica "Oficina Maker UFR" com foco na implantação de um Laboratório Maker na UFR para dar suporte e apoio ao Ecossistema de Inovação local e regional.

### **SUELY ALVES DA SILVA**

Pós- doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professora Titular do Departamento de Educação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Professora do programa de pós-graduação do ensino das ciências a nível de doutorado e mestrado e do curso de licenciatura plena em química. Área de atuação: Formação inicial e continuada de professores(as) de química; estágio supervisionado obrigatório; experimentação para o ensino de química e métodos e técnicas de ensino.

### **TIAGO REIS DUTRA**

Professor IFNMG - Campus Salinas

### **TIAGO REIS DUTRA**

Professor do IFNMG Campus Salinas

## **WEMILLY LUCENA SILVA**

Atualmente mestranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e membro do Laboratório de Desenvolvimento de Novos Materiais (LABNOV). Graduada em Engenharia Química (2022) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Tem experiência nas áreas de modelagem e simulação de processos, e utilização de argilas nacionais no processo de catálise.

[www.poisson.com.br](http://www.poisson.com.br)  
[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

@editorapoisson



<https://www.facebook.com/editorapoisson>

