

ISBN: 978-65-88884-17-1



9 786588 884171

Meio Ambiente e Sustentabilidade: conceitos e aplicações



Vandbergue Santos Pereira (Org.)

Mirele Rodrigues Fernandes (Org.)

Maria Aurea Soares de Oliveira (Org.)




EDITORA
INTEGRAR

I edição

**VANDBERGUE SANTOS PEREIRA
MIRELE RODRIGUES FERNANDES
MARIA AUREA SOARES DE OLIVEIRA**

**MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:
CONCEITOS E APLICAÇÕES**

ISBN: 978-65-88884-17-1

DOI: 10.51161/editoraime/108

I EDIÇÃO


**EDITORA
INTEGRAR**

Editora Chefe
Maria Aurea Soares de Oliveira



ORGANIZAÇÃO
Vandbergue Santos Pereira
Mirele Rodrigues Fernandes
Maria Aurea Soares De Oliveira

Diagramação
Michele Araújo Leite
Gabriel Silva de Oliveira

Corpo Editorial
Bruno Silva
Cleilton Lima Franco
Cristhiane Oliveira da Fonseca
Cicera Kassiana Rodrigues Vieira
Daisy Ramirez
Diogo Augusto Frota De Carvalho
Elenize Losso
Eucimar da Silva Santana
Francisca Danily da Silva Oliveira
Francisco Thiago Paiva Paiva Monte
Francisco Diassis Bezerra Bezerra
Francieli Missio
João Victor de Sousa Coutinho
José Lucas dos Santos Oliveira
Jéssica Kelly Ramos Cordeiro
Jully Kalyanny Silva Santos
Marianne Mesquita Pontes
Keyla Nunes Farias Gomes
Lisiane Acosta Ramos
Luzia Helena Silva Chaves Viana
Luzia Suerlange Araujo dos Santos
Marcia Jordana Ferreira Macedo
Marcos Pereira dos Santos
Neuza Marques Ramos
Paulo Sidnei Stringhini Junior
Pedro Victo Domingues Pereira
Priscila Barros Pereira
Renato de Lima Alves
Tassiana Carvalho
Wagner José de Aguiar
Taís Araújo Santos

Aplicam-se à matéria publicada neste periódico os termos de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, que permite o uso irrestrito, a distribuição e a reprodução em qualquer meio desde que a publicação original seja corretamente citada.

Os manuscritos submetidos na Editora IME foram avaliados através da revisão duplo cega, por meio de um corpo editorial com membros desta Editora, tendo sido aprovados com base em critérios originalidade, qualidade metodológica e rigor científico .

A Editora IME trabalha sempre considerando as políticas editoriais buscando garantir em todas as etapas do processo de publicação a integridade editorial priorizando a ciência aberta de forma que o acervo, dados e documentos científicos estejam livres para acesso ao público.

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

Meio ambiente e sustentabilidade [livro eletrônico] : conceitos e aplicações / organização Vandbergue Santos Pereira, Maria Aurea Soares de Oliveira, Mirele Rodrigues Fernandes. -- 1. ed. -- Fortaleza, CE : Instituto IME, 2022.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-88884-17-1

1. Artigos - Coletâneas 2. Meio ambiente - Preservação 3. Sustentabilidade ambiental 4. Proteção ambiental I. Pereira, Vandbergue Santos. II. Oliveira, Maria Aurea Soares de. III. Fernandes, Mirele Rodrigues.

23-146971

CDD-304.2

Índices para catálogo sistemático:

1. Meio ambiente e sustentabilidade : Educação ambiental 304.2

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253-0

PREFÁCIO

A área de Meio ambiente e sustentabilidade abrange o meio em que se vive e a forma de conviver com a natureza de forma equilibrada, buscando meios de utilizá-la mais sem degradá-la, utilizando os princípios de conservação e preservação. O meio ambiente e a sustentabilidade são temas de extrema importância em nossa sociedade atual. Nós, como seres humanos, dependemos da natureza e de seus recursos para sobreviver, e é fundamental que compreendamos a necessidade de preservá-los para as gerações futuras.

Este livro aborda esses temas de maneira acessível e informativa, trazendo conceitos e exemplos práticos de como podemos contribuir para um futuro mais sustentável. Os capítulos abordam temas voltados para uso de recursos naturais, à conservação da biodiversidade, energias renováveis, diversidade biológica e entre outros assuntos oferecendo informações valiosas sobre a importância de práticas ambientais eficientes e sobre como elas impactam positivamente não apenas o meio ambiente, mas também nossas vidas e a economia, buscando além de tudo apresentar soluções concretas para desafios ambientais.

Essa coletânea foi composta visando disseminar conteúdo para além da academia, tornando-se úteis também a comunidade, pautados na ética e responsabilidade social, a fim de levar a ideia de se pensar não só no futuro das próximas gerações, mas também no nosso presente, e buscando amenizar problemas já evidentes das consequências do mau uso dos recursos naturais e poluição desenfreada do planeta.

O presente e-book tem como objetivo incentivar a reflexão e a tomada de decisões fundamentais para a adoção de novas formas sustentáveis de viver, apresentando-se como uma ferramenta útil e acessível para a promoção de mudanças positivas em nossa relação com a natureza. Acreditamos que, ao compartilhar essas informações, podemos conscientizar e engajar a população em geral para a importância da preservação do meio ambiente e da busca por alternativas mais responsáveis e harmônicas com o ecossistema.

Maria Aurea Soares de Oliveira
Editora Chefe – Editora IME

SUMÁRIO

1	BIOPOLÍMEROS E INTERAÇÃO AMBIENTAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2	DIAGNÓSTICO VISUAL DO RIO MAMANGUAPE NO MUNICÍPIO DE RIO TINTO-PB.....	19
3	USO DO ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COTIA – SP.....	31
4	A IMPORTÂNCIA DA INSERÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA.....	45
5	SERTÃO DO ARARIPE: TERRITÓRIO DE RESISTÊNCIA E CONTRADIÇÕES SOCIOAMBIENTAIS.....	54
6	LEVANTAMENTO AMBIENTAL EM ESCOLAS ESTADUAIS DE PARANAGUÁ-PR COM BASE NO PROJETO ECO- ESCOLA.....	64
7	GENES DE RESISTÊNCIA A BRUSONE PARA A ESPÉCIE <i>Triticum aestivum</i> E OS MARCADORES MOLECULARES RELACIONADOS.....	74
8	USO E COBERTURA DA TERRA EM REGIÃO LOCALIZADA NO REBORDO DO PLANALTO MERIDIONAL, RS, BRASIL.....	82
9	ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS BIOMASSA E CARBONO DA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, RS, BRASIL.....	91
10	ESTIMATIVA TEÓRICA DE GERAÇÃO DE BIOGÁS DO FUTURO ATERRO SANITÁRIO DA MICRORRÉGÃO DAS CHAPADAS DO ALTO ITAPECURU – MA.....	104
11	ESTUDO FITOQUÍMICO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM EXTRATO HIDROETANÓLICO FOLIAR DE <i>Mimosa tenuiflora</i> (WILLD.) POIRET. E SEU POTENCIAL BIOLÓGICO.....	114
12	AS RESERVAS PARTICULARES DO PATRIMÔNIO NATURAL DO ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL.....	125
13	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM ÁREAS DE INTERESSE SOCIAL: ESTUDO DE CASO DE UM CONJUNTO HABITACIONAL DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA.....	137
14	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO RIO PIRANHAS, JARDIM DE PIRANHAS, RIO GRANDE DO NORTE.....	151
15	REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PARA GERAÇÃO DE TRABALHO E RENDA NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO NO CONTEXTO DAS DIMENSÕES DO ECODESENVOLVIMENTO.....	163
16	VARIAÇÃO DE TEMPERATURA NA OBTENÇÃO DE SILICA AMORFA E OS BENEFÍCIOS NO RECOBRIMENTO DE SEMENTES COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL NA PRODUÇÃO.....	178
17	BALANÇO HÍDRICO EM SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS COM DIFERENTES PERCENTUAIS DE COBERTURA VEGETAL.....	189
18	HIDROGRAFIA EM FOCO: IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE MICROBACIA URBANA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA.....	203
19	O SOLDADINHO-DO-ARARIPE (<i>Antilophia bokermanni</i> COELHO E SILVA, 1988) COMO ESPÉCIE BANDEIRA NO CARIRI CEARENSE.....	220

20	AS AVES DA PRAÇA: CONHECENDO A AVIFAUNA DA PRAÇA FLÁVIO BOIANOVSKI, CAPÃO DA CANOA, LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL.....	236
21	A INFLUÊNCIA DA LUZ SOBRE OS INSETOS: ASPECTOS FÍSICOS E BIOLÓGICOS DA VISÃO E OS EFEITOS DA POLUIÇÃO LUMINOSA.....	248
22	EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA PROJETOS INTEGRADOS DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL.....	259
23	BIOGÁS COMO SOLUÇÃO PARA O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS.....	270
24	LOGÍSTICA E POTENCIALIDADE DO USO DA ROCHAGEM NA MANDIOCULTURA DO NORDESTE PARAENSE.....	281
25	EVOLUÇÃO DOS REGISTROS DE AVES SILVESTRES, NA CIDADE DE TEIXEIRA DE FREITAS-BA: UMA ANÁLISE SOBRE ATITUDES PRÓ-AMBIENTAIS VOLUNTÁRIAS.....	297
26	ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DO SOLO SOB FORMAS DE CULTIVO NO ASSENTAMENTO MILAGRE, APODI/RN.....	310
27	O DESAFIO DAS UNIVERSIDADES EM COMUNICAR A SUSTENTABILIDADE: O USO DOS SITES COMO ESPAÇOS DE DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES.....	326

Meio Ambiente e Sustentabilidade: conceitos e aplicações

ISBN: 978-65-88884-17-1

Capítulo 01

Biopolímeros e interação Ambiental: Uma Revisão de Literatura

Jailson de Araújo Santos

Pós-graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Universidade Federal do Piauí,
Centro de Tecnologia, Teresina, Piauí.

*Autor correspondente: Mestre em Ciência e Engenharia dos Materiais, Rua engenheiro Eduardo de Almendra Freitas, 2137, Teresina-PI. j.santospi@hotmail.com.

Data de submissão: 19-02-2022

Data de aceite: 15-03-2022

Data de publicação: 20-05-2022



10.51161/editoraime/108/29



RESUMO

Introdução: A crescente preocupação ambiental com o descarte de embalagens plásticas tem levado à inovação de biopolímeros biodegradáveis. Materiais biodegradáveis com propriedades semelhantes aos polímeros convencionais estão sendo desenvolvidos na tentativa de substituir parcialmente estes últimos e, conseqüentemente, minimizar os impactos ao meio ambiente. **Objetivo:** Dessa forma, esse capítulo tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura sobre os principais avanços científicos relacionados à utilização de biopolímeros como matéria prima para o desenvolvimento de materiais com aplicações sustentáveis. **Material e Métodos:** A revisão de literatura consistiu na busca por artigos científicos e livros publicados nas bases de dados *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*. Na busca dos artigos e livros foram utilizados os descritores: “biopolímeros”, “sustentabilidade”, “meio ambiente”, e “polímeros biodegradáveis”, os quais foram utilizados isolados e/ou em combinações. Os artigos e livros foram selecionados de acordo com a relevância com o tema. **Resultados:** Após a prospecção, 24 artigos foram selecionados e analisados para verificar (1) Evolução anual, (2) Distribuição mundial e (3) Discussão dos artigos. A partir dos resultados apresentados é possível observar que a discussão sobre a utilização de biopolímeros aplicados à sustentabilidade aumentou nos últimos 10 anos e vem sendo crescentemente estudada atualmente. Em relação aos países que mais publicaram artigos sobre o tema nos últimos anos, a Índia foi a primeira colocada, com 7 artigos publicados, seguida do China e Espanha, com 3 artigos publicados cada. A análise dos artigos permitiu identificar diferentes biopolímeros como materiais promissores para a diminuição dos efeitos maléficos da ação humana para a saúde ambiental. **Conclusão:** A partir dos dados apresentados nesse estudo, é possível concluir que o número de pesquisas com biopolímeros vêm aumentando consideravelmente nos últimos anos e diferentes países estão se preocupando cada vez mais com as questões ambientais; e assim buscando novas estratégias que possam colaborar para a manutenção do equilíbrio ambiental e redução dos impactos negativos das ações humanas no meio ambiente.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Polímeros naturais; Bioplástico; Biotecnologia;

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação ambiental com o descarte de embalagens plásticas tem levado à inovação de biopolímeros biodegradáveis. Enormes quantidades de produção e consumo de plástico colocaram em risco a vida na Terra devido ao seu acúmulo como um poluente persistente. Assim, plásticos biodegradáveis feitos de biopolímeros estão ganhando aceitação na agricultura e indústrias de embalagens de alimentos; no entanto, eles ocupam uma parcela bastante pequena do mercado de plástico (RAI *et al.*, 2021).

O termo biopolímero refere-se a moléculas de cadeia longa que ocorrem naturalmente, mas também a materiais derivados desses ou monômeros de base biológica (SONG *et al.*, 2009). Os biopolímeros surgiram como alternativas potenciais, alguns estão disponíveis comercialmente, enquanto outros permanecem sob pesquisa.

Um biopolímero feito a partir de recursos renováveis anualmente e biodegradável pode resolver os principais problemas associados aos plásticos. A matéria-prima não é mais de origem fóssil, melhorando assim a segurança dos recursos e no final de sua vida, o polímero é capaz de biodegradar para não deixar resíduos (YATES & BARLOW, 2013).

Materiais biodegradáveis com propriedades semelhantes aos polímeros convencionais estão sendo desenvolvidos na tentativa de substituir parcialmente estes últimos e, conseqüentemente, minimizar os impactos ao meio ambiente. Alguns desses novos polímeros não são apenas biodegradáveis, mas também compostáveis, o que permite descartá-los junto com os resíduos orgânicos para serem reciclados por compostagem em vez de serem descartados em aterros sanitários (TAIATELE JUNIOR *et al.*, 2020).

Em contrapartida, os materiais plásticos poliméricos, por exemplo, são amplamente utilizados para embalagens devido à sua flexibilidade de moldagem, baixo custo, boa rentabilidade e boa resistência a diversos fatores ambientais e mecânicos. No entanto, esses materiais de embalagem representam um fardo para o meio ambiente, pois levam anos para se degradar e apresentam risco de liberação de produtos químicos que podem prejudicar a qualidade dos alimentos (BHARGAVA *et al.*, 2020).

Como alternativa sustentável para o problema do plástico utilizado para produzir embalagens, pesquisas vêm sendo realizadas, com o objetivo de desenvolvimento de algumas embalagens biodegradáveis, utilizando matérias-primas de recursos renováveis (biopolímeros) como amido, celulose, quitosana, gelatina, poli(álcool vinílico) (PVA), poli(ácido láctico) (PLA), poli(succinato de butileno) (PBS), etc., o que os torna ainda mais amigos do ambiente devido aos seus ciclos de vida mais curtos em comparação com os de recursos não renováveis (TAIATELE JUNIOR *et al.*, 2020).

Assim posto além da aplicação dos materiais biopolímeros biodegradáveis utilizados para embalagens sustentáveis, inúmeros outros exemplos de aplicações de biopolímeros podem ser encontrados na literatura com os mais diversos tipos de biopolímeros e aplicações voltadas para o desenvolvimento sustentável.

Dessa forma, esse capítulo tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura sobre os principais avanços científicos relacionados à utilização de biopolímeros como matéria prima para o desenvolvimento de biomateriais com aplicações sustentáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A revisão sistemática de literatura, segundo Okoli (2019) também chamada de revisão sistemática, consistiu na busca por artigos científicos publicados nas bases de dados Scielo, Scopus e Web of Science.

A pesquisa foi realizada nos meses de fevereiro e março de 2022. Na prospecção dos artigos buscou-se identificar quais são os principais biopolímeros que vêm sendo utilizados em aplicações voltadas para a preservação ambiental. Utilizou-se os descritores: “biopolímeros”, “sustentabilidade”, “meio ambiente”, e “polímeros biodegradáveis”, os quais foram utilizados isolados e/ou em combinações.

Na busca, especificou-se os artigos publicados em inglês e no intervalo de publicação para os últimos 10 anos. Além disso, livros e artigos incompletos foram deixados de fora das pesquisas. Inicialmente foi realizada a leitura dos títulos dos artigos, em seguida o resumo e, finalmente, 24 artigos foram selecionados de acordo com a relevância com o tema.

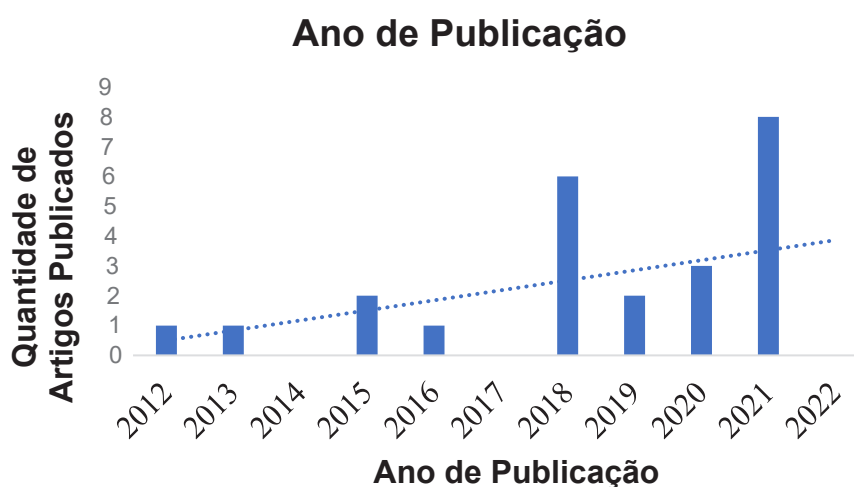
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos artigos encontrados, 24 foram selecionados e analisados para verificar (1) Evolução anual, (2) Distribuição mundial e (3) Discussão dos artigos. Os artigos selecionados continham em seus títulos as palavras “biopolímeros” e/ou “meio ambiente” e foram escolhidos considerando o objetivo do estudo e o tema desse capítulo.

3.1 Evolução anual

Fez-se o estudo da evolução anual de publicações no intervalo de 2006 a 2017, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Evolução anual de número de artigos publicados



Fonte: autoria própria, 2022.

A partir dos resultados apresentados é possível observar que a discussão sobre a utilização de biopolímeros aplicados à sustentabilidade aumentou nos últimos 10 anos e vem sendo crescentemente estudada atualmente, sendo que o ano 2021 apresentou a maior quantidade de publicações sobre o conteúdo.

3.2 Distribuição mundial

Em relação aos países que mais publicaram artigos sobre o tema nos últimos anos, a Figura 2 apresenta a relação dos países e mostra que a Índia foi a primeira colocada, com 7 artigos publicados, seguida do China e Espanha, com 3 artigos publicados cada.

Figura 2: Países que mais publicaram artigos entre 2012 e 2022



Fonte: autoria própria, 2022.

Em relação ao resultado obtido, este pode ser atribuído ao fato de que na Índia, o lixo, descartes não gerenciados, a falta de biodegradação, o uso de recursos desperdiçados, as ameaças à integridade corporal e à ordem natural e desonra nacional estão todos associados à “poluição plástica” (PATHAK, 2020). Ou seja, o problema da poluição por plástico na Índia é um problema sério que provavelmente resulta em pesquisas que buscam práticas sustentáveis como por exemplo o uso de biopolímeros sustentáveis.

3.3 Discussão dos artigos

Os 24 artigos descrevem diferentes abordagens e uso de biopolímeros como ferramentas sustentáveis de interação com o meio ambiente. A análise dos artigos permitiu identificar esses materiais como promissores para a diminuição dos efeitos maléficos dos plásticos para a saúde ambiental.

A Tabela 3 apresenta alguns dos principais artigos selecionados nesse estudo com as principais aplicações dos biopolímeros estudados.

Tabela 3: Biopolímeros aplicados a sustentabilidade ambiental

Tipo de Biopolímero	Aplicação	Referência
Microalgas	Tratamento de água	Abdel-Raouf <i>et al.</i> , 2012
Microalgas	Tratamento de água	Abinandan <i>et al.</i> , 2018
Nanopartículas de prata mediadas por lignina	Sensor seletivo e sua remoção catalítica de compostos nitro tóxicos aromáticos	Lee <i>et al.</i> , 2021
Poli(3-hidroxi butirato)	Mudança na comunidade bacteriana na água do rio	Kadoya <i>et al.</i> , 2020
Celulose bacteriana	Descontaminação de água	Hu <i>et al.</i> , 2019
Nanocelulose e seixos nano-incorporados de prata	Remoção completa de corantes, metais pesados e carga microbiana da água	Suman <i>et al.</i> , 2014
Complexo derivado de grafeno dual-2D para poli (ácido láctico)	Supressão de fumaça e baixa produção de CO ₂	Wei <i>et al.</i> , 2021
Oleogéis à base de lignocelulose	Sustentabilidade	Eajardo <i>et al.</i> , 2021
Espuma de quitosana incorporada em filtros	Adsorção de poluentes da aquicultura	Zadileno <i>et al.</i> , 2018
Precipitados de ferro biogênico	Sorção em lote e contínua de cromato e zinco de efluentes de galvanoplastia	Castro <i>et al.</i> , 2021
Fibras de nanocelulose	Biossorção de cádmio, níquel e íons de chumbo a partir de solução aquosa	Kardam <i>et al.</i> , 2013

Fonte: autoria própria, 2022.

Abdel-Raouf *et al.*, (2012) destacam o papel das microalgas no tratamento de águas residuais. Os autores discutem que o cultivo de microalgas oferece uma etapa interessante para o tratamento de efluentes, pois proporciona um biotratamento terciário aliado à produção de biomassa potencialmente valiosa, que pode ser utilizada para diversos fins. As culturas de microalgas oferecem uma solução elegante para tratamentos terciários, porém incertos devido à capacidade das microalgas de usar nitrogênio inorgânico e fósforo para seu crescimento. Além disso, por sua capacidade de remover metais pesados, bem como alguns compostos orgânicos tóxicos, não acarreta poluição secundária.

Abinandan *et al.*, (2018) discutem os méritos e deméritos das estratégias de cultivo de microalgas recentemente desenvolvidas para a remoção máxima de poluentes, bem como a produtividade de biomassa. Além disso, os autores destacam o potencial da tecnologia de biofilme de algas na remoção de poluentes e na colheita da biomassa de microalgas usando diferentes técnicas. Finalmente, eles fazem uma avaliação econômica dos métodos atualmente disponíveis para validar o cultivo de microalgas em águas residuais em nível comercial.

Lee *et al.* (2021) apresentam uma síntese ecologicamente correta de nanopartículas de prata mediadas por lignina como um sensor seletivo e sua remoção catalítica de compostos nitro tóxicos aromáticos. A capacidade de detecção seletiva das nanopartículas de prata sintetizadas foi examinada para a detecção de peróxido de hidrogênio e íons de mercúrio em

um ambiente aquoso. Além disso, o desempenho catalítico superior das nanopartículas foi demonstrado pela rápida conversão de 4-nitrofenol e nitrobenzeno tóxicos como poluentes direcionados para os compostos amino correspondentes. Assim, os autores propuseram um mecanismo plausível de redução catalítica para a remoção de poluentes nitro-orgânicos tóxicos.

Kodoya *et al.*, (2020) aplicaram a análise de metagenoma para entender melhor a mudança na biodiversidade de microorganismos não cultiváveis em 4 amostras de rios usando poli (3-hidroxibutirato) [P(3HB)], um polímero biodegradável bem estudado. Uma relação inversa entre o número de microrganismos e o peso de P(3HB) foi observada para todas as amostras do rio, enquanto nenhuma alteração foi observada para o polietileno não degradável. Com base na análise estatística (índice Chao1), os consórcios microbianos exibiram diversidade reduzida e tenderam a convergir para comunidades microbianas semelhantes entre três das amostras do rio.

Dessa forma, Kodoya *et al.*, (2020) sugerem uma estreita relação entre a biodegradação do P(3HB) e a estrutura do consórcio bacteriano nos ambientes fluviais. Curiosamente, foram detectadas sequências metagenômicas correspondentes a bactérias que já foram identificadas como degradadoras de P(3HB) cultiváveis, sugerindo uma estreita relação entre a comunidade não cultivável e a comunidade cultivável. A análise metagenômica nos forneceu informações úteis sobre as mudanças dinâmicas na comunidade microbiana nas amostras de rios e é aplicável a várias combinações de ambientes e biopolímeros.

Hu *et al.*, (2019) descreveram um projeto de purificador multifuncional semelhante a papel, que tem estrutura à base de biomassa enxertando compostos de amônio quaternário derivados de polietilenimina em substrato de celulose bacteriana tridimensional. Em comparação com materiais semelhantes relatados anteriormente, o produto exibiu capacidades de adsorção surpreendentemente mais altas para vários íons metálicos, incluindo Pb^{2+} , Cu^{2+} e Cr^{6+} , corantes orgânicos aniônicos, incluindo vermelho congo, laranja de metila e vermelho de metila, e excelente eficiência de desinfecção contra bactérias Gram-negativas e Gram-positivas. Notavelmente, este purificador também demonstrou a remoção efetiva das três espécies contaminantes de água poluída.

Suman *et al.*, (2014) propuseram um material compósito à base de seixos embebidos em nanocelulose (NC)-prata (AgNPs) como um novo dispositivo de purificação de água reutilizável e econômico para a remoção completa de corantes, metais pesados e micróbios. NC foi preparado usando hidrólise ácida de celulose. O purificador de água exibiu não apenas excelente capacidade de adsorção de corantes e metais pesados, mas também atividade antibacteriana de longo prazo contra cepas bacterianas patogênicas e não patogênicas. A adsorção ocorreu principalmente através da interação eletrostática e a difusão dos poros também contribuiu para o processo. A alta capacidade de adsorção e reutilização, com a remoção completa de corantes, metais pesados e *Escherichia coli* da água contaminada simulada do material compósito, proporcionará novas oportunidades para desenvolver um purificador de água econômico e ecologicamente correto.

Wei *et al.*, (2021) desenvolveram uma estratégia viável para projetar um complexo derivado de grafeno de duas dimensões (2D) como um retardador de chama benigno para o meio ambiente e modificador de interface para materiais de Poli (ácido lático) PLA. O complexo derivado de grafeno 2D duplo pode aumentar o retardo de chama com a taxa de

liberação de calor reduzida em 50% e 29% para compósitos modificados com poli(carbonato de propilideno) e succinato de polibutileno. A taxa de produção de fumaça, a produção total de fumaça e a taxa de produção de CO₂ dos compósitos binários de PLA também foram reduzidas significativamente, o que poderia beneficiar a proteção do meio ambiente. A estratégia desenvolvida de retardante de chamas ecologicamente correto derivado de grafeno 2D duplo não apenas forneceu uma nova visão sobre como modificar as matrizes poliméricas frágeis para a exploração funcional, mas também um processo mais limpo para compósitos biodegradáveis com supressão de fumaça excepcional e emissão reduzida de dióxido de carbono.

Fajardo *et al.*, (2021) avaliaram a biodegradabilidade e ecotoxicidade de novos oleogéis formulados obtidos a partir de resíduos agrícolas fermentados com *Streptomyces*, anteriormente relatados por apresentarem características reológicas e tribológicas melhoradas em comparação com lubrificantes minerais comerciais. Ambos os novos oleogéis exibiram taxas de biodegradação mais altas do que a graxa comercial. Bioensaios ecotoxicológicos clássicos usando organismos eucarióticos (*Lactuca sativa*, *Caenorhabditis elegans*) mostraram que o impacto tóxico dos biolubrificantes produzidos foi quase insignificante e comparável ao da graxa comercial para os organismos alvo. Além disso, técnicas moleculares de alto rendimento usando tecnologias emergentes de sequenciamento de DNA (NGS) de última geração foram aplicadas para estudar as mudanças estruturais de populações microbianas expostas a lubrificantes de um solo padrão.

Portanto, os resultados obtidos por Fajardo *et al.*, (2021) mostraram que o descarte de lubrificantes à base de biomassa no ambiente do solo não modificou substancialmente a estrutura e composição filogenética do microbioma. Esses resultados apontam para a viabilidade e sustentabilidade, em termos de biodegradabilidade e ecossegurança, dos novos biolubrificantes em comparação com as graxas minerais comerciais. Esta tecnologia representa uma estratégia biológica promissora para substituir matérias-primas fósseis e não renováveis, bem como obter biopolímeros úteis a partir de resíduos agrícolas com potencial para aplicações em larga escala.

Zadinelo *et al.*, (2018) descrevem um estudo no qual a espuma de quitosana foi incorporada aos filtros e avaliada como adsorvente de poluentes da aquicultura, agregando valor ao material e ao mesmo tempo proporcionando um aproveitamento para resíduos industriais. A espuma foi usada para remover amônia, nitrito, ortofosfato e turbidez dos efluentes da aquicultura. Este biopolímero produzido é biodegradável, e quando saturado com compostos orgânicos provenientes da aquicultura, e não mais adequado para reaproveitamento como material filtrante, pode ser empregado como fertilizante, fechando assim o ciclo de sustentabilidade da cadeia produtiva da aquicultura.

No estudo de Castro *et al.*, (2021), precipitados de ferro biogênico foram utilizados como adsorventes para cromato e zinco. Além disso, os precipitados de ferro foram incorporados em grânulos de alginato para remoção de metal em colunas de leito fixo, e seu desempenho foi avaliado em um sistema contínuo variando diferentes parâmetros operacionais, como vazão, altura do leito e sistema de alimentação. A influência de diferentes variáveis de adsorção no tempo de saturação, na quantidade de metais potencialmente tóxicos adsorvidos e no desempenho da coluna foi investigada, e a forma das curvas de ruptura foi analisada. O desempenho ideal da coluna foi alcançado aumentando a altura do leito e di-

minuindo a vazão de alimentação e a concentração de metal de entrada. O sistema de fluxo ascendente melhorou significativamente a absorção de metal, evitando os canais de fluxo preferenciais.

Finalmente, no estudo de Kardam *et al.*, (2013), fibras de nanocelulose foram preparadas a partir do tratamento físico-químico de palha de arroz, caracterizadas e exploradas para a remediação de alguns metais tóxicos de águas residuais. As fibras de nanocelulose preparadas mostraram eficiência de remoção de 9,7 mg/g Cd (II), 9,42 mg/g Pb(II) e 8,55 mg/g de íons Ni (II) de 25 mg/l de solução metálica. Os estudos de regeneração indicaram que as fibras de nanocelulose podem ser usadas sucessivamente até três ciclos de regeneração. O reforço de nanotecnologia para celulose nativa melhorou significativamente a eficiência de remoção de metal em comparação com palha de arroz e fibras de celulose, o que fornece novos caminhos como remediação verde econômica e ecológica ou pode ser usado como uma etapa de pré-tratamento antes dos métodos de descontaminação química para metais tóxicos.

4 CONCLUSÃO

Dessa forma, o presente estudo discute resultados importantes sobre o uso de biopolímeros em processos sustentáveis que visam a manutenção do meio ambiente saudável. A partir dos dados apresentados nesse estudo, é possível concluir que o número de pesquisas com biopolímeros vêm aumentando consideravelmente nos últimos anos e diferentes países estão se preocupando cada vez mais com as questões ambientais. Além disso, observou-se uma variedade significativa de estudos com biopolímeros e materiais biodegradáveis com diferentes finalidades e aplicações.

Os principais biopolímeros e matérias biodegradáveis investigados foram microalgas, celulose, celulose bacteriana, lignocelulose e quitosana. Estes foram utilizados com aplicações sustentáveis principalmente objetivando o tratamento de água e remoção de partículas poluentes de efluentes.

Portanto, essa revisão sistemática aponta que novas pesquisas estão sendo realizadas em busca de novas estratégias que possam colaborar para a manutenção do equilíbrio ambiental e redução dos impactos negativos das ações humanas no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABDEL-RAOUF, N.; AL-HOMAIDAN, A. A.; IBRAHEEM, I. B. M. Microalgae and wastewater treatment. *Saudi Journal of Biological Sciences* 19, 257–275, 2012.

ABINANDAN, S.; SUBASHCHANDRABOSE, S. R.; VENKATESWARLU, K.; MEGHARAJ, M. Nutrient removal and biomass production: advances in microalgal biotechnology for wastewater treatment. *Critical Reviews in Biotechnology*. 2018, Vol. 38, n. 8, 1244–1260, 2018.

CASTRO, L.; ROCHA, F.; MUÑOZ, J. A.; GONZÁLEZ, F.; BLÁZQUEZ, M. L. Batch and Continuous Chromate and Zinc Sorption from Electroplating Effluents Using Biogenic Iron Precipitates. **Minerals**, 11, 349. 2021.

FAJARDO, C.; BLÁNQUEZ, A.; DOMÍNGUEZ, G.; BORRERO-LÓPEZ, A. M.; VALENCIA, C.; HERNÁNDEZ, M.; ARIAS, M. E.; RODRÍGUEZ, J. Assessment of Sustainability of Bio Treated Lignocellulose-Based Oleogels. **Polymers** 13, 267, 2021.

HU, Y.; LIU, F.; SUN, Y.; XU, X.; CHEN, X.; PAN, B.; SUN, D.; QIAN, J. Bacterial cellulose derived paper-like purifier with multifunctionality for water decontamination. **Chemical Engineering Journal** 371, 730–737, 2019.

KADOYA, R.; TANAKA, N.; FUJITA, N.; SHIWA, Y.; TAGUCHI, S. Changed bacterial community in the river water samples upon introduction of biodegradable poly(3-hydroxybutyrate). **Polymer Degradation and Stability** 176, 109144, 2020.

KARDAM, A.; RAJ, K. R.; SRIVASTAVA, S.; SRIVASTAVA, M. M. Nanocellulose fibers for biosorption of cadmium, nickel, and lead ions from aqueous solution. **Clean Technologies and Environmental Policy** 16, 385–393, 2014.

LEE, S. J.; BEGILDAYEVA, T.; YEON, S.; NAIK, S. S.; RYU, H.; KIM, T. H.; CHOI, M. Y. Eco-friendly synthesis of lignin mediated silver nanoparticles as a selective sensor and their catalytic removal of aromatic toxic nitro compounds. **Environmental Pollution** 269, 2021.

OKOLI, C. Guia Para Realizar uma Revisão Sistemática da Literatura. Tradução de David Wesley Amado Duarte; Revisão técnica e introdução de João Mattar. **EaD em Foco** ;9 (1): e748, 2019.

PATHAK, G. Plastic Pollution' and Plastics as Pollution in Mumbai, India. **Journal of Anthropology**. 2020.

RAI, P.; MEHROTRA, S.; PRIYA, S.; GNANSOUNOU, E.; SHARMA, S. K. Recent advances in the sustainable design and applications of biodegradable polymers. **Bioresource Technology** 325, 124739, 2021.

SONG, J. H.; MURPHY, R. J.; NARAYAN, R.; DAVIES, G. B. H. Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastics. **Philosophical Transactions of the Royal Society** B364:2127–39, 2009.

SUMAN.; ABHISHEK K.; GERA, M.; JAIN, V. K. A. novel reusable nanocomposite for complete removal of dyes, heavy metals and microbial load from water based on nanocellulose and silver nano-embedded pebbles. **Environmental Technology**. Volume 36, 2015 - Issue 6, 2015.

TAIATELE JUNIOR, I.; DAL BOSCO, T. C.; BERTOZZI, J.; MICHELS, R. N.; MALI, S. Biodegradability assessment of starch/glycerol foam and poly(butylene adipate-co-terephthalate)/starch film by respirometric tests. **Brazilian Journal of Food Technology**, 2020.

WEI, Z.; CAI, C.; HUANG, Y.; WANG, P.; SONG, J.; DENG, L.; FU, Y. Eco-friendly strategy to a dual-2D graphene-derived complex for poly (lactic acid) with exceptional smoke suppression and low CO₂ production. **Journal of Cleaner Production** 280, 2021.

YATES, M. R.; BARLOW, C. Y. Life cycle assessments of biodegradable, commercial biopolymers—A critical review. **Resources, Conservation and Recycling** 78, 54– 66, 2013.

ZADINELO, I. V.; SANTOS, L. D.; CAGOL, L.; MUNIZ, G. I. B.; ELLENDERSEN, L. S. N.; ALVES, H. J.; BOMBARDELLI, R. A. Adsorption of aquaculture pollutants using a sustainable biopolymer. **Environmental Science and Pollution Research** 25:4361–4370, 2018.

Meio Ambiente e Sustentabilidade: conceitos e aplicações

ISBN: 978-65-88884-17-1

Capítulo 02

Diagnóstico visual do rio Mamanguape no município de Rio Tinto – PB

Juliana Gomes da Silva

Graduada em Ecologia, Universidade Federal da Paraíba. Av. Santa Elisabete, s/n, Centro.
Rio Tinto - PB. CEP 58297-000.

Évio Eduardo Chaves de Melo*

Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba. Av. Santa
Elisabete, s/n, Centro. Rio Tinto - PB. CEP 58297-000.

*Autor correspondente: Doutor em Ciência do Solo, Av. Santa Elisabete, s/n, Centro. Rio Tinto - PB.
CEP 58297-000. Telefone de contato: (81) 995252308; E-mail: evio.eduardo@academico.ufpb.br.

Data de submissão: 28-04-2022

Data de aceite: 06-05-2022

Data de publicação: 01-06-2022



10.51161/editoraime/108/33



RESUMO

Introdução: A água é um bem essencial para a sobrevivência dos seres vivos e o seu uso vem acontecendo de forma desenfreada pela sociedade. A partir disso, faz-se necessário estudos voltados a gestão e conservação que mudem a forma de atuação de forma mais sustentável. **Objetivo:** O presente estudo teve como objetivo a avaliação do grau de pre-servação das margens do rio Mamanguape através da análise visual dos aspectos físicos do seu entorno no perímetro do município de Rio Tinto - PB. **Material e Métodos:** Foi realizado um levantamento de informações macroscópicas para o diagnóstico visual ambiental em seis pontos escolhidos de forma estratégica através de visitas no local, com registros fotográficos e pontos georreferenciados. **Resultados:** O trecho analisado está em situação de elevada degradação ambiental. A falta de proteção adequada, a área de inserção e o desmatamento da mata ciliar são os principais aspectos que influenciam negativamente nos impactos evidenciados nesse estudo. **Conclusão:** Espera-se que este trabalho possa contribuir para futuras pesquisas e projetos que envolvam a área, para que haja uma mitigação dos impactos ambientais causados aos corpos hídricos e mananciais.

Palavras-chave: Água; Degradação; Meio Ambiente; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Á água é um recurso natural de extrema importância para os seres vivos do nosso planeta. Por ser um recurso finito, o uso inconsciente pela sociedade e a distribuição naturalmente desproporcional da água poderá favorecer sua escassez, possibilitando futuros conflitos entre as nações por esse bem tão primordial (DIAS, 2002). Deste modo, se faz necessário o desenvolvimento de estudos e ações voltadas a gestão e conservação dos recursos hídricos, para sensibilizar e impor a sociedade uma forma que entendam a necessidade de implantar e manter a sustentabilidade ambiental (PONTES & SHRAMM, 2004).

O diagnóstico visual consiste no levantamento de informações para chegar a uma conclusão quanto ao grau de preservação do local, relacionando os aspectos que influenciam diretamente e indiretamente o ambiente, e que pode afetar as condições adversas da qualidade da água (BERTOSSO *et al.*, 2013). Observando o entorno da área de estudo e seus componentes, juntamente com dados coletados com a visita *in loco*, é realizado o levantamento para elaboração de planilhas e gráficos que nos permitem analisar o grau de preservação da área. Com o resultado desse diagnóstico visual, tenta-se propor práticas voltadas a gestão ambiental para garantir a sustentabilidade e conservação dos recursos naturais, a fim de proporcionar qualidade de vida para as gerações presentes e futuras.

O crescimento das cidades sem um plano de uso e ocupação do solo causam sérios problemas de degradação ambiental. O uso e ocupação irregular no entorno de uma bacia hidrográfica pode ocasionar desmatamentos de matas ciliares e ocupação de áreas de preservação permanente, potencializa a degradação da qualidade ambiental e exaustão do corpo hídrico (GOMES, 2015). Com isso, a qualidade das águas superficiais de um rio pode sofrer alterações físico-químicas que modifica sua disponibilidade de uso para determinado fim, tais como o abastecimento humano, recreação, produção de alimentos e indústria (BRASIL, 2017).

O rio Mamanguape é o principal rio de uma das principais bacias hidrográficas do estado da Paraíba e como principal responsável pelo desenvolvimento socioeconômico da região canavieira do Estado (SANTOS *et al.*, 2015). Segundo os autores, essa bacia agrega diversas atividades econômicas da região e necessita de mais estudos relacionados ao seu desenvolvimento versus sua sustentabilidade ambiental. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo realizar o diagnóstico visual ambiental do rio Mamanguape através de uma análise macroscópica do seu entorno.

2 MATERIAL E MÉTODOS

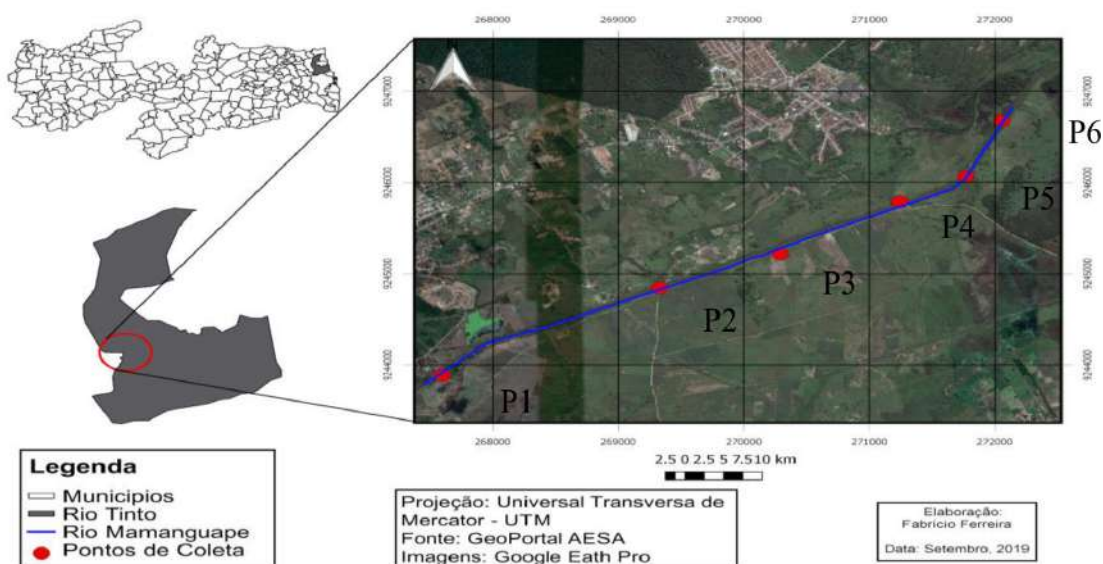
O estudo foi realizado nas margens do rio Mamanguape, no perímetro do município de Rio Tinto – PB. O rio nasce na microrregião do agreste da Borborema e recebe cursos d'água de outros rios como o de Guariba, Guandu, Araçagi, Saquaiba e o riacho Bloqueio. No baixo curso do rio Mamanguape e de seus tributários localizam-se quatro municípios como segue: Baía da Traição, Mamanguape, Marcação e Rio Tinto (CERHPB, 2004). A Bacia do Rio Mamanguape drena uma área de aproximadamente 3.522,69 km (AESAs, 2006).

O município de Rio Tinto está localizado no Litoral Norte do estado da Paraíba uma

distância de 80 km de João Pessoa. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no ano de 2012 sua população era estimada em 23.431 habitantes, com área territorial de 466,4 km².

As análises macroscópicas para o diagnóstico visual foram realizadas em uma área da zona rural onde localiza-se o rio Mamanguape, iniciando na divisa dos municípios de Mamanguape e Rio Tinto, até a comunidade do Veloso no município de Rio Tinto (Figura 1 e 2).

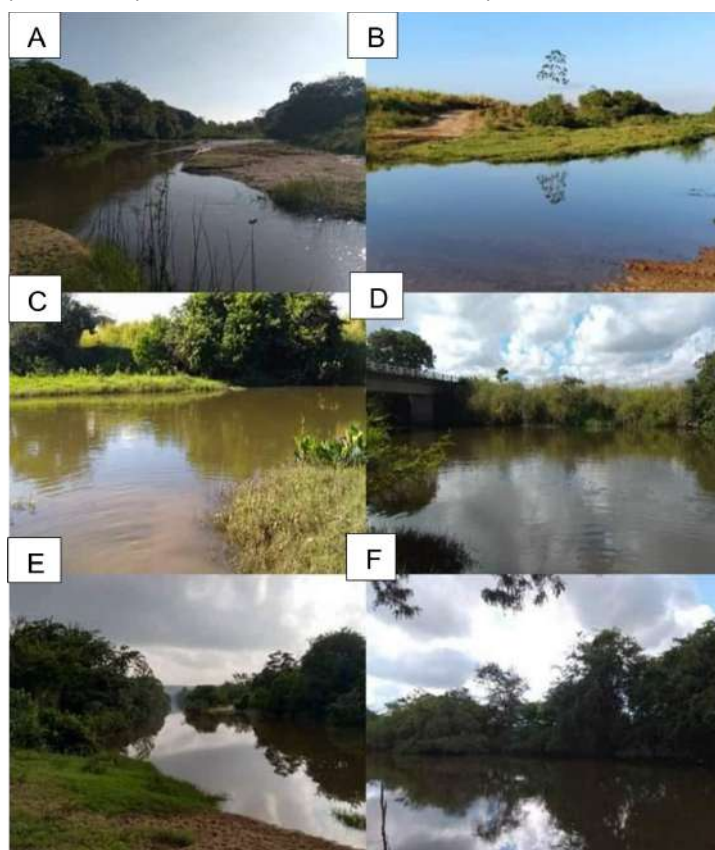
Figura 1. Mapa de localização dos pontos no município de Rio Tinto - PB



Fonte: GeoPortalAESAs, 2019

Elaboração: Fabrício Ferreira, 2019.

Figura 2. Pontos analisados macroscopicamente do rio Mamanguape no perímetro do município de Rio Tinto - PB. (A) Ponto 1 (S06°50.151'; W035°06.177'); (B) Ponto 2 (S06°49.603'; W035°06.180'); (C) Ponto 3 (S06°49.382'; W035°04.715'); (D) Ponto 4 (S06°49.129'; W035°04.193'); (E) Ponto 5 (S06°48.981'; W035°03.907'); (F) Ponto 6 (S06°48.650'; W035°03.751').



Fonte: Juliana Gomes, 2019.

Na análise macroscópica de cada ponto amostral foram avaliados os seguintes aspectos mediante adaptações dos trabalhos de Dias (1998), Guia de Avaliação da Qualidade das Águas (2004) e Gomes *et al.* (2005):

- Coloração aparente da água: vista em recipiente transparente e verificação da cor;
- Odor da água: analisado com as amostras coletadas *in loco*;
- Lixo ao redor: presença ou ausência de lixo nas margens do rio;
- Materiais Flutuantes: materiais suspensos na água;
- Espumas e óleo: presença na superfície da água;
- Esgoto: presença de emissários e sua distância das margens do rio;
- Vegetação: verificação de presença e ausência da vegetação no entorno e margem da área e classificação de preservação (alto grau de degradação, baixo grau de degradação, preservado);
- Uso por animais: indícios de uso por animais, como presença, pegadas, fezes, tocas e esqueletos;
- Uso antrópico: indicativos de utilização do rio por humanos, percurso nas margens do rio, presença de bombas de sucção e irrigação na área ao entorno do rio;
- Proteção: presença de proteção na área ao redor do rio, por barreiras naturais ou artificiais e sua caracterização;

-Residências: dimensionar a distância das residências, comércios e indústrias até as margens do rio;

-Tipo de área de inserção: Se as margens do rio encontram-se uma área de preservação, espaço público ou propriedade privada.

Finalizado o diagnóstico local e as anotações dos impactos nos pontos de georreferenciados nas margens do rio Mamanguape, os parâmetros macroscópicos foram tabulados em padrões para quantificação, através dos somatórios dos pontos obtidos (Tabela 1).

Tabela 1. Quantificação da análise dos parâmetros macroscópicos

Indicadores	Parâmetros macroscópicos		
Cor da água	(1) Escura	(2) Clara	(3) Transparente
Odor	(1) Cheiro forte	(2) Cheiro fraco	(3) Sem cheiro
Lixo ao redor	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem lixo
Materiais flutuantes	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem materiais flutuantes
Espumas	(1) Muita	(2) Pouca	(3) Sem espumas
Óleos	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem óleos
Esgoto	(1) Esgoto doméstico	(2) Fluxo Superficial	(3) Sem esgoto
Vegetação (preservação)	(1) Alta degradação	(2) Baixa degradação	(3) Preservada
Uso por animais	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Uso por humanos	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Proteção do local	(1) sem proteção (acesso livre)	(2) Com proteção (mas com acesso)	(3) Com proteção (sem acesso)
Proximidade com residência ou estabelecimento	(1) Menos de 50 metros	(2) Entre 50 e 100 metros	(3) Mais de 100 metros
Tipo de área de inserção	(1) Espaço público	(2) Propriedade privada	(3) Parques ou áreas protegidas

Fonte: adaptação de Gomes *et al.* (2005)

Em seguida, foi utilizada uma tabela classificatória (Tabela 2) que indica o grau de preservação e a classe que cada ponto está enquadrado. Esta classificação foi baseada no trabalho de Gomes *et al.* (2005), que fez uma adaptação da Classificação do Grau de Impactos de Nascentes (2004) e do Guia de Avaliação da Qualidade das Águas (2004).

Tabela 2. Classificação dos pontos amostrais quanto ao grau de preservação

Classe	Grau de Preservação	Pontuação Final*
A	Ótima	Entre 37 e 39 pontos
B	Boa	Entre 34 e 36 pontos
C	Razoável	Entre 31 e 33 pontos
D	Ruim	Entre 28 e 30 pontos
E	Péssimo	abaixo de 28 pontos

*Notas para os treze parâmetros observados (através da somatória dos pontos obtidos na quantificação da análise macroscópica).

Os dados analisados macroscopicamente foram armazenados e tabulados em tabelas e gráficos para verificação das condições das áreas para diagnóstico visual ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta pesquisa utilizou o método da avaliação visual para analisar as condições ambientais e o grau de preservação das margens do rio Mamanguape. Cada ponto amostral foi avaliado individualmente e o grau de proteção foi calculado utilizando os trezes (13) parâmetros macroscópicos, adaptado do trabalho de Gomes *et al.* (2005). As descrições de cada ponto estão relatadas abaixo:

Ponto 1. Divisa do município Rio Tinto/Mamanguape: (S06°50.151'; W035°06.177')

O primeiro ponto é na divisa do município de Rio Tinto e Mamanguape. Foi observado que a água se apresentou em um tom marrom claro, odor com cheiro fraco, ausência de espumas e óleos na superfície. Também não foi detectado a presença de esgotos domésticos. Apesar de ter uma área ampla com monocultura no entorno do rio, não foi detectado a presença de lixo. A vegetação está com alta degradação, pois foi desmatada em boa parte da área, ocasionando assoreamento na parte do meio no rio. Atualmente, o entorno deste ponto é ocupado pela monocultura da cana-de-açúcar. Há utilização das águas do rio para irrigação, para pescar e para dessedentação por animais pois foi visto apenas pegadas de patas de animais. Esse ponto amostral fica próximo a uma propriedade particular na área rural e não tem proteção, ou seja, acesso livre de pessoas e animais no local, com distância superior a 100 metros das residências.

Ponto 2. Comunidade Veloso de Cima (Passagem para outras comunidades) (S06°49.603'; W035°06.180')

A água apresentou-se com uma tonalidade marrom claro, com odor fraco, sem espumas e nem óleos na superfície. Também não foi visto esgotos domésticos no entorno e nem lixo, mesmo estando em uma área de passagem para outras comunidades. Com relação a vegetação, foi considerada como degradação alta, tendo uma parte que foi desmatada para formar uma pastagem. Não foi detectado o uso nesse ponto do rio por humanos. Área bastante assoreada e pouco mais de 50 metros de distância tem-se também a monocultura da cana-de-açúcar. Foi observado a utilização do rio para a irrigação para a monocultura e a pastagem. Área aberta sem proteção e de fácil acesso, e a distância das residências para as margens do rio é pequena (entre 50 e 100 metros).

Ponto 3. Comunidade Veloso (canavial) (S06°49.382'; W035°04.715')

O terceiro ponto é localizado em uma área que tem plantação de cana de açúcar em ambos os lados da margem do rio. A água apresentou-se em tonalidade marrom claro e manteve seu odor fraco, sem espumas na superfície e ausência de óleos no corpo hídrico. Devido a monocultura intensa, as moradias ficam distantes não tendo assim lançamento de esgotos domésticos, entretanto foi observado pouco lixo nas margens do rio. É nítido o alto índice de degradação desta área, mas observa-se algumas espécies vegetais nas margens e dentro do rio, ou seja, na parte assoreada. Nas proximidades deste ponto estão instaladas bombas para irrigação da monocultura. Observou-se a utilização dessa parte do rio para a pesca pelos moradores locais e a presença de animais de pequeno e grande porte. Este

ponto está entre áreas particulares, com cercas de arame farpado em ambos os lados que separam o rio das propriedades, mas ainda oferece acesso livre ao local, e a distância entre a área e as residências da comunidade ficam superior a 100 metros.

Ponto 4. Ponte de acesso à praia de Campina/Barra de Mamanguape (S06°49.129'; W035°04.193')

No quarto ponto, a água apresentou sua coloração marrom claro, odor fraco, pouca presença de espumas e ausência de óleos na sua superfície. Não tem lançamento de esgotos domésticos no rio, no entanto, foi detectado lixo nas margens, como plásticos, vidros e alguns utensílios domésticos. A vegetação é altamente degradada, visto que é uma área de monocultura e tendo pouquíssimas espécies arbóreas nas margens do rio. Este ponto é próximo da estrada e bem acessível a população, tendo frequentes atividades de pesca e utilização por animais, por ser uma área aberta e sem proteção. A localização deste ponto é mais precisamente ao lado da ponte que dá acesso ao interior do município de Rio Tinto, próximo das propriedades privadas com suas cercas de proteção, não impedindo acesso ao rio. A área tem uma distância superior a 100 metros das residências

Ponto 5. Área próximo ao manguezal (S06°48.981'; W035°03.907')

Neste ponto a água apresentava um tom marrom claro e o odor fraco, com presença de espumas e ausência de óleo na parte da superfície do corpo hídrico. Não foi observado lançamento de esgotos domésticos e nem lixo no entorno desse ponto. A vegetação é de baixa degradação, tendo uma maior quantidade de espécies arbóreas, visto que o local está inserido em área próximo ao manguezal. Foi observado também o plantio com monocultura apenas em um lado da margem do rio, diferente dos pontos anteriores. O caminho da estrada e das residências até a área não é de fácil acesso. Existem atividades de pesca com frequência pela comunidade, além da presença de bomba para irrigação e as residências ficam mais de 100 metros de distância do rio.

Ponto 6. Área de manguezal (S06°48.650'; W035°03.751')

Neste ponto a água manteve-se com sua coloração marrom claro. Por se localizar em uma área mais fechada e próximo ao manguezal, a água apresentou odor fraco, ausência de espumas e de óleos na água. Como se trata de uma área bem restrita, não tem lançamento de esgotos domésticos e nem lixo. A vegetação da área apresentou-se com baixa degradação, com bastante espécies arbóreas e não há monocultura no entorno. Não foi visto nesse ponto do rio bombas para irrigação, mas é uma área usada para atividade pesqueira. Foi visto animais as margens do rio. O local é de difícil acesso, ficando as residências com uma distância superior a 100 metros do leito do rio.

Ao analisar cada ponto nas margens do rio Mamanguape e usar a quantificação da análise dos parâmetros macroscópicos, podemos enquadrá-los em três classes diferentes (Tabela 3) de acordo com o grau de preservação (Tabela 2), mediante o índice de impacto ambiental macroscópico que se encontram cada ponto.

Tabela 3. Quantificação das análises dos parâmetros macroscópicos

Ponto de Coleta	1	2	3	4	5	6	Somatório
Cor da água	2	2	2	2	2	2	12
Odor	2	2	2	2	2	2	12
Lixo ao redor	3	3	2	2	3	3	16
Material Flutuante	3	3	3	2	3	3	17
Espumas	3	3	2	2	2	3	15
Óleos	3	3	3	3	3	3	18
Esgoto	3	3	3	3	3	3	18
Vegetação	1	1	1	1	2	2	8*
Uso por animais	2	3	1	1	3	1	11
Uso por humanos	1	3	2	2	1	1	10
Proteção do local	1	1	1	1	2	2	8**
Proximidades com residências ou estabelecimentos	3	2	3	3	3	3	17
Área de inserção	2	1	2	1	2	3	11***
TOTAL	29	30	27	25	31	31	
CLASSIFICAÇÃO	D	D	E	E	C	C	

(*) Vegetação pouco preservada (risco de impacto ambiental quanto a preservação)

(**) Não tem proteção adequada (área não é cercada corretamente para evitar interferência humana ou animal)

(***) A inserção do local não é uma área que visam preservação.

É possível observar na figura 4 que dos seis pontos de coletas de água, dois pontos (5 e 6) apresentaram grau de preservação local razoável (classe C), dois pontos (1 e 2) ficaram na classe D (preservação ruim) e dois pontos (3 e 4) apresentaram os menores valores, sendo agrupados na classe E (preservação péssima).

Figura 4. Número de pontos de coleta em cada classe quanto ao grau de preservação.

A partir da quantificação das análises dos parâmetros macroscópicos (Tabela 3), podemos observar as porcentagens de cada parâmetro analisado aconteceu com as seguintes constâncias:

- Cor da água: 100% apresentaram água com a coloração marrom claro (6 pontos);
- Odor: 100% dos pontos analisados apresentaram cheiro fraco (6 pontos);
- Lixo ao redor: 66,66% dos pontos tinham ausência de lixo ao redor (4 pontos), 33,34% dos pontos apresentaram lixo ao redor (2 pontos);
- Material flutuante: 83,33% dos pontos tinham ausência de materiais flutuantes (5 pontos) e apenas 16,67% apresentaram a presença de material (1 ponto);
- Espumas: 50% apresentaram poucas espumas (3 pontos) e 50% apresentaram ausência de espumas (3 pontos);
- Óleos: 100% dos pontos não apresentaram óleos na superfície do corpo hídrico.
- Esgotos: 100% dos pontos analisados visualmente não tinha lançamentos de esgotos;
- Vegetação: 66,64% dos pontos foram classificados como alta degradação (4 pontos) e 33,34% apresentaram pouca degradação (2 pontos);
- Uso por animais: 50% apresentaram presença do uso por animais (3 pontos), 33,3% não foi detectado o uso por animais (2 pontos) e 16,7% apresentaram apenas pegadas de uso por animais (1 ponto).
- Uso por humanos: 50% dos pontos analisados visualmente apresentaram uso por humanos (3 pontos), 33,3% foram detectados apenas marcas de uso (2 pontos) e 16,7% não foi detectado marcas de uso (1 ponto).
- Proteção do local: 66,6% não apresentaram proteção (4 pontos) e 33,4% apresentaram proteção, mais que dão acesso a área (2 pontos).
- Proximidades com residências ou estabelecimentos: 83,3% dos pontos apresentaram mais de 100 metros de distância (5 pontos) e apenas um ponto amostral (16,7%) apresentou distância com pouco mais de 50 metros.
- Área de inserção: 50% têm inserção em propriedades privadas (3 pontos), 33,3% não está inserido em áreas privadas nem áreas de proteção (2 pontos) e 16,7% está inserido em áreas protegidas (1 ponto).

Os parâmetros utilizados na pesquisa que podem ser apontados como pontos negativos às condições ambientais da área de estudo são a vegetação pouco preservada, não tem proteção adequada e a inserção do local não é uma área que visam preservação, pois é muito distante da Área de Proteção Ambiental da Barra do rio Mamanguape e da Área de Relevante Interesse Ecológico de Manguezais da Foz do rio Mamanguape.

As margens estudadas do rio Mamanguape encontram-se com seus entornos ocupadas principalmente com culturas agrícolas anuais e/ou vegetação degradadas, e com solos expostos em grande parte da área. Essa alta degradação da mata ciliar é devido principalmente as plantações da monocultura da cana-de-açúcar, que causam impactos ambientais na área de estudo, destacado o assoreamento do rio Mamanguape.

O assoreamento em rios ocorre na sua grande maioria por atividades antrópicas, através de ações como desmatamento das matas ciliares, processos erosivos pluvial, por práticas agrícolas impróprias e construções inadequadas nas margens dos corpos hídricos (PASSOS *et al.*, 2019). Além das alterações na quantidade e a qualidade das águas e da navegabilidade do rio, o assoreamento causa outros desequilíbrios ao ecossistema. Erfte-

meijer & Lewis (2006) relatam aumento na turbidez da água e redução das concentrações de oxigênio dissolvido devido presença da matéria orgânica do sedimento depositado. Essas alterações físico-químicas da água reduzem a luminosidade nos corpos hídricos, reduzindo assim a fotossíntese da biota aquática (ERFTEMEIJER *et al.*, 2012).

4 CONCLUSÃO

O trecho analisado do rio Mamanguape no município de Rio Tinto – PB está em situação de elevada degradação ambiental. A falta de proteção adequada, a área de inserção e o desmatamento da mata ciliar são os principais aspectos que influenciam negativamente nos impactos evidenciados nesse trecho do rio. É de grande importância realizar estudos e trabalhos de educação ambiental com a população, proprietários das áreas com plantações de cana-de-açúcar e as prefeituras locais para mostrar os impactos ambientais e implementar ações de recuperação e preservação das margens e matas ciliares do entorno do rio Mamanguape.

Espera-se que este trabalho possa contribuir para futuras pesquisas e projetos que envolvam a área, para que haja uma mitigação dos impactos ambientais causados aos corpos hídricos e mananciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno / Agência Nacional de Águas**. -- Brasília: ANA, 2017. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2017_rel-1.pdf. Acesso em: 11/03/2020

BERTOSSI, A. P. A. *et al.* Qualidade da água em microbacias hidrográficas com diferentes coberturas do solo no sul do Espírito Santo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.107-117, 2013.

CERHPB - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. **Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte**. João Pessoa, 2004. Mimeo.

DIAS, Genebaldo Freire. 1998. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. Editora Gaia, São Paulo. 5ª edição. 400 p.

DIAS, Genebaldo Freire. 2002. **Pegada ecológica e sustentabilidade humana**. Editora Gaia, São Paulo. 257p.

ERFTEMEIJER, P. L. A.; LEWIS, R. R. R. Environmental impacts of dredging on sea grasses: A review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 52, p. 1553 - 1572, 2006.

ERFTEMEIJER, P. L. A.; RIEGL, B.; HOEKSEMA, B. W.; TODD, P. Environmental impacts of dredging and other sediment disturbances on corals: A review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 1737 - 1765, 2012.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. **Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG**: Análise Macroscópica. Instituto de biologia da universidade Federal de Uberlândia, 2005.

GOMES, E. R. **Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí** / Érico Rodrigues Gomes. Rio Claro, 2015. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Guia de avaliação de qualidade das águas. 2004. In: http://www.rededasaguas.org.br/observando/guia_de_avaliacao_de_qual_aqua.doc. Acesso em: 03 de março, de 2019.

PARAÍBA. Governo do Estado. Secretária de Recursos Hídricos. **Agência Executiva de Ges-tão das Águas do Estado da Paraíba – AESA. Portal on line (website)**. Disponível em:< http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/DZS_04.pdf>. Acesso em 11/03/2020.

PASSOS, H. F. F.; CARNEIRO, V. A.; OLIVEIRA, A. L. R. A identificação de áreas de assoreamento no córrego vaca brava em Goiânia (GO) via trabalho de campo. **Revista Mirante**, Anápolis (GO), v. 12, n. 2, dez. 2019.

PONTES, C. A. A.; SCHRAMM, F. R. Bioética da proteção e papel do Estado: problemas mo-raís no acesso desigual à água potável. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, 2004, v. 20, n. 5, p. 1319-1327.

SANTOS, E. C. A.; ARAÚJO, L. E.; MARCELINO, A. S. Análise climática da Bacia Hidrográ-fica do Rio Mamanguape. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2015.

Use do índice de transformação antrópica na
Bacia Hidrográfica do Rio Cotia – SP

Bruno Pereira Toniolo ^{a*}

Pós Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Ciência e Tecnologia - Câmpus de Sorocaba. Av. Três de Março, 511 - Alto da Boa Vista, Sorocaba - SP, CEP: 18087-180.

Darllan Collins da Cunha e Silva ^b

Pós Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Ciência e Tecnologia - Câmpus de Sorocaba. Av. Três de Março, 511 - Alto da Boa Vista, Sorocaba - SP, CEP: 18087-180.

Roberto Wagner Lourenço ^c

Pós Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Ciência e Tecnologia - Câmpus de Sorocaba. Av. Três de Março, 511 - Alto da Boa Vista, Sorocaba - SP, CEP: 18087-180.

Jonilson Michel Fontes Galvão ^d

Pós Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Ciência e Tecnologia - Câmpus de Sorocaba. Av. Três de Março, 511 - Alto da Boa Vista, Sorocaba - SP, CEP: 18087-180.

*Autor correspondente: Bruno Pereira Toniolo, Doutorando em Ciências Ambientais, Av. Três de Março, 511 - Alto da Boa Vista, Sorocaba - SP, CEP: 18087-180; bruperton.cad@gmail.com.

Data de submissão: 26-04-2022

Data de aceite: 15-06-2022

Data de publicação: 08-07-2022



10.51161/editoraime/108/46



RESUMO

Introdução: A transformação da paisagem ocasionada pelo homem causa diversos impactos negativos ao meio ambiente, como poluição de cursos d'água, contaminação de solo, erosão e enchentes, sendo que a aplicação de indicadores de sustentabilidade ambiental ajuda a mensurar a ação antropogênica. **Objetivo:** Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar o Índice de Transformação Antrópica (ITA) para a Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (BHRC). **Metodologia:** Pesquisa desenvolvida no Estado de São Paulo, por meio de técnicas de geoprocessamento para uma análise multitemporal em três épocas distintas para o uso da terra: 2002, 2011 e 2019. **Resultados:** Os resultados indicaram, para o período inteiro, aumento nos percentuais das classes de: 114,68% de área urbana, 64,10% de indústria e 21,52% de solo exposto; e diminuição nos percentuais das classes de: 51,06% de pastagem, 86,94% de agropecuária e 9,18% de vegetação arbórea. Verificou-se que o ITA médio para a bacia inteira aumentou de 3,10 em 2002 para 3,50 em 2011 e finalmente para 3,84 em 2019, caracterizando-se como de degradação média. Observou-se que a área de contribuição (AC) COGR0090 manteve-se classificada de fraca degradação e as demais como fortemente degradadas no período. **Conclusão:** Portanto, evidenciou-se que a BHRC se encontra num intenso processo de expansão urbana, fragilizando as áreas naturais do Baixo Cotia e colocando em risco a biodiversidade da Reserva do Morro Grande.

Palavras-chave: Geotecnologias; Impacto Ambiental; Pressão; Indicadores.

1 INTRODUÇÃO

Os recursos naturais e o sistema físico estão em constante modificação devido às atividades antrópicas e à evolução natural, e estas mudanças podem impactar de forma negativa na sociedade e no meio ambiente. Desta forma, a análise integrada de dados espaciais pode contribuir de forma significativa na identificação dos diferentes tipos de degradação resultante dessas modificações (LOURENÇO *et al.*, 2007; SIMONETTI *et al.*, 2019).

Um importante atributo na análise integrada de dados espaciais consiste na geração de indicadores de sustentabilidade ambiental, em especial na degradação dos recursos hídricos em bacias hidrográficas decorrentes especialmente das ações humanas (SILVA *et al.*, 2017).

Segundo Targa *et al.*, (2012), bacia hidrográfica é definida como um grupo de terras delimitadas por divisores topográficos, possuindo uma malha de drenagem que faz o escoamento da água para um só ponto chamado exutório, sendo que o sistema de drenagem é composto de nascentes para córregos perenes, olhos de água para córregos intermitentes, denominados de afluentes e subafluentes.

Logo, a divisão de uma bacia hidrográfica em sub-bacias possibilita a contextualização de dificuldades difusas, devido à aproximação da escala gráfica, facilitando o reconhecimento dos pontos degradantes dos recursos naturais e o comprometimento da aptidão sustentável do uso da terra (PACHECO, 2013).

A ocupação antrópica por meio de usos múltiplos do solo sinalizam a ausência de propostas de ordenamento territorial, ocasionando impactos ambientais negativos como diminuição da matéria orgânica, salinização, impermeabilização, compactação e desmoronamento de terras, poluição do solo, supressão de matas ciliares, queimadas, erosão, desertificação, irrigação, mineração, perda da flora e fauna; todos estes impactos antrópicos agregados com impactos naturais, como por exemplo, terremotos, erupções vulcânicas, inundações, tornados e maremotos, contribuem na piora da biodiversidade (GOUVEIA; GALVANIN; NEVES, 2013; SIMONETTI *et al.*, 2019).

Nesse aspecto, as geotecnologias ajudam no gerenciamento das bacias hidrográficas, oferecendo maior rapidez no processamento de dados e diminuição de custos quando comparados às visitas de campo. Possuem caráter multidisciplinar, sendo utilizável em recursos hídricos, cadastro municipal e rural, análise biológica, obras de saneamento básico, obras de engenharia, educação, agronegócio e geração e transmissão de energia elétrica (VON SPERLING, 2005; NOVO, 2010).

Assim, o Índice de Transformação Antrópica (ITA), associado às técnicas de geoprocessamento, pode mensurar a pressão antropogênica sobre a paisagem, mostrando-se eficiente e ao mesmo tempo simples, uma vez que permite fazer o diagnóstico ambiental do espaço setorizado (LOPES *et al.*, 2017).

Portanto, este trabalho teve o objetivo de quantificar a alteração no uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (BHRC), SP, ocorrida nos períodos de 2002 a 2011 e 2011 a 2019. Para isso, foi aplicado o ITA, se justificando pela relevância ambiental que a BHRC tem para a região, seja pela captação de água do Alto Cotia para o abastecimento da população urbana, como pela existência da Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), um dos

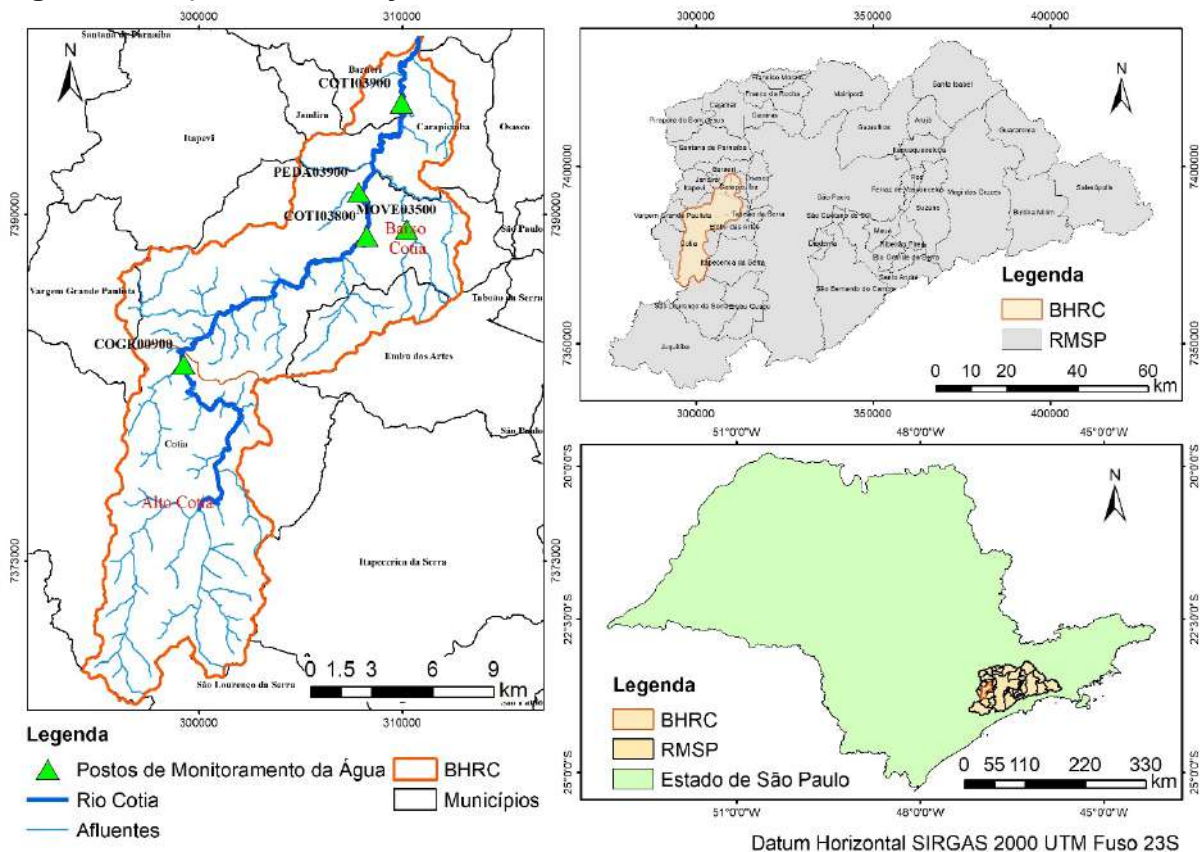
maiores remanescentes de Mata Atlântica situados na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi selecionada a Bacia Hidrográfica do Rio Cotia (BHRC), a qual está situada à oeste da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), contemplando os municípios de Barueri (2,80%), Carapicuíba (6,92%), Cotia (79,32%), Embu das Artes (7,01%), Jandira (2,81%) e Vargem Grande Paulista (1,15%). Possui uma área de 251,36 km², sendo dividida em duas regiões com características específicas em relação às suas diferenças físicas e de situação de preservação do meio ambiente: Baixo Cotia e Alto Cotia (Figura 1) (SABESP, 2019).

Figura 1: Mapa de localização da BHRC.



Fonte: Autoria própria.

O Baixo Cotia apresenta um cenário altamente urbanizado, com córregos constantemente contaminados e assoreados, decorrentes de ocupação não planejada, falta de estrutura de saneamento básico e presença de atividades industriais, o que acaba comprometendo a qualidade da água tratada (SÃO PAULO, 2007).

Segundo Metzger *et al.*, (2006), o Alto Cotia sofre pouca pressão antrópica por possuir a Reserva Florestal do Morro Grande que é um dos maiores remanescentes florestais do

Planalto Atlântico Paulista, porém o local já conviveu com forte desmatamento para a expansão da malha urbana e agricultura, e mais antigamente para exploração de carvão e lenha. Na Reserva do Morro Grande estão localizadas as cabeceiras do Rio Cotia, as Represas Pedro Beicht e Cachoeira da Graça, e desde 1916 o Sistema Produtor do Alto Cotia, operado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), que fornece água para mais de 500 mil moradores da RMSP.

Conforme a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2020), a população residente da BHRC era de aproximadamente 495 mil habitantes para o ano de 2019, 445 mil habitantes para o ano de 2011 e 390 mil habitantes para o ano de 2002, apresentando uma taxa de crescimento populacional aproximada de 12% para ambos períodos.

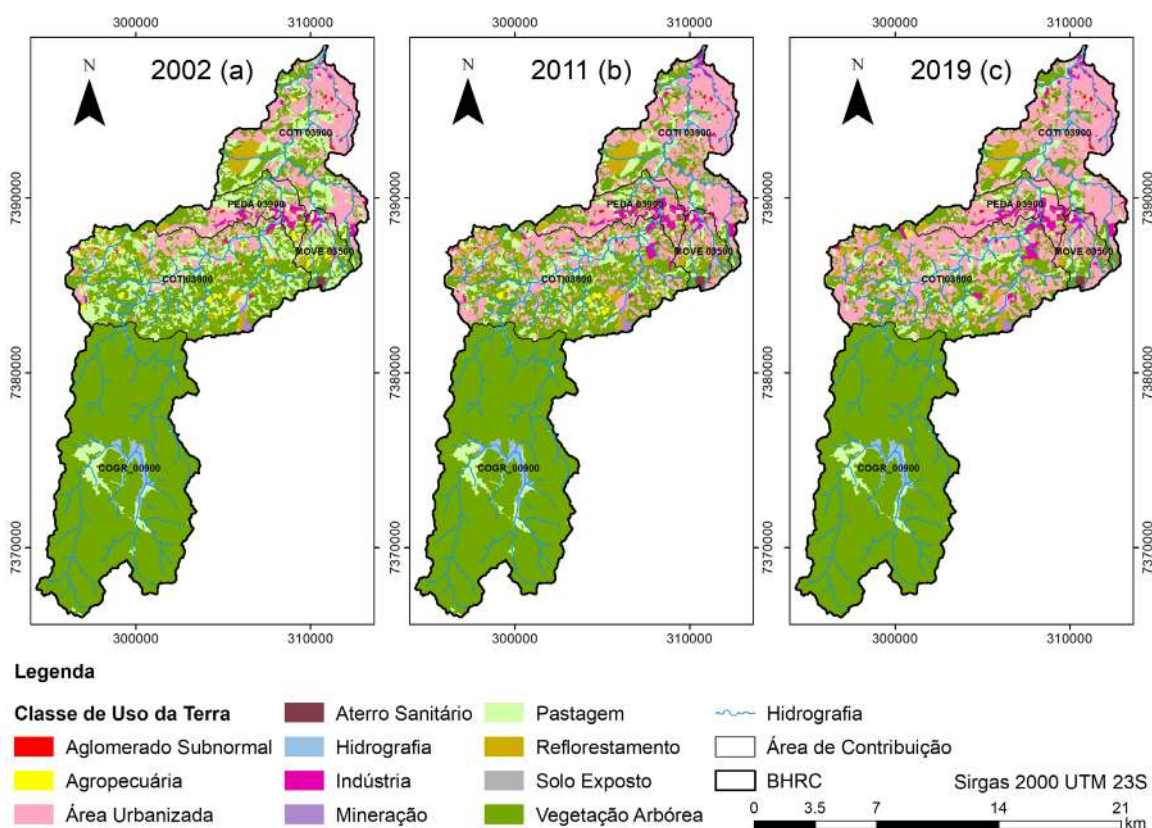
A área de estudo situa-se num clima subtropical úmido denominado Cwa, com verões quentes e invernos secos, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, sendo que a temperatura média no inverno é de 16° C, enquanto no verão a temperatura média é de 22° C. A precipitação pluviométrica média anual da BHRC apresenta variação de 1380 a 1730 mm, com maior intensidade à montante da bacia (DAEE, 2020). Referente aos pontos de destaque, a bacia é cortada pela Rodovia Raposo Tavares (SP-270) ao norte e próximo do exutório da bacia está localizada a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Barueri no Rio Tietê, próxima da Rodovia Castelo Branco (SP-280).

Procedimentos Metodológicos

O mapa de uso da terra da BHRC foi obtido a partir do trabalho de Toniolo (2020) para os anos de 2002, 2011 e 2019, contendo 11 classes de uso da terra e baseando-se nas di-retrizes do “Manual Técnico de Uso da Terra” do IBGE (IBGE, 2013).

O mapa de uso da terra 2002 foi derivado do “Atlas do Uso e Ocupação do Solo dos Municípios da RMSP” (EMPLASA, 2006), em formato vetorial e os mapas dos anos seguintes foram atualizados a partir do primeiro, por meio de fotointerpretação de imagens ortorectificadas (Novo, 2010), cedidas pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

A Figura 2 apresenta os mapas de uso de terra dos três anos supracitados.



Fonte: Toniolo (2020).

O Índice de Transformação Antrópica (ITA) foi elaborado por Lèmechev (1982), objetivando quantificar a pressão antrópica sobre alguma estrutura do meio ambiente. O ITA é calculado sobre o mapa de uso da terra e cobertura vegetal, conforme a Equação 1.

$$ITA = \sum \frac{(\%USO \times PESO)}{100} \quad (1)$$

Sendo:

USO é a área em valores percentuais de uma determinada classe de uso da terra;
PESO é o valor atribuído aos diferentes tipos de uso de solo referente ao grau de modificação antrópica, variando de 0 a 10, sendo que o valor de “10” é atribuído pressão antrópica máxima e o valor de “0” é atribuído como nenhuma pressão.

Para a obtenção dos pesos de cada classe de uso da terra para a BHRC, aplicou-se a média aritmética de pesos utilizados em outros estudos pelos pesquisadores Karnaukhova (2000); Ortega (2011); Gouveia, Galvanin e Neves (2013); Rodrigues, Neves, S. e Neves, J. (2014) e Lopes *et al.*, (2017), conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Média aritmética do peso do ITA.

Classe	Autor 1 ^(a)	Autor 2 ^(b)	Autor 3 ^(c)	Autor 4 ^(d)	Autor 5 ^(e)	Média
Aglomerado subnormal	8	9,1	-	8	8,2	8,3
Agropecuária	6	7,2	7,7	5	8,4	6,9
Área Urbana	8	9,1	-	9,7	8,2	8,8
Aterro Sanitário	-	-	-	-	9,2	9,2
Hidrografia	-	6,4	1	2	2	2,9
Indústria	-	10	-	-	8,2	9,1
Mineração	10	10	-	-	-	10,0
Pastagem	6	5,4	5,5	-	6,2	5,8
Reflorestamento	-	2,5	-	1	6,2	3,2
Solo exposto	6	-	-	-	9	7,5
Vegetação arbórea	1	0,2	1	1	1	0,8

Legenda: (a) Karnaukhova (2000), (b) Ortega (2011), (c) Gouveia, Galvanin e Neves (2013), (d) Rodrigues, Neves, S. e Neves, J. (2014) e (e) Lopes et al. (2017).

Fonte: Adaptado de Lémechev (1982).

Quanto à classificação do ITA, usou-se a proposta por Gouveia, Galvanin e Neves (2013), aplicada na BHRC: “Pouco degradado” (0 a 2,5), “Regularmente degradado” (2,5 a 5), “Degradado” (5 a 7,5) e “Muito degradado” (7,5 a 10). O ITA foi calculado para a BHRC e para as AC’s.

Foi calculado um ITA para cada área de contribuição (AC) da BHRC (sub-bacia) correspondente aos anos 2002, 2011 e 2019 e um ITA geral por média aritmética. Também foi calculado um ITA para a bacia inteira, desprezando-se as áreas de contribuição.

Ressalta-se que as AC’s foram delimitadas por Toniolo (2020) como áreas drenantes em função dos cinco postos de monitoramento de qualidade da água situados na BHRC, conforme apresentou a Figura 1.

3 RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta as categorias de uso da terra para os anos 2002, 2011 e 2019 respectivamente.

Tabela 2: Percentuais de uso da terra na BHRC.

Classe de Uso da Terra	2002		2011		2019	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Aglomerado Subnormal	60,89	0,24	57,91	0,23	60,51	0,24
Agropecuária	216,75	0,86	117,59	0,47	28,31	0,11
Área Urbana	3.147,99	12,53	5.201,17	20,70	6.758,12	26,90
Aterro Sanitário	31,58	0,13	31,58	0,13	31,58	0,13
Hidrografia	287,21	1,14	337,19	1,34	289,07	1,15
Indústria	371,42	1,48	607,04	2,42	609,48	2,43
Mineração	42,26	0,17	42,26	0,17	42,26	0,17
Pastagem	4.668,21	18,58	2.802,78	11,15	2.383,42	9,48
Reflorestamento	687,31	2,74	687,31	2,74	687,31	2,74
Solo Exposto	184,25	0,73	388,54	1,55	223,90	0,89
Vegetação Arbórea	15.429,03	61,40	14.853,53	59,11	14.012,95	55,77
Total	25.126,90	100,00	25.126,90	100,00	25.126,90	100,00

Fonte: Toniolo (2020).

Analisando a Tabela 2, verifica-se que a classe de uso da terra que mais cresceu no período foi a Área Urbana, com um percentual de 114,68%, seguida das Indústrias com uma expansão de 64,10% e por fim a classe de Solo Exposto, com um aumento de 21,52%. Observa-se, também, que as classes que mais diminuíram em todo intervalo foi a classe de Pastagem, com um encolhimento de 48,94%, seguida da Vegetação Arbórea que diminuiu 2,70% e a classe de Agropecuária que encolheu 87%. Este fenômeno é caracterizado pela substituição destas classes por empreendimentos imobiliários, especialmente condomínios fechados (TONIOLO, 2020).

A Figura 2 (a – c) apresentou os Mapas de uso e ocupação da terra da BHRC para os anos 2002, 2011 e 2019 respectivamente, resultantes do mapeamento do uso da terra da área de estudo. É possível observar que a BHRC apresenta condições bastantes distintas quanto ao uso da terra quando comparado setor sul (Alto Cotia) e o setor norte (Baixo Cotia).

Percebe-se que no Baixo Cotia estão localizadas as áreas urbanas, industriais e aglomerados subnormais dos municípios de Cotia e Carapicuíba, a notar a falta de infraestrutura básica, principalmente no tocante a saneamento (SABESP, 2019). A porção do Alto Cotia, equivalente a Reserva Florestal do Morro Grande e à AC COGR00900, é quase toda composta por mata nativa, contendo o reservatório Pedro Beicht e a Represa das Graças, conforme apresenta a Figura 2 (a – c)

De forma geral, a BHRC possuía em relação a sua área total para o ano de 2002, um percentual de 81,13% de áreas naturais e 18,87% de áreas antropizadas; para 2011, um percentual de 71,61% de áreas naturais e 28,39% de áreas antropizadas; e para 2019, um percentual de 66,40% de áreas naturais e 33,60% de áreas antropizadas.

Os resultados obtidos por meio dos cálculos do Índice de Transformação Antrópica

(ITA) aplicado às classes de uso da terra possibilitaram categorizar de forma geral a BHRC como de degradação média para os três anos analisados, tendo as seguintes notas: 3,10 para 2002, 3,50 para 2011 e 3,84 para 2019.

A Tabela 3 apresenta os valores do ITA por Área de Contribuição.

Tabela 3: Valores do ITA para as ACs.

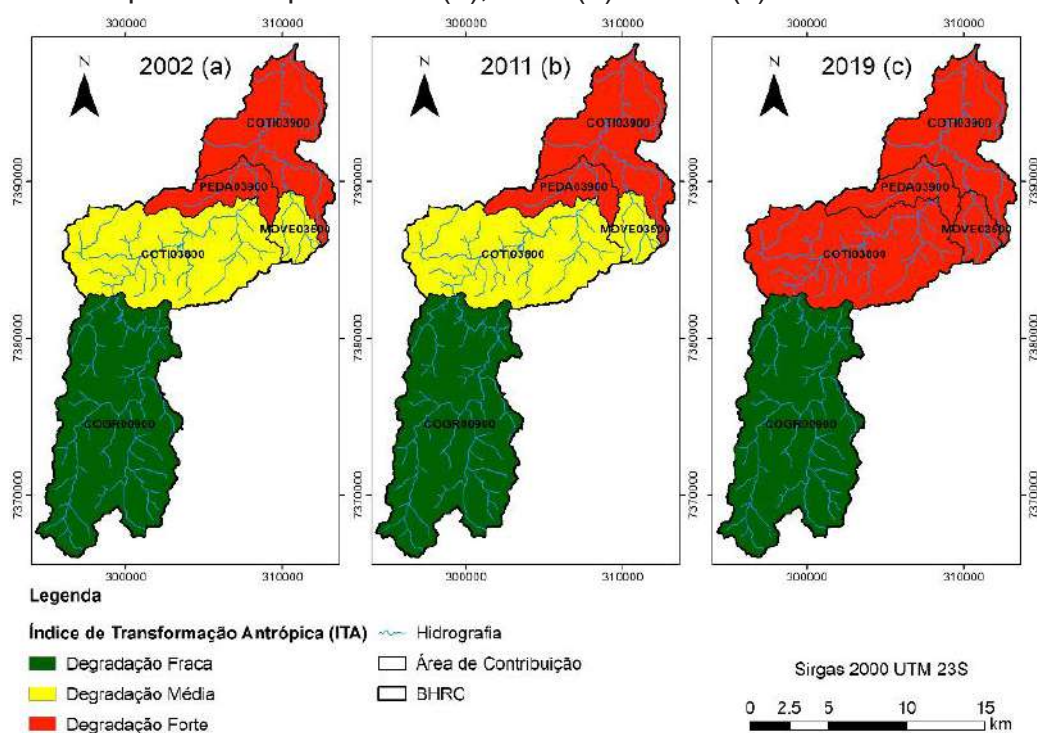
AC	ITA			Classificação		
	2002	2011	2019	2002	2011	2019
COTI03900	5,68	6,23	6,59	Degradado		
COGR00900	1,11	1,05	0,97	Pouco Degradado		
COTI03800	3,59	4,31	5,08	Regularmente Degradado		Degradado
PEDA03900	5,35	5,99	6,41	Degradado		
MOVE03500	3,99	4,5	5,35	Regularmente Degradado		Degradado

Fonte: Autoria própria.

A Tabela 3 indica que a AC com menor degradação é a COGR00900, devido a esta região ser protegida ambientalmente, inibindo a pressão antrópica. As demais AC's, inseridas no Baixo Cotia, apresentaram antropização crescente durante o período analisado, variando entre Degradado e Regularmente Degradado.

A Figura 3 (a – c) apresenta a evolução do Índice de Transformação Antrópica (ITA) para cada AC no período analisado.

Figura 3: Mapas do ITA para 2002 (a), 2011 (b) e 2019 (c).



Fonte: Autoria própria.

Analisando a Figura 3, entre as classes estudadas, a área urbana e a pastagem exibiram as maiores áreas ocupadas referentes ao uso da terra para a BHRC, sendo que para o ano de 2002 apresentou um ITA de 2,17 pontos (31,11%), 2,45 (31,82%) para 2011 e 2,90 (36,36%) para 2019. Contudo ressalta-se que a área urbana teve um crescimento contínuo (ITA igual a 1,1 a 2002, 1,81 em 2011 e 2,35 em 2019) e a pastagem um declínio contínuo também (ITA igual a 1,07 em 2002, 0,64 em 2011 e 0,55 em 2019).

A classe de indústrias na BHRC apresentou um crescimento acentuado de 2002 para 2011, com um valor de ITA igual a 0,13 (1,48%) e 0,22 (2,42%) respectivamente, porém de 2011 até 2019, manteve-se estabilizada, com o valor do ITA de 2019 ser igual ao de 2011. Isto ocorreu devido à baixa expansão das fábricas neste segundo intervalo: em 2011 na BHRC haviam 607,04 ha desta classe e em 2019 foi para 607,48 ha, isto é, um aumento de apenas 0,40%.

As classes de mineração e aterro sanitário na BHRC se mantiveram estáveis durante o período com um ITA médio de 0,02 (0,18%) e 0,01 (0,13%), respectivamente. As áreas de aglomerado subnormal e reflorestamento apresentaram também um comportamento constante no período, exibindo um ITA médio igual a 0,02 (0,24%) e 0,09 (2,74%), de forma respectiva. A classe de hidrografia, correspondente aos açudes e às represas da área de estudo, também se manteve relativamente constante durante os três anos de estudo, apresentando um valor médio do ITA igual a 0,03 (1,21%).

A classe do solo exposto na BHRC apresentou um aumento do ITA de 2002 para 2011 – 0,05 (0,73%) e 0,12 (1,55%) respectivamente –, contudo para o ano de 2019 exibiu uma queda, com valor do ITA igual a 0,07 (0,89%). As atividades agropecuárias diminuíram significativamente, sendo que em 2002 apresentou um ITA igual a 0,06 (0,86%), em 2011 um ITA igual a 0,03 (0,47%) e em 2019 um ITA igual a 0,01 (0,11%).

Por fim, as matas e fragmentos florestais, correspondentes à classe de vegetação arbórea na BHRC apresentaram um declínio durante o período, explicado também pela impermeabilização do solo, sendo para 2002 um valor do ITA igual a 0,52 (61,40%), para 2011 ITA igual a 0,50 (59,11%) e para 2019 ITA igual a 0,47 (55,77%). Salienta-se que embora esta classe possua a terceira predominância na contribuição do ITA, ela é a que possui a menor intensidade de degradação, isto é, um peso de somente 0,8.

Embora a BHRC não seja uma bacia hidrográfica de caráter agropastoril, os resultados obtidos deste fenômeno do aumento da paisagem antropizada são semelhantes aos resultados encontrados nos estudos de pesquisadores que aplicaram o ITA, como Karnaukhova (2000) que observou um crescimento urbano de 2,72% associado à deficiência de saneamento básico na Bacia Hidrográfica do Rio Fiorita, SC, Brasil. Ortega (2011) que verificou um crescimento da malha urbana em 2,52% associado com queda do IQA no Bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê, SP, Brasil. Rodrigues *et al.*, (2014) que analisou um aumento de 56% do ITA da classe urbana entre os anos de 1991 e 2011 para a Bacia Hidrográfica do Rio Queima-Pé, MT, Brasil. E Lopes *et al.*, (2017) que constataram que cerca de 60% da Bacia Hidrográfica do Rio Una corresponde a atividades antrópicas.

A Tabela 4 apresenta os valores médios do ITA para o período analisado (2002, 2011 e 2019).

Tabela 4: Valores médios do ITA.

Classe de Uso de Solo	ITA Médio					
	COTI 03900	COGR 00900	COTI 03800	PEDA 03900	MOVE 03500	BHRC
Agropecuária	0,02	-	0,09	0,02	0,08	0,03
Área Urbana	4,37	-	2,09	3,27	2,56	1,75
Aterro Sanitário	-	-	-	-	0,09	0,01
Espelho de Água	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,03
Aglomerado Subnormal	0,08	-	-	0,04	0,05	0,02
Indústria	0,23	-	0,18	1,09	0,39	0,19
Mineração	-	-	0,06	-	-	0,02
Pastagem	0,94	0,23	1,27	1,05	1,40	0,75
Reflorestamento	0,16	-	0,16	0,07	0,04	0,09
Solo Exposto	0,17	-	0,11	0,14	0,00	0,08
Vegetação Arbórea	0,19	0,73	0,37	0,23	0,00	0,49
Total	6,17	1,03	4,33	5,92	4,61	3,48

Fonte: Autoria própria.

Analisando a Tabela 4, a degradação forte das AC's supracitadas advém das áreas urbanas, industriais e de aglomerado subnormal, de maneira que a baixa atividade agropecuária na BHRC e a predominância das áreas naturais condizem com o resultado do ITA apresentado. Infelizmente, o valor do ITA tende a crescer na BHRC, devido à expansão desenfreada da ocupação urbana, de forma que as regiões de vegetação natural e dos recursos hídricos são os pontos mais vulneráveis desta pressão antrópica (SILVA *et al.*, 2017; RODRIGUES, 2018).

A diminuição do valor ITA para agropecuária e o aumento do ITA para a setor fabril, corrobora a mudança do perfil econômico da BHRC, durante na transição do século XX para o século XXI (SÃO PAULO, 2007), pois esta transformação de um cenário menos agrário e mais industrial acarretou no crescimento dos núcleos urbanos sem planejamento. Isto é visível nas AC's mais à jusante do Rio Cotia (COTI03900 e PEDA03800) que atualmente apresentam os menores valores de ITA para agropecuária em comparação às demais áreas.

A AC COTI03800 possui caráter mais periurbano, uma vez que não possui valores de ITA para aglomerados subnormais e possui também os menores valores de ITA para área

urbana e indústria (e o maior valor de agropecuária), caracterizando-se como uma região de planejamento ambiental mais fácil e de desenvolvimento ecológico mais equilibrado. Esta descrição também é válida para a área MOVE03500 embora apresente um cenário mais crítico devido ao seu ITA ser maior que o da COTI03800 (RODRIGUES; NEVES, 2014).

Um exemplo icônico do impacto negativo das ações antrópicas é o aterramento contínuo da Lagoa de Carapicuíba, localizada cerca de 2 km do exutório da BHRC. Esta lagoa era uma cava de extração de areia para construção civil, que foi inundada na década de 40 (cerca de 62 hectares), devido a retificação do Rio Tietê nesta época. Todavia, a mudança de curso deste rio gerou uma vala de cinco metros de profundidade, tornando-se a partir da década de 1970 a maior área de despejo de resíduos a céu aberto do Estado de São Paulo. Este lixão gerou a Favela do Porto do Areia, a atrair mais de 150 famílias de catadores às margens da lagoa. O lixão foi encerrado em 2001 e a extração minerária foi desativada em 2010, porém a lagoa se encontra hoje contaminada por metais pesados e recebendo descarte indiscriminado de resíduos sólidos (LUCCHESI, 2014; SABESP, 2019).

4 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou as alterações ocorridas no espaço da BHRC por 17 anos, a destacar especialmente a redução da cobertura vegetal natural, isto é, as classes de pastagem e vegetação arbórea, sendo estas substituídas pela impermeabilização do solo com a construção de novos empreendimentos imobiliários e indústrias.

Embora o ITA da BHRC para o período inteiro seja como de média degradação ambiental, nota-se a intensificação da ação antropogênica nas AC's situadas no Baixo Cotia, caracterizadas em sua maioria como fortemente degradadas. Este fator põe em risco a biodiversidade da Reserva do Morro Grande, a despeito de sua preservação e cria uma tendência de fragilidade ambiental devido ao crescimento urbano.

Desta forma, recomenda-se a aplicação do ITA como subsídio às tomadas de decisão sobre planejamento territorial e gerenciamento de recursos hídricos em bacias hidrográficas com propriedades semelhantes a BHRC.

REFERÊNCIAS

DAEE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Hidrologia – Banco de Dados Hidrológicos, 2020**. Disponível em < <http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/>>. Acessado em 05 fev. 2020.

EMPLASA. EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO. **Atlas do Uso e Ocupação do Solo dos Municípios da RMSP, 2006**. Disponível em < <https://emplasa.sp.gov.br/ProdutosCartograficos/Produto/Mapeamento/Item/Atlas-do-uso-e-ocupacao-do-solo-dos-municipios-da-RMSP>>. Acessado em 27 jul. 2019.

GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A. S. Aplicação do Índice de Transformação Antrópica na Análise Multitemporal da Bacia do Córrego do Bezerra Vermelho em

Tangará da Serra-MT. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, Viçosa, 2013.

KARNAUKHOVA, E. **A intensidade de transformação antrópica da paisagem como um indicador para a análise e gestão ambiental: ensaio metodológico na área da bacia hidrográfica do rio Fiorita, Município de Siderópolis, SC.** 2000. Dissertação de Mestrado, 222 f. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, 2000.

LÉMECHEV, T. On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. **Journal of Hydrology**, v.100, p.357 - 375, 1982.

LOPES, E. R. N.; SOUZA, J. C.; SALES, J. C. A.; SOUSA, J. A. P.; PADOVANNI, N. G.; MO-RAIS, M. C. M.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; LOURENÇO, R. W. **Transformação antrópica da paisagem na bacia hidrográfica do rio Una, Ibiúna, São Paulo.** Anais... XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), Santos – SP, 2017.

LOURENÇO, R. W.; OLIVEIRA, F. C.; VIANNA, R.S. Uso do SIG na Conservação da Vegetação. **Boletim Técnico**, v. 23, p. 18. Faculdade de Tecnologia de São Paulo, 2007.

LUCCHESI, M. **A retificação e regularização do Rio Tietê no século XIX e os interesses a elas vinculados.** In: **Tempos e escalas da cidade e do urbanismo.** Anais... XIII Seminário de História da Cidade e do Urbanismo. PEIXOTO, E. R.; DERNTL, M. F.; PALAZZO, P. P.; TRE-VISAN, R. (Org.). Universidade de Brasília. Brasília, 2014.

METZGER, J. P.; ALVES, L. F.; GOULART, W.; TEIXEIRA, A. M. G.; SIMÕES, S. J. C.; CATHARINO, E. L. M. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: a Reserva Florestal do Morro Grande. **Biota Neotrop.** Campinas, v. 6, n. 2, 2006.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

ORTEGA, D. J. P. **Avaliação dos Efeitos das Atividades Antrópicas na Bacia Hidrográfica do Córrego do Ipê, Município de Ilha Solteira – SP.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2011.

PACHECO, J. B. **Uso e ocupação da terra e a sustentabilidade ambiental da dinâmica fluvial das microbacias hidrográficas Zé Açu e Tracajá na Amazônia Ocidental.** 210 f. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 2013.

RODRIGUES, L. C.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Avaliação do Grau de Transformação Antrópica da Paisagem da Bacia do Rio Queima-Pé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 32, jun. 2014.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Servidor do Cadastro Oeste. **Mapas temáticos da Unidade Oeste – MO Sabesp.** São Paulo, 2019. 10 mapas:

118,9 x 84,1 cm. Escala: 1:20.000.

SÃO PAULO (Estado). **Relatório nº 88 219-205 – Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Rio Cotia: Caracterização Regional**. Drenatec Engenharia S/C Ltda & Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. São Paulo, 2007.

SEADE. FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Perfil dos Municípios Paulistas, 2020**. Disponível em <<https://perfil.seade.gov.br/>>. Acessado em 05 fev. 2020.

SILVA, D. C. C.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; OLIVEIRA, R. A.; LOURENÇO, R.W. Metodologia para Análise do Potencial de Degradação dos Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 50, 2017.

SIMONETTI, V. C.; FRASCARELI, D.; GONTIJO, E. S. J.; MELO, D. S.; FRIESE, K.; SILVA, D. C. C.; ROSA, A. H. Water quality indices as a tool for evaluating water quality and effects of land use in a tropical catchment. **International Journal of River Basin Management**, v. 17, p. 1-34, 2019.

TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. N.; DIAS, N. W.; MATOS, F. C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.7, n. 2, p. 120-142, 2012.

TONIOLO, B. P. **Metodologia de avaliação de degradação ambiental utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto na bacia hidrográfica do Rio Cotia – SP**. 123 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, 2020.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 452 f., 2005.

.....

A importância da inserção da educação ambiental nas escolas: Uma revisão de literatura

- Richard Tarcísio de Lima Alves ^{A*}
- Kelvin da Silva Dantas ^a
- Joana Larissa Vicente da Silva ^a
- Mickael Tomé de Souza ^a
- Natália Ravenna Dantas Vasconcelos^a
- Bruna Kelly Pinheiro Lucena ^b

^a Unidade Acadêmica de Biologia e Química (UABQ). Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Educação e Saúde (UFCEG/CES). Rua Prof.^a Maria Anita Furtado Coelho, S/N, Sítio Olho D'água da Bica, Cuité - PB.

^b Programa de Pós-Graduação em Ciências da Natureza e Biotecnologia (PPGCNBIotec). Universidade Federal de Campina Grande – Centro de Educação e Saúde (UFCEG/CES). Rua Prof.^a Maria Anita Furtado Coelho, S/N, Sítio Olho D'água da Bica, Cuité – PB.

*Autor correspondente: Richard Tarcísio de Lima Alves, Graduando em Ciências Biológicas, Rua Joaquim Xavier de Macedo n. 05, Bairro Monte Santo, Picuí, Paraíba; richardtarcisio@yahoo.com

RESUMO

Introdução: As problemáticas ambientais são temas de extrema importância e relevância na sociedade tendo em vista os diversos problemas que existem nos ambientes naturais. A escola se constitui como um centro de promoção da Educação Ambiental, uma vez que ela é o meio de formação de cidadãos. **Objetivo:** Identificar na literatura e reforçar a importância da inserção da educação ambiental nas escolas. **Material e Métodos:** Trata-se de um estudo de revisão narrativa de literatura, fundamentada em artigos indexados às plataformas de dados Google Acadêmico, Scielo e Periódicos CAPES utilizando os strings de busca: “Educação ambiental nas escolas”, “Educação ambiental nos centros de ensino” e “Ensino e educação ambiental nas escolas”, interconectados pelo operador booleano “OR”. **Resultados:** Acredita-se que a Educação Ambiental, quando exercida no ambiente educacional, abre espaço para que os estudantes tomem conhecimento acerca da problemática ambiental, estimulando-os a agirem de maneira integrada frente aos problemas globais. É necessário que a educação ambiental seja inserida no currículo escolar, garantindo que estes temas sejam tratados como atividades nucleares no ensino. **Conclusão:** É de extrema importância que as escolas tornem a educação ambiental um dos temas centrais, para que os estudantes se tornem futuros cidadãos sensíveis e conscientes das problemáticas ambientais.

Palavras-chave: Ensino formal; Problemas ambientais; Cidadania.

1 INTRODUÇÃO

O processo de industrialização mundial e o desenvolvimento desenfreado de bens de consumo gerou diversos danos ao meio ambiente, tendo em vista que a tomada de consciência relativa à finitude dos recursos naturais e, sobretudo, a proteção ambiental só começou ser debatida de forma mais efetiva a partir do final do último século. O planeta atualmente tem enfrentado diversas mudanças geradas pelas atividades humanas que precisam ser analisadas a fim de evitar maiores desastres ambientais (MACHADO; GARRAFA, 2020). Os últimos relatórios oficiais divulgados pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2017) mostram que a população mundial está próxima dos 8 bilhões de pessoas, com estimativas de chegar a 9,7 bilhões nos próximos 30 anos. Com o crescimento demográfico e consequente aumento da necessidade de recursos, torna-se cada vez maior o impacto ambiental causado pelo homem.

A proteção ambiental é algo imprescindível para qualidade de vida dessa e, principalmente, das futuras gerações. Nos últimos anos foi possível observar os enormes efeitos das mudanças ambientais que vem ocasionando grandes alterações climáticas, falta de recursos hídricos, devastação nos mais diversos ecossistemas etc. Esses impactos são, por vezes, irreversíveis (SUTER; BARBOSA; SILVEIRA, 2021).

Os problemas ambientais devem ser colocados em pautas importantes nos cenários políticos. Questão tão preocupante como essa, deve ser levada de forma estratégica, para que mobilize a sociedade e haja a participação de cada indivíduo na recuperação, manutenção e preservação dos ecossistemas. Para Melazo (2005), o meio ambiente, em sua formação natural, foi substituído por espaços urbanos, sendo estes cenários de relações entre a sociedade e seu meio físico, alterados pela própria ação humana. É necessária uma mudança de comportamento do homem em relação às questões ambientais.

Os problemas ambientais estão cada vez mais presentes no dia a dia da sociedade e, nesse contexto, a educação ambiental é primordial em todos os níveis dos processos educativos. Se tais estratégias educativas ocorrerem nas escolas, desde os anos iniciais, torna-se mais fácil conscientizar as crianças sobre questões/problemas ambientais (ROSSATO; NETO, 2014). Quanto mais cedo iniciar as ações de educação e conscientização ambiental, melhores serão os resultados.

A escola é um espaço privilegiado onde se estabelece conexões e onde se cria condições e alternativas para estimular os estudantes a possuírem concepções e posturas cidadãs, onde se forma cidadãos cientes de suas responsabilidades, e especialmente, que se percebem como integrantes do meio ambiente. Sendo assim, a educação formal promovida pelas escolas continua sendo um espaço fundamental para o desenvolvimento de valores e atitudes alinhadas com a sustentabilidade ecológica e social (LIMA, 2004).

De acordo com Dias (2004), a Educação Ambiental nestes centros de ensino deve ser voltada para o meio ambiente, implicando em uma mudança de valores de forma profunda. A Educação Ambiental promove a tomada de consciência sobre sustentabilidade, promovendo o desenvolvimento sustentável (ROSS; BECKER, 2012). Dada a relevância dessa temática, este trabalho objetiva identificar na literatura e reforçar a importância da inserção da Educação Ambiental nas escolas.

2 METODOLOGIA

Trata-se um estudo de revisão narrativa de literatura fundamentada em artigos completos indexados às plataformas de dados Google Acadêmico, Scielo e periódicos CAPES.

A etapa da busca dos artigos nas plataformas supracitadas foi realizada utilizando os strings de busca: “Educação ambiental nas escolas”, “Educação ambiental nos centros de ensino”, “Ensino e educação ambiental nas escolas”, interligados pelo operador booleano “OR”, garantindo a inclusão de artigos com relação a temática proposta.

Foram usados os critérios de inclusão: artigos com estruturação completa, publicados em periódicos científicos, escritos nos idiomas português ou inglês, disponíveis de forma gratuita, publicados entre os anos 2000 a 2022. Os critérios de exclusão utilizados foram: trabalhos como resumos simples, resumos expandidos, trabalhos completos publicados em anais de eventos, monografias de graduação, dissertações de mestrado, teses de doutorado, bem como artigos escritos em idiomas e recorte de tempo diferentes dos supracitados.

A etapa de busca dos artigos nas plataformas encontrou 17.202 trabalhos contendo os strings pesquisados, estes passaram por um refinamento baseado na leitura dos títulos e resumos que resultaram na escolha de 39 artigos relacionados a temática analisada. Após a leitura completa dos trabalhos foram selecionados 18 artigos científicos para fundamentação da discussão. Para a construção da fundamentação teórica foram utilizados, ainda, informações de 7 artigos. Os estudos selecionados para a fundamentação da discussão foram listados em uma tabela (tabela 1) e classificados em ordem alfabética no início dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Trabalhos que tratam das questões ambientais ou da importância da sua inserção nas escolas mostram, de alguma forma, uma preocupação com o futuro do planeta, pois revelam que existem práticas sendo pensadas ou realizadas com o intuito claro de formar cidadãos com consciência ambiental. Neste trabalho analisa-se uma série de artigos (Tabela 1) que tratam desses temas, alguns destes trabalhos descrevem práticas realizadas no ambiente escolar, outros trazem reflexões sobre as situações que envolvem as questões ambientais.

No que se refere as principais metodologias dos autores citados, a maioria destes não utilizaram intervenções didáticas com estudantes, a predominância das pesquisas se baseia na aplicação de questionários junto aos alunos e análise de suas respostas, e análise documental das escolas e/ou municípios onde os estudos ocorreram. Entretanto, a partir dos resultados de suas pesquisas, os autores ressaltam, de uma forma ou outra, a importância da presença da Educação Ambiental nas escolas.

Tabela 1: Artigos selecionados para a fundamentação da discussão

Título do Manuscrito	Autores
A (re)construção dos conceitos de Natureza, Meio Ambiente e Educação Ambiental por professores de duas escolas públicas	LIMA; OLIVEIRA.
A Educação Ambiental como ferramenta para o manejo de resíduos sólidos no cotidiano escolar	SOUZA <i>et al.</i> ,
A educação ambiental e as políticas educacionais: um estudo nas escolas públicas de Teresópolis (RJ)	LAMOSAS; LOUREIRO
A Educação Ambiental nas Escolas Municipais de Manaus (AM): um estudo de caso a partir da percepção dos discentes	FRANÇA; GUIMARÃES
A Educação Ambiental no Ensino e na Prática escolar da Escola Estadual Cândido Mariano – Aquidauana/MS	FRAGOSO; NASCIMENTO
A Educação Ambiental nos microcontextos de produção do currículo escolar	FILHO; FARIAS
A importância da Educação Ambiental para o alcance da Sustentabilidade	BORTOLON; MENDES
A prática pedagógica do ensino de Educação Ambiental nas escolas públicas de João Câmara - RN	SARAIVA; NASCIMENTO; COSTA
Avaliação do ensino de educação ambiental a partir da percepção dos professores do município de Aracaju, Sergipe	VIEIRA <i>et al.</i> ,
Educação Ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias	TOZONI-REIS; CAMPOS
Estratégias para realização de Educação Ambiental em Escolas do Ensino Fundamental	SILVA; LEITE
Explorando a Bacia Hidrográfica na Escola: Contribuições à Educação Ambiental	BERGMANN; PEDROZO
Formação ética para a cidadania: reorganizando contingências na interação professor-aluno	ROCHA; CARRARA
Políticas públicas de educação ambiental e processos de mediação em escolas de Ensino Fundamental	ARNALDO; SANTANA
Preservação e Conservação Ambiental: significando a proteção do meio ambiente	COSTA; OLIVEIRA; SANTOS
Projetos de Educação Ambiental de escolas públicas e particulares do Distrito Federal: uma análise comparativa	BARROS NETA; FONSECA
Representação social de meio ambiente e educação ambiental nas escolas públicas de Teófilo Otoni-MG	SOUZA; PEREIRA
Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas	NARCIZO

Acredita-se que a Educação Ambiental, quando exercida no ambiente educacional, abre espaço para que os estudantes tomem conhecimento da problemática do meio ambiente, estimulando-os a desenvolverem uma forma nova de pensar para agir de maneira integrada frente aos problemas globais. Abordar a conservação da natureza exige que se coloque em evidência ações que promovam o exercício da cidadania e, dessa forma, fortalece o processo de ensino e aprendizagem para a melhoria da qualidade de vida, conservação e preservação do meio ambiente (FRANÇA; GUIMARÃES, 2014).

Dessa forma, é notória a importância da realização de práticas que visem a preservação do ambiente natural (FRAGOSO, NASCIMENTO, 2018). O processo que envolve e

permeia a Educação Ambiental deve ser contínuo e se basear na construção da educação nos valores humanos, envolvendo a escola, família e comunidade local (SOUZA; PEREIRA, 2011).

De acordo com Silva e Leite (2008) para a inserção da Educação Ambiental nas escolas, as seguintes estratégias são necessárias: identificar a percepção ambiental dos indivíduos envolvidos; obter um diagnóstico ambiental do centro de ensino, bem como do seu entorno; investir na formação dos docentes e; utilizar metodologias didáticas que permitam a construção do conhecimento de forma dinâmica, criativa, crítica, lúdica, participativa e investigativa. Os professores devem se empenhar na aplicação da Educação Ambiental de forma prática, não somente de forma teórica, destituindo-a do posto de ser apenas um eixo transversal e tornando-a como um dos principais temas trabalhados nos processos educativos (SARAIVA; NASCIMENTO; COSTA, 2008).

Assim, exige-se esforços contínuos por parte dos educadores, além do tempo e interesse que serão aplicados no processo (SOUZA *et al.*, 2013). Para tanto, é necessário que a temática ambiental seja inserida no currículo escolar, garantindo o tratamento destes temas como atividades nucleares nas escolas, entendidas como um espaço institucional social, cujo papel é contribuir com a formação plena dos sujeitos educandos (TOZONI-REIS; CAMPOS, 2014).

Os projetos de Educação Ambiental nas escolas são extremamente importantes. Nelas, os professores e os alunos atuam, de forma multidisciplinar, como multiplicadores na geração de conhecimentos sobre o ambiente local e na participação da comunidade em relação a questões do meio ambiente (BERGMANN; PEDROZO, 2008). A interação entre professores e alunos é efetiva na promoção de comportamentos socialmente habilidosos (ROCHA; CARRARA, 2011). As discussões e trocas de conhecimento de forma participativa, que envolve professores de diversas áreas de formação acadêmica, possibilitam um espaço propício para a aquisição de conhecimentos e reconstrução dos conceitos de natureza e meio ambiente. Assim, a escola deve oferecer ambientes para que exista esse diálogo entre docentes e discentes (LIMA; OLIVEIRA, 2011).

As políticas públicas devem ofertar ações junto as escolas para que a Educação Ambiental seja ampliada. Segundo Lamosa e Loureiro (2011) sem políticas públicas, construídas no contexto das políticas educacionais, que possuam maior amplitude e articulação com os profissionais da educação, a mobilização em torno da Educação Ambiental não acompanha as reais necessidades demandadas pelas escolas públicas do país.

O que se percebe no cenário educacional é que os professores, muitas vezes, não recebem estímulos e a comunidade escolar, bem como o poder público não oferecem o suporte devido, tais situações provocam uma grande lacuna no conhecimento dos estudantes, fazendo com que estes tornem-se apenas ouvintes, e não praticantes de boas ações ambientais (BORTOLON; MENDES, 2014). Aliado a tudo isso, destacam-se a baixa quantidade de recursos disponibilizados para os projetos que envolvem a Educação Ambiental e a baixa remuneração dos profissionais (BARROS NETA; FONSECA, 2012).

A prática da Educação Ambiental faz parte de um pensamento complexo e inovador, é um conceito que exige reflexões e ser inserido nas ações de ensino e pesquisa. As escolas se apresentam como um espaço formal de aplicação destes conceitos formadores e o professor tem um importante papel na formação de ideias dos alunos bem como na percepção

e compreensão das questões ambientais (FRAGOSO; NASCIMENTO, 2018; VIEIRA *et al.*, 2009).

A escola tem como uma de suas funções auxiliar os estudantes para o entendimento que mudanças sociais são possíveis, instrumentalizando os educandos para compreensão do seu papel de agente transformador na sociedade (ARNALDO; SANTANA, 2018). De modo geral, a inserção da Educação Ambiental no currículo escolar da educação básica tem um papel de extrema relevância na formação dos indivíduos, requerendo ferramentas teóricas e metodológicas que contribuam para a sua efetivação como prática (FILHO; FARIAS, 2021).

É na escola também, que se deve exercitar conceitos importantes para entender as relações com o meio ambiente e as opções para uma sociedade sustentável (COSTA; OLIVEIRA; SANTOS, 2018). Essa educação deve ser trabalhada na escola para ajudar no entendimento que os seres humanos não são os únicos habitantes do planeta e que, portanto, não tem o direito de destruí-lo. Assim como os nossos genitores nos deixaram a terra como herança, devemos deixá-la para os nossos filhos (NARCIZO, 2009).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das mudanças globais que tem ocorrido devido a ação antrópica, são necessárias discussões quanto as medidas de enfrentamento dos problemas decorrentes. A educação e a conscientização da população em geral, visando a prevenção dos problemas ambientais graves, também é muito importante. A Educação Ambiental é a principal ferramenta para que esse objetivo seja alcançado e a escola, sendo o centro formal de instrução à cidadania, deve ofertar tal educação através de seus planos pedagógicos, a fim de que os estudantes se tornem cidadãos sensíveis e conscientes quanto as problemáticas ambientais, agindo de maneira crítica e integrada frente a tais questões. Dessa forma, a inserção da Educação Ambiental como um dos temas centrais nas escolas é de extrema importância e precisa ocorrer para que, a longo prazo, o nosso planeta passe a sofrer menos desgastes ambientais e ocorra a promoção da sustentabilidade.

AGRADECIMENTOS

A Bruna Lucena por toda sua dedicação e orientação empenhadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ARNALDO, M. A.; SANTANA, L. C. Políticas públicas de educação ambiental e processos de mediação em escolas de Ensino Fundamental. **Ciência e Educação**. Bauru, v. 24, n. 3, p. 2018.

BARROS NETA, M. V.; FONSECA, B, M. Projetos de Educação Ambiental de escolas públicas e particulares do Distrito Federal: uma análise comparativa. **Pesquisa em Educação Ambiental**. v. 7, n. 1, p. 85-100, 2012.

BERGMANN, M.; PEDROZO, C. S. Explorando a Bacia Hidrográfica na Escola: Contribuições à Educação Ambiental. **Ciência e Educação**. v. 14, n. 3, p. 537-553, 2008.

BORTOLON, B.; MENDES, M. S. S. A importância da Educação Ambiental para o alcance da Sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**. Itajaí, v. 5, n. 1, p. 118-136, 2014.

COSTA, J. S.; OLIVEIRA, A. L. N.; SANTOS, N. T. Preservação e Conservação Ambiental: significando a proteção do meio ambiente. **Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 4, 2018.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 9 ed. São Paulo: Gaia, 2004.

FRANÇA, P. A. R.; GUIMARÃES, M. G. V. A educação ambiental nas Escolas Municipais de Manaus (AM): um estudo de caso a partir da percepção dos discentes. **Monografias Ambientais – REMOA**. v.14, n. 2, p. 3128-3138, mar. 2014.

FRAGOSO, E.; NASCIMENTO, E. C. M. A Educação Ambiental no Ensino e na Prática escolar da Escola Estadual Cândido Mariano – Aquidauana/MS. **AMBIENTE E EDUCAÇÃO**. v. 23, n. 1, p. 161-184, 2018.

FILHO, E. N. F.; FARIAS, C. R. O. A Educação Ambiental nos microcontextos de produção do currículo escolar. **Educar em revista**. Curitiba, v. 37, p. 1-19, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.78254>

LAMOSA, R. A. C.; LOUREIRO, C. F. B. A educação ambiental e as políticas educacionais: um estudo nas escolas públicas de Teresópolis (RJ). **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 37, n. 2, p. 279-292, Ago. 2011.

LIMA, A. M.; OLIVEIRA, H. T. A (re)construção dos conceitos de Natureza, Meio Ambiente e Educação Ambiental por professores de duas escolas públicas. **Ciência e Educação**. v. 17, n. 2, p. 321-337, 2011.

LIMA, W. Aprendizagem e classificação social: um desafio aos conceitos. **Fórum Crítico da Educação: Programa de Mestrado em Ciências Pedagógicas**. v. 3, n. 1, p. 29-56, out. 2004

MACHADO, I. L. O.; GARRAFA, V. Proteção ao meio ambiente e às gerações futuras: desdobramentos e reflexões bioéticas. **Saúde debate**. Rio de Janeiro, v.44, N- 124, P. 263-274, 2020. DOI: 10.1590/0103-1104202012419

MELAZO, G. C. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Olhares & Trilhas**, v. 6, n. 1, 2005.

NARCIZO, K. R. S. Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 22, p. 86-94, 2009.

Perspectivas da População Mundial - Divisão populacional - Nações Unidas. Disponível em: <<https://population.un.org/wpp/DataQuery/>>. Acesso em: 09 abr. 2022.

ROCHA, J. F.; CARRARA, K. Formação ética para a cidadania: reorganizando contingências na interação professor-aluno. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**. São Paulo, v. 15, n. 2, p. 221-230, Dez. 2011

ROSSATO, I. F. Neto, V. N. S. Trabalho de Educação Ambiental para conscientizar da importância na reciclagem para preservação do Meio Ambiente. **Gestão & Sustentabilidade ambiental**, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 98-115, 28 maio 2014.

ROSS, A.; BECKER, E. L. E. Educação Ambiental e Sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 5, n. 5, p. 857-866, 2012.

SARAIVA, V. M.; NASCIMENTO, K. R.; COSTA, R. K. M. A prática pedagógica do ensino de Educação Ambiental nas escolas públicas de João Câmara - RN. **Holos**. v. 2, p. 81-83, 2008.

SILVA, M. P. S.; LEITE, V. D. Estratégias para realização de Educação Ambiental em Escolas do Ensino Fundamental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental – FURG**. v. 20, p. 372-392, 2008.

SOUZA, G. S.; MACHADO, P. B.; REIS, V. R.; SANTOS, A. S.; DIAS, V. B. A Educação Ambiental como ferramenta para o manejo de resíduos sólidos no cotidiano escolar. **Revista brasileira de Educação Ambiental**. Rio Grande, v. 8, n. 2, p. 118-130, 2013.

SOUZA, P. P. S.; PEREIRA, J. L. G. Representação social de meio ambiente e educação ambiental nas escolas públicas de Teófilo Otoni-MG. **Revista brasileira de Educação Ambiental**. Rio Grande, v. 6, p. 35-40, 2011.

SUTER, C.; BARBOSA, R.; SILVEIRA, E. PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE COMO PATAMAR CIVILIZATÓRIO PARA FORMAÇÃO DE UMA NOVA CIDADANIA PLANETÁRIA. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, Brasil, v. 14, n. 01, p. 49–59, 2021.

TOZONI-REIS, M. F. C.; CAMPOS, L. M. L. Educação Ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias. **Educar em Revista**. Curitiba, n. 3, p.145-162, 2014.

VIEIRA, F. S.; MATIAS, M.; ZUCON, M. H.; CARRIÇO, J. M. M. Avaliação do ensino de educação ambiental a partir da percepção dos professores do município de Aracaju, Sergipe. **Scientia Plena**. v. 5, n. 8, p. 1-6, 2009.

Sertão do Araripe: Território de resistência e contradições Socioambientais

Ana Paula Gomes da Silva ^a; Henágio José da Silva ^a; Gildo Ribeiro de Santana ^a;
Luciano Pires de Andrade ^d; Horasa Maria Lima da Silva de Andrade ^e

^a Educação. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n Dois Irmãos – Recife-PE.

^b Ciências Agrárias. Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). Av. Bom Pastor, s/n Boa Vista Garanhuns-PE.

^c Educação. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n Dois Irmãos – Recife-PE.

^d Ciências Agrárias. Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). Av. Bom Pastor, s/n Boa Vista Garanhuns-PE.

^e Educação. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n Dois Irmãos – Recife-PE.

*Autor correspondente: Nome: Ana Paula Gomes da Silva. Titulação: Doutoranda, Endereço: Rua Antônio Nicácio, 1058 Casa C Guararapes, Jaboatão dos Guararapes – PE CEP: 54.325-095. E-mail: anapgsilva2@yahoo.com.br

Data de submissão: 30-04-2022

Data de aceite: 26-06-2022

Data de publicação: 15-07-2022

RESUMO

Introdução: O Território do Sertão do Araripe é formado por 10 municípios e localizado na porção mais ocidental de Pernambuco e faz parte da região semiárida do Nordeste. As principais características naturais do Território do Sertão do Araripe são o clima quente e seco, com escassez e irregularidades de chuvas, geralmente concentradas em poucos meses, aliadas a uma alta evapotranspiração e à existência de grandes períodos de seca.

Objetivo: O objetivo desse estudo foi o de compreender como se dar as interações entre os diversos atores do território entre si e com o meio ambiente. **Material e Métodos:** Para tal, foi utilizada as atividades de imersões do Programa de Pós-graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE como base para levantamento das informações. **Resultados:** Observa-se nos resultados obtidos que o modelo hegemônico instalado no território tem uma direta atuação nos conflitos socioambientais mostrados. **Conclusão:** É imperativo refletir e questionar se existe um modelo de desenvolvimento para o território, que consiga aliar a necessidade da “extração”, da matéria prima, com a redução drástica dos impactos ambientais, sociais, territoriais, entre outros, em nome de uma convivência harmoniosa e equilibrada.

Palavras-chave: Agroecologia; Conflitos Socioambientais; Desenvolvimento Territorial; Resistência

1 INTRODUÇÃO

Dentre os vários conceitos existentes, um território também pode ser definido como um espaço geográfico formado por um conjunto heterogêneo de municípios no que diz respeito aos recursos naturais, atividades econômicas, as infraestruturas econômica e social, constituição e funcionamento do poder local, organização da sociedade civil e relações sociais existentes no interior dela e relações estabelecidas com o poder público local (GARCIA, 2013).

O Território do Sertão do Araripe é formado por 10 municípios: Araripina, Bodocó, Exu, Granito, Ipubi, Moreilândia, Ouricuri, Santa Cruz, Santa Filomena e Trindade, ocupando uma área de 12.020,3 km², localizado na porção mais ocidental de Pernambuco e faz parte da região semiárida do Nordeste brasileiro. Limita-se ao Norte com o Território do Cariri (Ceará), ao Sul com o município de Parnamirim e Território do Sertão do São Francisco (Pernambuco), a Leste com Serrita (Pernambuco) e a Oeste com o Território Vale dos Guaribas (Piauí). A média das distâncias para a capital Recife é de 573,3 km, sendo Araripina o município mais distante (620,6 km) e o mais próximo Moreilândia (516,2 km) (IBGE, 2010).

A população que habita no Semiárido, onde está inserido o Território do Sertão do Araripe, buscam alternativas visando adaptar-se frente a essas novas realidades climáticas e evidam esforços visando mitigar essas transformações para garantirem suas permanências nesses territórios com características distintas, seja pela ampla presença do bioma caatinga com toda sua biodiversidade, pela aridez do clima proveniente de irregularidades das precipitações pluviométricas que variam entre 400 e 800 mm/ano (INSA, 2021).

O Território está inserido nas unidades geoambientais da Depressão Sertaneja e das Chapadas Altas. A Depressão Sertaneja representa a paisagem típica do semiárido nordestino, e as Chapadas Altas com altitude superior a 800 metros, são formadas por platôs altos e extensos, apresentando encostas íngremes e vales abertos (CONDEPE/FIDEM, 2011).

Sua vegetação é caracterizada por fisionomias de Cerrado e Caatinga; desde 1997, os municípios do Território estão inclusos na Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe (10.000 km²). Basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia (CONDEPE/FIDEM, 2011).

O processo de formação dos 10 municípios começou no século XIX, com Ouricuri, em 1849. Oriunda de uma fazenda de gado, suas terras pertenciam à dona Brígida Alencar, possuidora de muitas léguas na região que, não podendo cultivá-las sozinha, resolveu vendê-las. Uma parte foi adquirida pelo casal João Goulart, que ali se estabeleceu, denominando-a de Fazenda Tamboril, sendo eles os primeiros habitantes de Ouricuri. Os demais municípios foram se constituindo de 1907 (Exu) a 1997 (Santa Filomena). (MDA; Fotear; IADH, 2011).

O Bioma Caatinga ocupa cerca de 70% do Semiárido brasileiro, seu desmatamento tem se tornado um grave problema e vem causando impactos desastrosos para o equilíbrio dos ecossistemas existentes nesse espaço. O desmatamento progressivo do bioma Caatinga, em grande medida é na retirada da vegetação nativa para utilização da lenha, enquanto energia, transformando-as em carvão vegetal. Outras ações antrópicas ilegais também estão presentes através da mineração, uso indevido dos solos, implantação de pastagens para pecuária, caça ilegal e especulação imobiliária entre outras (INSA, 2021; ISPN, 2021; MDA, 2011).

Sendo assim o objetivo desse estudo foi o de compreender como ocorre as interações entre os diversos atores do território entre si e com o meio ambiente a partir da imersão realizada no território do Araripe.

2 METODOLOGIA

As informações apresentadas neste trabalho, foram levantadas durante o processo de imersão que foi realizado no primeiro semestre do ano de 2021 como parte do processo de formação no curso de Pós – Graduação, doutorado, em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT) em rede das Universidades do Vale do São Francisco (UNIVASF), Universidade Estadual da Bahia (UNEB) e pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), campos Recife – PE. O processo de ensino-aprendizagem citado, faz parte da metodologia que é utilizada no PPGADT- UFRPE onde um território do estado de Pernambuco é escolhido para que os/as discentes possam adentrar no território através de escutas a partir de contatos com pessoas consideradas importantes ao processo. O território escolhido na época foi o da região do Araripe. Por conta do momento da pandemia da COVID – 19 vivenciado naquele momento, a imersão foi realizada de maneira remota através da plataforma de vídeo chamada *Google Meet*, onde todos/as participantes concordaram com autorização de uso de imagem e voz.

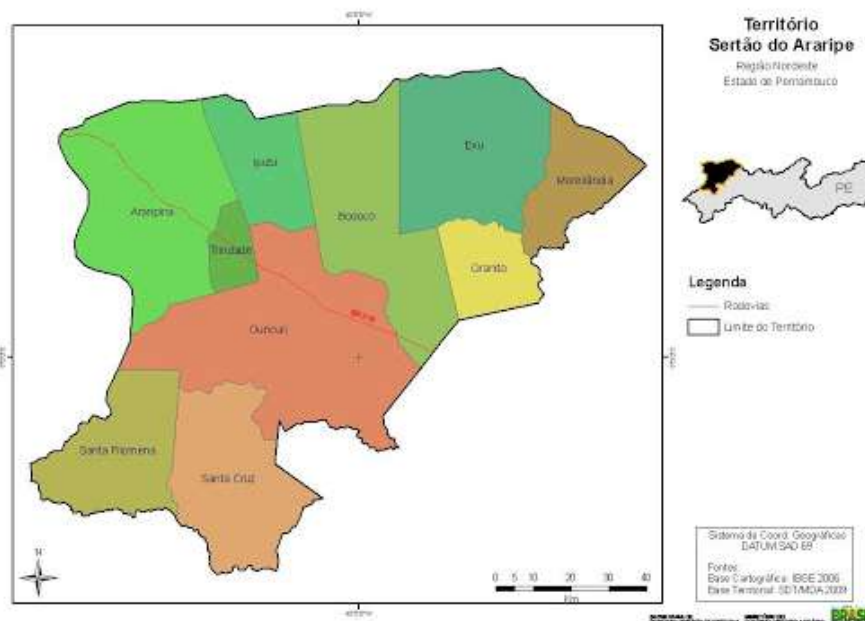
As imersões aconteceram nos meses de março e maio de 2021, no primeiro mês aconteceram entre os dias 25 e 27 e no segundo mês a atividade foi realizada entre os dias 20 e 22. As temáticas discutidas nas imersões estavam relacionadas aos conteúdos abordados nas aulas teóricas: Políticas Públicas e Práticas de Saúde, Cultura, Identidade e Território, Agroecossistemas Sustentáveis no Bioma Caatinga Educação em Agroecologia, Mudanças Climáticas na Agricultura, Epistemologia e Metodologia de Pesquisa Interdisciplinar. Os interlocutores do território do Araripe foram agrupados nos dois períodos dos seis dias destinados a imersão. Durante esses dias cada convidado/a tinha a liberdade para nos apresentar o território a partir do seu ponto de vista, para em seguida moderados pelos/as professores/as, os discentes interagem com os representantes do território para um debate.

Segundo os dados do IBGE de 2010, a população total do território era de 307.658 habitantes, com uma população rural de 142.520 habitantes (46% da população da população total). Considerando dados do SIT/MDA - Sistema de Informações Territoriais do Portal do Ministério do Desenvolvimento Agrário, o município de Santa Filomena é o que tem

o maior percentual de população rural (83%), enquanto Trindade é o que apresenta o menor percentual dessa população (14%) (MDA, 2011).

De acordo com os dados do IBGE (2010), outras informações sobre o território, é que o mesmo apresenta uma densidade demográfica média de aproximadamente 27 hab./km², evidenciando uma região com baixa densidade populacional, e uma população alfabetizada de 72,35% com pessoas acima de 15 anos, porcentagem abaixo da média estadual que é de 81,99%.

Figura 1: Território do Sertão do Araripe.



Fonte: Ministério do desenvolvimento Agrário – MDA

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população do território do sertão do Araripe enfrenta inúmeros problemas de acesso aos serviços públicos de saúde e transporte, ausência de saneamento, escassa e precária infraestrutura hídrica, entre outras coisas. O avanço do desmatamento e das queimadas, os impactos da produção de gesso e do uso da vegetação nativa como fonte de biomassa para geração de energia e o uso de agrotóxicos figuram entre os principais problemas ambientais na região (UNESCO 2007; MEDEIROS *et al.*, 2010).

Mas se de um lado o contexto socioambiental da região é adverso, de outro, o território é caracterizado por intensa mobilização social promovida por organizações de base da agricultura familiar orientadas pelo princípio da convivência com o semiárido, exercendo um forte controle social sobre as políticas públicas (MDA, 2011).

O exemplo da fundação da Escola Rural de Ouricuri (ERO), nos mostra de maneira prática, a força dessa mobilização. A escola nasceu com o princípio do diálogo com a convivência com o semiárido, segundo o relato do professor da Escola Rural Ouricuri (ERO).

A ERO tinha uma proposta que ia além do ensinar a ler a e escrever. A sua praxe carregava lado a lado a vivência teórica e prática, oportunizando os estudantes a vivenciarem dinâmicas que vão para além do livro e sala de aula. Ele mostrou que a interação dos estudantes com o dia a dia da prática com a convivência com o semiárido, era uma excelente alternativa, para troca de conhecimentos e aprendizagem. No campo da metodologia, a ideia da experimentação são elementos fundamentais para uma educação com base agroecológica, do ponto de vista epistemológico da construção do conhecimento.

Brandão (2002), em seu livro, o que é educação, nos mostra que temos muitos caminhos para compartilharmos conhecimento nesse processo de ensino aprendizagem. Para ele, nos grupos humanos, através do que ele chamou de trocas sociais, crianças e adolescentes eram expostas, a diversas situações pedagógicas.

Na segunda edição do Livro Geografia da Fome de Josué de Castro de 1967, o autor fez recomendações para se viver melhor na região (convivência com a seca), como a necessidade de acumular água e alimentos na época das chuvas para que se enfrente as secas com maior tranquilidade. Ele também afirmou que:

A seca não é o principal fator da pobreza ou da fome nordestinas. Que apenas um fator de agravamento agudo desta situação cujas causas são outras. São causas mais ligadas ao arcabouço social do que aos acidentes naturais, às condições ou bases físicas da região (Castro, 1967: 242).

O autor conclui que todas as medidas não passaram de paliativos para lutar contra a fome enquanto não for feita uma reforma agrária, que colocaria a terra a serviço dos que necessitam dela. Embora a convivência com a seca já fizesse parte da realidade da agricultura familiar, apenas com a chegada de organizações não governamentais na região, que se iniciam ações de sistematização das técnicas existentes e sensibilização ao cultivo diversificado, como também práticas promotoras ao fortalecimento da educação ambiental e responsabilidade social, juntamente com sindicatos rurais, igreja, conselhos, federações e o estado (CASTRO, 1967).

De acordo com Ventura *et al.*, (2012), ao avaliar o potencial de algumas das tecnologias sociais (TS) de convivência com o semiárido, desenvolvidas para a mitigação das mudanças climáticas e a promoção de desenvolvimento humano, chegaram a conclusão que as TS tem grande potencial para auxiliar na mitigação e na adaptação das mudanças climáticas, ao mesmo tempo que promovem melhorias na qualidade de vida das localidades onde estão sendo desenvolvidas.

Neste sentido ao longo dos anos, programas e projetos voltados ao fortalecimento da agroecologia e seus princípios se tornaram cada vez mais presentes na região. Vários são os itens envolvidos numa política pública de convivência com o semiárido, e encontrados nessa região, onde se destacam conforme Teixeira e Pires (2017):

As práticas de armazenamento de alimentos, água, sementes e forragens para os

animais; a substituição de animais de grande porte por médio e pequeno porte e o uso racional da água. Nesse conjunto de ações, a ênfase se volta para a criação de uma agricultura familiar agroecológica, que seja capaz de estabelecer uma relação mais harmoniosa com natureza, por meio de uma educação contextualizada, passível de permitir uma geração de renda, a partir da aptidão local.

Desta forma, no estudo em questão descreve-se a presença dos convidados e convidadas na atividade de imersão, à saber, representantes do Centro Nordestino de Medicina Popular (CNMP), Assessoria e Apoio aos Trabalhadores e Instituições Não-Governamentais Alternativas (CAATINGA) e da Associação dos/as Agricultores/as Familiares da Serra dos Paus Dóias (AGRODÓIA), estes componentes de grupos revelam através das suas experiências de vida e trabalho na região, as inúmeras possibilidades e necessidades de atuação para o fortalecimento da agroecologia no território.

As atividades desenvolvidas sejam elas através de leituras, escuta dos/das participantes e vídeos assistidos, deixou claro que a região tem um histórico de organização e reorganização no seu território, observou-se essa percepção através das falas e discussões, no momento evidenciado.

Ao adentrarmos na pandemia do Coronavírus no território do Araripe, a partir da realidade daqueles que ali residem, observamos como as práticas agroecológicas foram um diferencial, no sentido de proteger a família em um momento onde a população se tornou ainda mais vulnerável.

A rede de afeto e cuidado, como protocolo de saúde foi o eixo que norteou as decisões das famílias naquele momento e isso ficou imensamente evidenciado na fala dos e das participantes. Partilha de saberes como no caso da produção de máscaras caseiras, ou dos protocolos familiares quer seja relacionados à produção de remédios caseiros ou sobre a importância de se manter alimentos nesse período, orientações sobre o processo da pandemia, resgate e fortalecimento das práticas culturais alimentares e ensinamentos ancestrais também se fizeram presente nos depoimentos dos e das convidadas para a atividade de imersão.

A participação da mulher sertaneja nesse ambiente no contexto da pandemia revelou situações antagônicas. À exemplo ressalta-se uma convidada que atua no território através do CNMP, está evidencia que houve aumento da vulnerabilidade da mulher com relação à violência e insegurança alimentar e aos problemas relacionados à saúde, ao passo que também foi observado que as mulheres da AGRODÓIA, foram protagonistas em ações de combate o covid-19. Na percepção dessas envolvidas é nítido de como as mulheres atuaram de maneira efetiva nesse momento.

Em contrapartida, expondo fatos de outro Município pertencente a outra Região mais que merece destaque, vale lembrar-se da representante quilombola do Quilombo Mulatos, no município de Jardim/CE, que teve um importante papel em sua comunidade a frente de ações no combate a pandemia, especialmente sobre a agenda de luta para minimizar a escassez de alimentos naquele momento. Vários desafios precisam serem superados por

essa população, fica evidente que o reconhecimento de sua identidade no território, é algo que já foi superado por eles, e agora lutam, para que sejam reconhecidos de fato pelo poder público como um grupo com identidade cultural própria, vale ressaltar que esta percepção pode ser aplicada nos diversos territórios aonde esses grupos estão implantados.

O sertão do Araripe também é conhecido por ter em seu território polo gesso, que é responsável pela produção de 95% de gesso do país (MEDEIROS *et al.*, 2010). No pólo gesso se encontram em torno de 35 mineradoras, mais de 100 calcinadoras e 400 fabricantes de fornos, gerando 12 mil empregos se tornando assim, uma das mais importantes atividades econômicas do sertão do Araripe. Um pólo que abrange cinco cidades escancara o quanto tem sido danosa para a região do ponto de vista ambiental e social (OLIVEIRA e SHINOHARA, 2014).

Exploração da mão de obra, desmatamento da caatinga ou até mesmo a inserção do eucalipto na região, para servir de biomassa para uso nas caldeiras, são ações que visam beneficiar apenas a dimensão econômica, em detrimento das outras e não menos importantes dimensões. A supressão da caatinga utilizada como matriz energética para alimentar as calcinadoras, modifica o lençol freático, contribuindo com as chuvas irregulares que afeta os agroecossistemas, que por sua vez tem uma interferência direta de maneira negativa na segurança alimentar e perdas científicas enormes da ancestralidade como fósseis e campos de estudos (PERNAMBUCO, 2007)

Sobre as perdas significativas da ancestralidade na região, uma representante dos povos indígenas Kariri, reflete que para que pudessem sobreviver “a gente se anulou para não morrer”, tamanha foi o processo de colonização na região. O representante do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), convidado para a imersão descreveu com muita propriedade que a descrição com que a população da zona rural manifesta suas crenças, muito provavelmente é reflexo de uma interferência colonizadora pela qual passou a região.

A maneira predatória, como o modelo de desenvolvimento se mostra nessa região, reforça de maneira estrondosa a sindemia. Assim como Junior e Santos (2021), afirmam que a sindemia se apresenta em sociedades que estão pautadas na contradição, na desigualdade social, através de percepções afirma-se que a sindemia é o resultado de vários contextos interligados. As mazelas sociais e econômicas afetam principalmente os mais vulneráveis.

4 CONCLUSÃO

Olhar o território de maneira sistêmica, levando em consideração que as propriedades das partes, só podem ser compreendidas a partir da organização como um todo, e que tudo esta profundamente interligado é algo de extrema relevância, e se faz urgente e necessário.

Estudar esse território e perceber que o quanto ele é rico, mais extremamente explorado em nome de um desenvolvimento que não valoriza e não protege o meio ambiente, sua população e tudo que envolve esses dois pilares que fizeram do território do Araripe, um lugar único, é bastante preocupante. A maior lição aprendida é que esse modelo

de desenvolvimento que tá posto, é extremamente danoso e necessita ser substituído o quanto antes, por um modelo que respeite o território e todas as suas particularidades. E nesse percurso urge a necessidade da resignificação da trajetória e da origem dos povos tradicionais da região, como fortaleza daquela gente.

É perceptível que a atividade agrícola é a atividade humana mais vulnerável aos efeitos climáticos e que a segurança alimentar e agricultura são fenômenos indissociáveis, e que a redução drástica da biodiversidade torna a produção de alimentos mais vulnerável.

Por fim, é imperativo refletir e questionar se existe um modelo de desenvolvimento para o território, que consiga aliar a necessidade da “extração”, da matéria prima, com a redução drástica dos impactos ambientais, sociais, territoriais, entre outros, em nome de uma convivência harmoniosa e equilibrada.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, C. R. O que é educação. São Paulo: **Editora Brasiliense**, 2002. 117

BISPO JÚNIOR J. P.; SANTOS D. B. DOS. COVID-19 como sindemia: modelo teórico e fundamentos para a abordagem abrangente em saúde. **Cad. Saúde Pública** 2021; 37(10):e00119021

CASTRO, J. de Geografia da Fome – o dilema brasileiro: pão ou aço. **Editora Brasiliense** – 1967 10ª edição.

CONDEPE/FIDEM. Agencia Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco. Pernambuco em mapas. Coordenação de Ruskin Marinho de Freitas e Kamila Soares de Arruda Santos. Recife, 2011.

GARCIA, I. F. **Convivência com o semiárido e organização da sociedade civil no Sertão do Araripe (PE)**, 175 f. Dissertação (mestrado) – Rio de Janeiro - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, 2013.

IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=cd&o=2&i=P&c=200> . Acesso em: 26 abril de 2021.

INSA - INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. Semiárido Brasileiro. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/insa/semiario-brasileiro>. Acesso em: 30 abr. 2022.

ISPN - Instituto Sociedade, População E Natureza. Caatinga. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/caatinga/>. Acesso em: 30 abr. 2022.

MDA - Ministério Do Desenvolvimento Agrário. **Plano territorial de desenvolvimento sustentável do sertão do Araripe**. 2011. Disponível em: http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio081.pdf. Acesso em: 27 abr. 2021.

MEDEIROS, Marcílio Santos; HURTADO-GUERRERO, José Camilo; SILVA, Lia Giraldo Augusto. **A Saúde no Contexto do Polo Gesseiro de Araripina-Pernambuco**, Brasil. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/sausoc/v19n2/12.pdf>. Acesso em: 09 maio 2022.

OLIVEIRA M. A. C e SHINOHARA A. H. A experiência com gás natural/GLP no polo gesseiro do Araripe, PE. **Cerâmica** 60 (2014) 243-253. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270490525_A_experiencia_com_gas_naturalGLP_no_polo_gesseiro_do_Araripe_PE. Acesso em 09 maio 2022.

PERNAMBUCO, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente Região do Araripe: diagnóstico florestal/ Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente - Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007 Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000158602?1=null&queryId=8baa56ed-216f-48ab-94ba-ae815f8a2953> Acesso em 10 mai. 2022

TEIXEIRA, C. T. M. e PIRES, M. L. L. S. Análise da Relação Entre Produção Agroecológica, Resiliência e Reprodução Social da Agricultura Familiar no Sertão do Araripe. **Revista de Economia e Sociologia Rural** [online]. 2017 v. 55, n. 1 [Acessado 30 Abril 2022], pp. 47-64. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550103>>. ISSN 1806-9479. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550103>.

VENTURA, A. C., GARCÍA, L. F., ANDRADE, J. C. S. Tecnologias sociais: as organizações não governamentais no enfrentamento das mudanças climáticas e na promoção de desenvolvimento humano. **Cadernos EBAPE**. BR 10(3), 2012.

Levantamento Ambiental em escolas Estaduais de Paranaguá-PR com base no Projeto Eco-Escola

Fernanda Ribeiro de Freitas ^{a*}, Cristiane Ramon Sampaio ^a, Heluize Ribeiro de Freitas ^b,
Karina Gonçalves Capete ^c, Letícia dos Santos Marques^d.

^a Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade em Ambientes Costeiros, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Endereço: Praça Infante Dom Henrique s/nº - CEP 11.330-900, Parque Bitaru - São Vicente.

^b Graduação em História, Universidade Estadual do Paraná. Endereço: R. Comendador Correia Júnior, 117 - Centro, Paranaguá - PR, 83203-560.

^c Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares, Universidade Estadual do Paraná. Endereço: R. Comendador Correia Júnior, 117 - Centro, Paranaguá - PR, 83203-560.

^d Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais. Universidade Federal do Paraná – Campus Litoral. Rua Jaguariaíva, 512 Bairro: Caiobá Matinhos-PR

***Autor correspondente:** Fernanda Ribeiro de Freitas, Mestre em Ecologia, Doutoranda em Biodiversidade de ambientes costeiros. Endereço completo: Rua Professor Antônio dos Santos Filho, Parque São João – Paranaguá.

Telefone de contato: (41) 98510-2350; Email: ribeiro.freitas@unesp.br

Data de submissão: 21-03-2022

Data de aceite: 26-06-2022

Data de publicação: 15-07-2022



10.51161/editoraime/108/53



RESUMO

Introdução: A Educação Ambiental é um instrumento de suma importância para a implantação de ações sustentáveis dentro das escolas. Educação ambiental nas instituições de ensino é um importante instrumento de formação de cidadãos críticos, já que esta busca desenvolver a reflexão como base para mudanças de atitudes. **Objetivo:** Dessa forma o objetivo foi avaliar e comparar o nível da representação de temas ambientais, tais como resíduos sólidos, recursos hídricos e conservação de florestas por estudantes do ensino médio e fundamental de dois colégios distintos com estudantes de idade entre 12 e 17 anos no município de Paranaguá. **Metodologia:** Realizou-se uma análise qualitativa e quantitativa com 160 alunos do ensino fundamental (6º ano) e ensino médio (3ºano), sendo 80 alunos do Colégio Estadual Porto Seguro e 80 alunos do Colégio Estadual Professora Maria de Lourdes Morozowski, ambos situados em bairros de periferia do município de Paranaguá. Para a tabulação, análise e confecção dos gráficos a partir dos dados obtidos foi utilizado o pacote *Microsoft® Office*. **Resultados:** Os resultados deste estudo apontam que os estudantes não apresentam dificuldades em perceber o ambiente natural como parte integrante de onde vivem. Verificou-se que o melhor desempenho dos alunos do ensino fundamental é relacionado a temática água e o mais baixo no tema agricultura orgânica, no entanto o melhor desempenho dos alunos do ensino médio foi relacionado a energia e o desempenho mais baixo no tema floresta. **Conclusão:** Verificou-se nos índices de desempenho ambiental das temáticas: Mobilidade, Resíduos, Biodiversidade e Ruídos, alguns pontos em comum foram identificados em ambos os alunos dos Colégios em estudo.

Palavras-Chave: Educação ambiental, Meio ambiente, Sustentabilidade

1 INTRODUÇÃO

Transformando o pensar, educar e educar-se práticas chamadas de “estudos do meio” começaram a serem desenvolvidas nas escolas brasileiras na década de 60, passa-se a chamar tais práticas que buscam envolver a sociedade nas questões ambientais de Educação Ambiental tendo o envolvimento das instituições educacionais e de entidades governamentais e não governamentais (FREIRE, 1967; BRASIL, 2001; BRASIL 2007). A eclosão da Educação Ambiental tenciona a qualidade de vida a todos mediante ações incentivando a luta pelos direitos e cumprimento dos deveres (MEIRA, 2008; DIAS, 2004).

Vinculado ao Ministério do Meio Ambiente em 2000 a Educação Ambiental, integra o Plano Plurianual (2000-2003) conhecido como 0052 – Educação Ambiental. Em 2002 foi assinado um Termo de Cooperação Técnica para a realização conjunta da Conferência Infanto-Juvenil pelo Meio Ambiente previsto na Lei nº 9.795/99 foi regulamentada pelo Decreto nº 4.281 onde em seu artigo 8º incisos IV e V “incentivam a busca de alternativas curriculares e metodológicas na capacitação da área ambiental e as iniciativas e experiências locais e regionais, incluindo a produção de material educativo”. O Brasil assina em conjunto com outros países compromissos internacionais para a promoção da Educação Ambiental (BRASIL, 2007). Conforme a UNESCO (2005, p.44), “Educação Ambiental é uma disciplina bem estabelecida que enfatiza a relação dos homens com o ambiente natural, as formas de conservá-lo, preservá-lo e de administrar seus recursos adequadamente”. As práticas educacionais de Educação Ambiental não devem ser de uma visão naturalista e sim críticas interligando a natureza, a sociocultura, a produção, o trabalho e o consumo (BRASIL, 2018).

Para fazer parte da Educação Básica a Educação Ambiental está inserida na Base Nacional Comum Curricular, pois a Educação Básica em dezembro de 2017 começou a ser direcionada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) um documento de caráter normativo focado nos direitos e deveres de aprendizagem e desenvolvimento dos alunos da Educação Básica, objetivando a unificação dos currículos das escolas nacionais seja da rede pública ou privada, em conformidade com o que determina o Plano Nacional de Educação (PNE) sendo uma exigência do Sistema Nacional de Educação, anunciada na Constituição Federal, de 5 de outubro de 1988 e na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 22 de dezembro de 1996 (BRASIL, 2015).

Entendendo que o meio ambiente é a matriz da nossa identidade, natureza e cultura traçam o enredo da vida, esta relação é construída conforme o homem crer estar inserido na natureza (SAUVÉ, 2005; SCHULTZ *et al.*, 2004). Dessa forma a educação ambiental em seu contexto histórico vem promovendo ações para mudanças ambientais benéficas, disseminando o saber (ARDOIN; MERRICK, 2013). Na percepção de Compiani (2007, p. 31), “um olhar para o ambiente, que entrou em pauta para todas as ciências a partir da crise socioambiental, antiga na história da humanidade, mas inescapável de ser enfrentada neste novo milênio.

Diante do exposto que mostra mudanças ao passar dos anos em prol da sustentabilidade este estudo teve como objetivo avaliar e comparar o nível da representação de temas ambientais, tais como resíduos sólidos, recursos hídricos e conservação de florestas por estudantes do ensino médio e fundamental de dois colégios distintos com estudantes de idade entre 12 e 17 anos no município de Paranaguá - PR, pois para se trabalhar efetivamente a educação ambiental se faz necessário diagnosticar a percepção ambiental dos envolvidos para se tomar medidas e ações direcionadas para se dar continuidade a mudanças positivas que visam a construção de uma nova cultura. Foi utilizado o Programa Eco-Escolas que tem uma abordagem ISO 14001/EMAS o programa surgiu na Europa sendo uma Fundação para a Educação Ambiental (*FEE- Foundation for Environmental Education*) sediada em Portugal (ABAE, 2009).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Após submissão e aprovação do projeto ao Comitê de Ética tendo como registro de CAAE o número 56205816.7.0000.5513 e com o número do parecer: 1.567.581 realizou-se uma análise qualitativa e quantitativa com 160 alunos do ensino fundamental (6º ano) do período vespertino e ensino médio (3ºano) do período matutino, sendo 80 alunos do Colégio Estadual Porto Seguro (iniciou suas atividades no 2º Semestre do ano de 2008, sendo inaugurado no dia 06 de março de 2009) e 80 alunos do Colégio Estadual Professora Maria de Lourdes Morozowski (fundado em 2005 com atual nome sendo interditado e retornando ao prédio onde situa-se atualmente em 2006), ambos os colégios são situados em bairros de periferia do município de Paranaguá - PR.

Dessa forma, é possível afirmar que o problema que nos propomos investigar nas escolas em causa: “Quais as dinâmicas ambientais abordadas pelo Programa Eco-Escolas está em defasagem nas instituições de ensino?”. Assim sendo, este tipo de trabalho de investigação situa-se no campo do “estudo de caso”, ou seja, caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados.

O Programa Eco-Escolas visa sensibilizar os estudantes para as questões do desenvolvimento sustentável, capacitando-os a realizarem a mudança que o nosso mundo necessita, de uma maneira divertida através de ações orientadas ao aprendizado. Ele fornece os questionários através do seu site e planilha para preenchimento dos resultados separados por tema obtendo um índice global Eco-Escolas. Desta forma, a participação das instituições de ensino em estudo foi de suma importância para poder avaliar e verificar questões referente a sustentabilidade e assim poder melhorar o âmbito ambiental dos alunos.

Este projeto capacita estudantes e professores para a criação de ações através de uma abordagem participativa. O programa trabalha com: Resíduos, Água, Energia, Espaços Exteriores, Biodiversidade, Agricultura Orgânica, Floresta, Mar, Mobilidade, Ruído,

Alimentação e Gestão Ambiental da Escola. No entanto, para o presente trabalho optou-se por focar em apenas três temas principais: Resíduos Sólidos (separação de lixo, Política dos 3Rs, Campanha de limpeza e Campanha de limpeza de Praias), Economia de Recursos (água e energia elétrica) e Representação de Ambientes Naturais (marcos ou referências ligadas diretamente aos espaços naturais, como rios e florestas ou Unidades de Conservação). Para a tabulação, análise e confecção dos gráficos a partir dos dados obtidos foi utilizado o pacote *Microsoft® Office*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados no total 160 alunos com faixa etária entre 11 e 17 anos, sendo 80 do Colégio Estadual Profª Maria de Lourdes Morozowski (48 alunos do 3º ano do ensino médio e 32 alunos do 6º ano do ensino fundamental) e 80 alunos do Colégio Estadual Porto Seguro (47 alunos do 3º ano do ensino médio e 33 alunos do 6º ano do ensino fundamental). Quando questionados sobre o hábito de separar o lixo para possível reciclagem, vemos que 42% dos alunos do ensino médio e 38% do ensino fundamental do Colégio Morozowski o fazem enquanto que 42% do ensino fundamental e 70% do ensino médio do Colégio Porto Seguro (Tabela 1), sendo os principais componentes o plástico seguido de metal e orgânicos.

As maiores vantagens da reciclagem são: a minimização da utilização de fontes naturais, muitas vezes não renováveis; diminuição da quantidade de resíduos que necessitam de tratamento final, como aterramento ou incineração, prolongando a vida útil dos aterros sanitários; contribuição para a formação de uma consciência ecológica; valorização da limpeza pública; e geração de empregos. A reciclagem dos plásticos é muito importante, pois pode reduzir a quantidade de lixo nos aterros sanitários e serve como matéria-prima para ser reaproveitados para se fazer novos produtos, trazendo muitos benefícios para a população: contribuindo para a limpeza da cidade, e também pode gerar mais empregos, diminuir a poluição e o consumo de energia. E com isso melhora o ambiente em que vivemos, podendo ver o lixo, com novas utilidades, não causando uma ameaça (ALENCAR, 2005).

Tabela 1: Comparação entre a temática Reciclagem.

Colégio Estadual M^a de L. Morozowski		Colégio Estadual Porto Seguro	
Fundamental	Médio	Fundamental	Médio
38%	42%	42%	70%

O conhecimento sobre a Política dos 3R's – Reduzir, Reutilizar e Reciclar foi abordado a fim de verificar sua dispersão no cotidiano escolar, onde se verificou que 39% dos estudantes do Colégio Porto Seguro e 22% dos estudantes do Colégio Morozowski reconhecem seu significado. Já Oliveira *et al.* (2012) destaca a problemática do lixo que é produzido diariamente causando impactos ambientais, que se deve desde cedo conscientizar

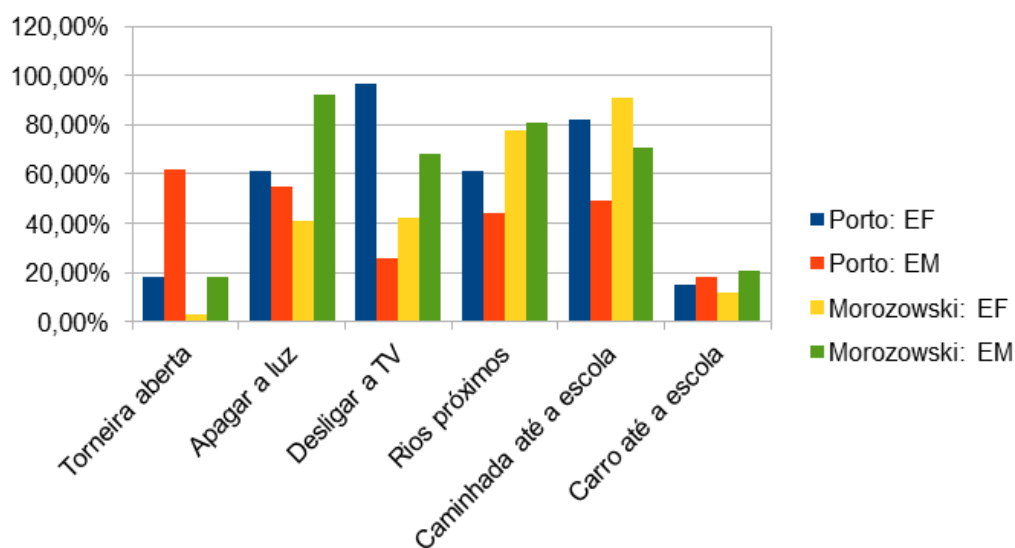
as pessoas sobre tal problema utilizando como ferramenta a escola fazendo-as compreender a importância de reduzir, reutilizar e reciclar. Tavares e Freire (2003) destacam a importância que se tem de oficinas realizadas em escolas para sensibilizar os alunos sobre o problema da disposição final do lixo.

Relacionando o recurso natural, água, com os hábitos dos estudantes, foram questionados sobre deixar a torneira aberta enquanto escova os dentes. O resultado então indicou que 18% dos alunos do fundamental e 62% do médio do Colégio Porto Seguro possuem o hábito de deixar a torneira aberta ao escovar os dentes, já no Colégio Morozowski enquanto 3% dos alunos do fundamental e 18% do médio não fecham a torneira ao escovar os dentes (Figura 1). No entanto Sampaio *et al* (2017), obteve valores inferiores quando comparou estes valores com as instituições de São Vicente.

Os estudantes também foram interrogados sobre o nome de um rio ou riacho da região onde mora ou estuda e que já visitou. O gráfico da figura 1 mostra que 61% dos alunos do fundamental e 44% do médio do Colégio Porto Seguro conhecem rios próximos, e no outro colégio analisado, Colégio Morozowski, 78% dos alunos do fundamental e 81% também tem algum conhecimento sobre rios próximos, valores bem acima quando comparados com Sampaio *et al* (2017) e Orlandi (2015) que encontraram resultados abaixo de 30%.

Outro ponto abordado no questionário foi a energia. Esta foi verificada se os estudantes tinham o costume de apagar as luzes da sala ou quarto sem ninguém no ambiente. Foi verificado no Colégio Porto Seguro que 61% do fundamental e 55% do médio tem o hábito. Quando perguntado se é costume desligar a televisão ou deixá-la em stand by, 97% do fundamental e 26% do médio. No Colégio Morozowski verificou-se que 41% de fundamental e 92% do médio o fazem. Quando perguntado se é costume desligar a televisão e deixá-la em *stand by*, 42% do fundamental e 68% do ensino médio o fazem.

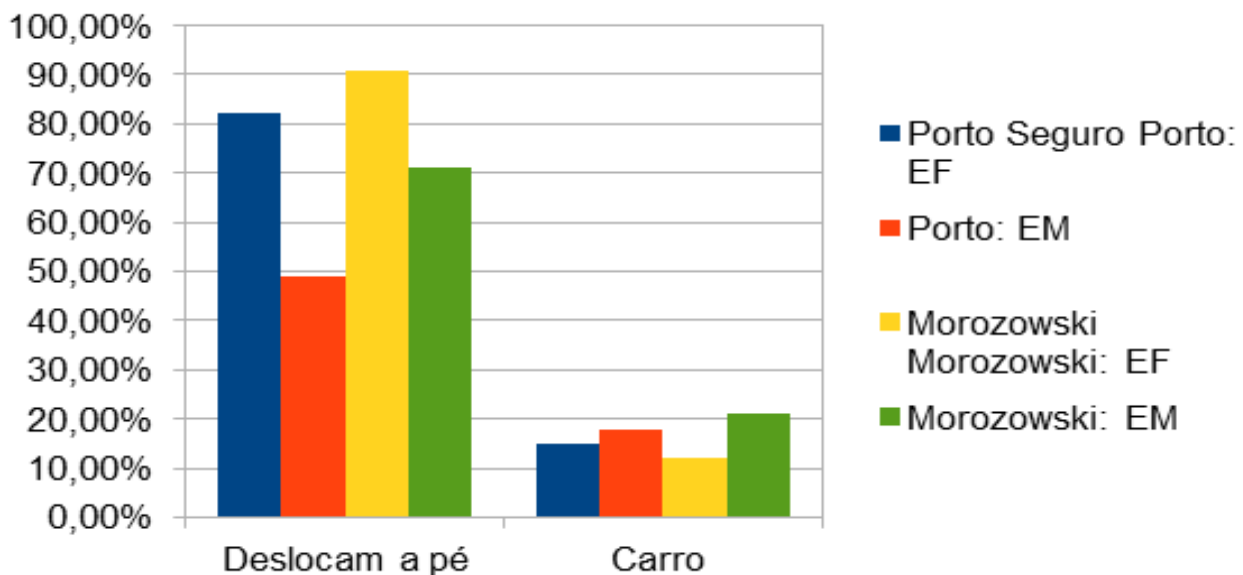
Figura 1: Comparação da Temática: Consumo de Recursos entre discentes do ensino fundamental e ensino médio entre os Colégios Porto Seguro e Maria de Lourdes Morozowski.



Fonte: autores, 2022

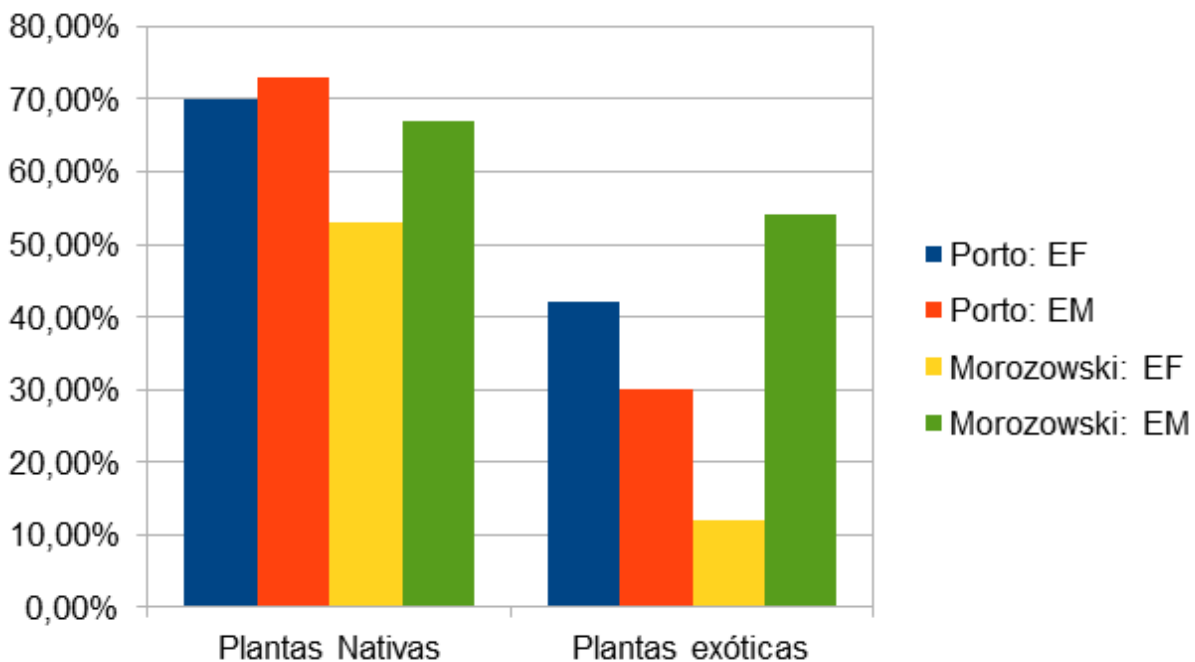
A temática transporte obteve resultados positivos entre os estudantes do Colégio Morozowski (Figura 2), obtivemos 91% das crianças do 6º ano e 71% dos alunos do 3º ano se deslocam à escola a pé. E destes apenas 12% do fundamental e 21% do médio realizariam esse mesmo percurso de carro. No Colégio Porto Seguro 82% das crianças do 6º ano e 49% dos alunos do 3º ano se deslocam à escola caminhando. Destes apenas 15% do fundamental e 18% do médio realizariam esse mesmo percurso de carro. Segundo Sampaio (2016) quando comparados estes resultados com os valores obtidos nas Escolas Estaduais de São Vicente, São Paulo, ocorre maior deslocamento com veículo particular, pois nas instituições de São Vicente menos de 5% se locomovem através de carros particulares. Ainda conforme Orlandi (2015) alunos de Escola Técnica localizada em Santos, São Paulo 61,4% se deslocam para a escola de transporte público, e 13,6% a pé, apenas 15,9% utilizam veículo particular.

Figura 2: Comparação entre os meios de transporte.



Fonte: autores, 2022

O tema biodiversidade foi abordado, cujos estudantes foram questionados a respeito do conhecimento de algumas características ambientais da escola que frequentam (Figura 3). No Colégio Porto Seguro verificou-se que 70% do fundamental e 73% do médio conhecem pelo menos duas plantas, e se sabem dizer o nome de duas plantas exóticas e/ou invasora, 42% do fundamental e 30% do médio sabem. Contudo, no Colégio Morozowski 53% do fundamental e 67% do médio conhecem duas plantas nativas da região, já em relação ao dizer o nome de duas plantas exóticas e/ou invasora, 12% do fundamental e 54% do médio sabem.

Figura 3: Comparação entre a temática biodiversidade entre os colégios investigados.

Fonte: autores, 2022

O tema agricultura orgânica no que diz respeito ao conhecimento dos alunos do Colégio Morozowski ao consumo 9% do fundamental 38% e do médio dizem consumir e 9% do fundamental e 46% do médio citam vantagens de alimentos orgânicos. Os estudantes do Colégio Porto Seguro responderam se sabiam algumas vantagens destes alimentos e se os consumiam. Dos estudantes entrevistados, 67% do fundamental e 25% do médio citam vantagens de alimentos orgânicos, por sua vez, 55% do fundamental e 24% do médio dizem consumir estes alimentos.

O crescimento da agricultura orgânica poderia ainda ser maior, haja vista que existe uma grande demanda por esses produtos, mas, infelizmente, apesar da expansão da oferta, ela ainda é insuficiente. Os preços dos produtos orgânicos são mais altos dos que o dos produtos convencionais, seguindo a lei da oferta e da procura. Nesse cenário, os produtos orgânicos chegam a custar de 30% a 100% a mais que seus similares convencionais (SCHIMAICHAEL; RESENDE, 2007, p. 6).

O resultado do teste permite afirmar que não há diferença significativa entre as comparações das respostas dos diferentes quesitos questionados, entre estudantes do ensino fundamental e médio do mesmo Colégio. Porém houve diferença entre os estudantes do Colégio Porto Seguro em relação aos do Colégio Morozowski.

4 CONCLUSÃO

A escola é um espaço oportuno para desenvolver a conscientização e preservação do meio ambiente gerando nos alunos a condição de se conhecerem como protagonistas de transformação. As instituições analisadas de alguma forma já desenvolviam atividades

de educação ambiental e todas tinham em seus Projetos Políticos Pedagógicos a previsão de ações permanentes e interdisciplinares, executadas de forma transversal. O Programa Eco-Escolas é um “espaço” privilegiado para a Educação para a Cidadania, visando o desenvolvimento da consciência cívica dos alunos, no sentido de participarem na transformação do mundo atual, tornando-o mais solidário e mais sustentável.

Os resultados deste estudo indicam que os estudantes não apresentam dificuldades em perceber o ambiente natural como parte integrante de onde vivem. Contudo o Colégio Morozowski obteve resultados mais positivos na temática Mobilidade e Biodiversidade comparando com o Colégio Porto Seguro que por sua vez se mostrou positivo no tema Resíduos. Desta forma se vê a necessidade da abordagem dessas temáticas aos alunos para a formação de sociedades sustentáveis. Pois o aprendizado contínuo leva ao aperfeiçoamento de novas habilidades e principalmente se relaciona ao pleno exercício das responsabilidades e direitos dentro do universo socioambiental.

REFERÊNCIAS

ABAE, FUNDAÇÃO PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **FEE Foundation for Environmental Education**. Disponível em: <http://abae.pt/> Acesso 17 de abr.2022 de 2016.

ALENCAR, M. M. M. **Reciclagem de Lixo numa escola pública do município de Salvador**. Revista Virtual, v. 1, n. 2, p. 96- 113, jul- dez 2005.

ARDOIN, N., MERRICK, C. **Environmental Education: A brief guide for U.S. grantmakers**. 2013. Disponível em: <https://people.stanford.edu/nmardoin/sites/default/files/Grantmakers%2010.6.pdf>. Acesso 10 de jul.2021
BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1997.126p.

Decreto Constituição Federal de 1988, Art. 225. **Dispõe sobre os Direitos sociais e individuais**. Diário Oficial da república Federativa do Brasil. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 06 de jul. 2021.

Decreto nº 4281, de 25 de junho de 2002. Regulamenta a Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a **Política Nacional de Educação Ambiental**, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4281.htm. Acesso em 04 jul. de 2021.

MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais: apresentação dos temas transversais e ética**. 3. ed. Brasília: Ministério da Educação, 2001.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Educação ambiental: aprendizes de sustentabilidade**. Cadernos Secad. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (Secad/MEC). Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao2.pdf>. Acesso em: 06 de jul. 2021.

UNDIME. CONSED. MEC. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018 Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2021.

DIAS, G.F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 2004. 400p.

FREIRE, P. Educação e conscientização. 1967.

GADOTTI, M. **Carta da Terra e Agenda 21**. Disponível em: http://www.barueri.sp.gov.br/sites/Srnma/materias/carta_terra.aspx. Acesso em: 04 de março de 2016

LEITE, L. **Direito Ambiental – Comentários ao artigo 225 da Constituição Federal (2016)**. Disponível em: <https://greenlegis.com.br/noticia/direito-ambiental-comentarios-ao-artigo-225-da-constituicao-da-republica-de-1988/>. Acesso em 11 jul. 2021.

MEIRA, R.L. **Educação ambiental e desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/meioambiente/0018.html>. Acesso em: 02 jul. 2021.

MEC. CONSED. UNDIME. **Base Nacional Comum Curricular**, segunda versão revista. 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>. Acesso em 7 jul. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Carta da Terra**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/carta_terra.pdf. Acesso em: 04 de jul. de 2021.

OLIVEIRA, M.S.; OLIVEIRA, B.S.; VILELA, M.C.S.; CASTRO, T. A.A; **A importância da educação ambiental na escola e a reciclagem do lixo orgânico**. Revista científica eletrônica de ciências sociais aplicadas do Vale – Jaciara/MT Ano V, No 07, novembro de 2012 – Periodicidade Semestral – ISSN 1806- 6283.

ORLANDI, N.Z.T. **Diagnóstico ambiental de uma escola técnica estadual de acordo com o Programa Eco-Escolas**. Santos: Uni Santa, 2015. 60 p (Mestrado) - Programa De Pós-Graduação Em Sustentabilidade De Ecossistemas Costeiros E Marinheiros, Universidade Santa Cecília, Santos, 2015.

SAUVÉ, L. Educação Ambiental: possibilidades e limitações. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.31, n. 2, p. 317-322, Mai./Ago. 2005.

SAMPAIO, C. R. FREITAS, F. R.; SAMPAIO, L. R.; BARRELLA, W. **Desempenho ambiental de duas escolas estaduais de São Vicente**. Santos: UNISANTA Bioscience Vol. 6 nº 4 (2017) p. 258 - 271

SCHULTZ, P. W.; SHRIVER, C.; TABANICO, J.J.; KHAZIAN, A.M. (2004). **Implicit connections with nature**. *Journal of Environmental Psychology*. 24, p. 31-42.

SCHIMAICHEL, G. L.; RESENDE, J. T. V. A importância da certificação de produtos orgânicos no mercado internacional. *Revista Eletrônica Lato Sensu*, v. 2, n. 1, jul/2007.

SORRENTINO, M. De Tbilissi a Thessalonik: a educação ambiental no Brasil. *In: Quintas, J.S. (Org.). Pensando e praticando a educação ambiental no Brasil*. Brasília: IBAMA, 2002.
TAVARES, C., & FREIRE, I. M. **Lugar de lixo é no lixo: estudo e assimilação da informação**. 2003.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. **Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável**, 2005-2014: documento final do esquema internacional de implementação, Brasília, Brasil, 2005.

Genes de resistência a Brusone para a espécie *Triticum aestivum* e os marcadores moleculares relacionados

Marceli Raquel Burin^a, Gabriela Vianna^{b*}.

^a Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional Integrada do Ato Uruguai e das Missões. Av. Universidade das Missões, 464 - Universitário, Santo Ângelo - RS, 98802-470

^b Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional Integrada do Ato Uruguai e das Missões. Av. Universidade das Missões, 464 - Universitário, Santo Ângelo - RS, 98802-470

***Autor correspondente:** Marceli Raquel Burin, Graduanda em Ciências Biológicas Bacharelado. Brasil – RS, Santo Ângelo, Aliança, Rua Estilac Leal, Apto 44. E-mail: burinmarceli@gmail.com.

Data de submissão: 23-05-2022

Data de aceite: 19-07-2022

Data de publicação: 27-07-2022



10.51161/editoraime/108/56



RESUMO

Introdução: A espécie *Triticum aestivum*, conhecida popularmente como Trigo, é resultado de uma hibridização natural, englobando nela três genomas diferentes, o que lhe confere uma plasticidade genômica maior do que outras espécies de grãos com somente um genoma. Porém, mesmo assim, a cultura sofre muito com certos patógenos, como é o caso do fungo *Magnaporthe oryzae* que causa no trigo uma doença conhecida como Brusone. Atualmente, os programas de melhoramento não possuem variedades com boa resistência ao patógeno, bem como não há uma grande base de dados de genes relacionados a essa resistência.

Objetivo: Por este motivo, a seguinte pesquisa visou compilar tais genes e suas sequências flanqueadoras, a fim de aumentar o banco de dados e disseminar tais informações para que a comunidade científica possa incrementar novos genes em suas pesquisas, bem como visualizar através da revisão, a necessidade da delimitação de novos genes relacionados à resistência a brusone.

Material e Métodos: A pesquisa se deu por meio de uma revisão bibliográfica no banco de dados Google acadêmico e Pubmed. **Resultados:** Os resultados da pesquisa revelaram que poucos são os genes relacionados à resistência a brusone conhecidos atualmente, sendo os citados: Rmg1, Rmg2, Rmg3, Rmg4, Rmg5, Rmg6, Rmg7, Rmg8, RmgGR119, RmgTd(t), algumas QTLs, além da translocação cromossômica 2NS. Os marcadores flanqueadores dos genes citados encontrados na seguinte revisão foram os: AX94469326 e o Barc212 além do AX94396056 - wms296(3) e AX95202120 AX94396056.

Conclusão: Diante da falta de dados referentes ao assunto e da saturação dos genes conhecidos, a presente pesquisa destaca a necessidade de ampliar a base de dados de genes e marcadores moleculares relacionados, a fim de tornar o melhoramento genético mais eficiente, incorporando genes mais resistentes que ainda possam ser desconhecidos para a comunidade científica.

Palavras-chave: Brusone; Genes; Marcador molecular; QTLs; Trigo.

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*), espécie pertencente à família Poaceae e ao gênero *Triticum*, possui uma alta plasticidade genômica de adaptação, devido a sua origem de hibridizações naturais entre dois gêneros, tornando-o hexaplóide, com um genoma AABBDD (NIZOLLI, 2021). Porém, a domesticação e a pressão dos programas de melhoramento por cultivares mais geneticamente uniformes, além de outros motivos, tornaram o germoplasma da espécie, extremamente limitado.

Diversas doenças podem afetar o cultivo do vegetal e diminuir a produtividade do grão, sendo em sua maioria causadas por fungos, como a brusone (WEBBER, 2020). A brusone é uma doença causada pelo fungo *Magnaporthe oryzae* também conhecido como *Pyricularia oryzae* que atinge alguns vegetais, incluindo o trigo. Sua infecção no tecido vegetal ocasiona o branqueamento da espiga, devido ao bloqueio do transporte de nutrientes afetando o enchimento de grãos (FERREIRA *et al.*, 2019). Em cultivares suscetíveis ao patógeno, a perda de produção na América do Sul costuma variar de 30% até mais de 70%. Considerando que tais patógenos estão em constante evolução, se diversificando geneticamente, o melhoramento genético de variedades vegetais deve ser contínuo, sendo considerado o método mais eficaz para conter as epidemias (BASEGGIO, 2021).

Apesar dos estudos genéticos dedicados a esta doença, atualmente não existem no mercado variedades com um bom nível de resistência à brusone (KOVALESKI, 2020), pois a maioria desses genes tendem a ser específicos a determinadas raças do patógeno. Outra forma de resistência é a parcial, que apesar de se mostrar mais durável e eficiente, envolve muitos genes, dificultando os estudos (NIZOLLI, 2021).

Segundo (CONTE, 2021) a resistência do trigo à brusone em sua maioria envolve muitos genes, além de existir uma interação gene-gene entre os genomas do patógeno e hospedeiro. Em seu artigo (KOVALESKI (2020) cita o entendimento de resistência genética de (PARLEVLIT (1997), sendo representada pela habilidade de uma planta de reprimir a infecção, prevenir-se ou retardá-la.

Os mecanismos de defesa das plantas resistentes aos patógenos, são controlados por genes de resistência (R) que são acionados por estímulos gerados pela expressão do gene (V) que confere avirulência ao patógeno. Portanto, um patógeno que possui o alelo de avirulência, (V) codifica uma molécula que será reconhecida por um receptor presente na planta que possui o alelo de resistência (R), e assim a associação não resultará em doença (BESPALHOK; GUERRA; OLIVEIRA, 2016).

Diante disso, percebe-se a necessidade de mais estudos tanto práticos como de revisão bibliográfica, voltados a conhecer melhor quais os genes envolvidos na resistência da planta contra a brusone, a fim de utilizá-los nos programas de melhoramento genético. Dessa forma, o presente trabalho buscou realizar uma revisão bibliográfica dos genes envolvidos no processo de resistência à brusone.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa trata-se de uma revisão da bibliográfica, descrevendo os genes relacionados a resistência à brusone para a espécie *Triticum aestivum* e seus marcadores moleculares mais utilizados. A questão norteadora para a realização da pesquisa foi: quais os genes conhecidos atualmente pela comunidade científica, que se encontram relacionados a resposta imunológica do trigo da espécie *Triticum aestivum* contra a doença fúngica conhecida como Brusone, e qual os marcadores moleculares que são utilizados em pesquisas biotecnológicas e em programas de melhoramento genético, para reconhecer se a planta possui essa sequência dentro de seu genoma.

O seguinte estudo foi elaborado a partir do método exploratório de artigos científicos, monografias e revistas presentes no banco de dados do Google Acadêmico entre os anos de 2016 e 2022, utilizando as palavras-chave: genes de resistência trigo brusone, QTL de resistência à brusone e pesquisas no site Pubmed com as palavras-chave: brusone, Rmg1, Rmg2, Rmg3, Rmg4, Rmg5, Rmg6, Rmg7, Rmg8 e RmgGR119.

Todos os artigos encontrados de todos os idiomas, incluindo artigos internacionais que se encaixavam neste período de tempo e que mencionavam no título as palavras-chave relacionadas com a espécie *Triticum aestivum* foram selecionados para leitura. Destes artigos selecionados inicialmente, foram escolhidos os que mais descreviam os genes de resistência e os fatores relacionados, como os marcadores flanqueadores, por meio de uma leitura total do documento. Os nove artigos selecionados na segunda fase, foram descritos nos resultados da seguinte pesquisa.

Os critérios de exclusão foram artigos fora das datas escolhidas para a revisão da literatura, que não mencionavam a espécie escolhida, as palavras – chave, ou os que mencionavam poucos dados sobre os genes.

3 RESULTADOS

Foram selecionados um total de nove artigos relacionados com os genes de resistência do trigo á brusone, QTL's de resistência à brusone e aos genes Rmg1, Rmg2, Rmg3, Rmg4, Rmg5, Rmg6, Rmg7, Rmg8 e RmgGR119. Todos os artigos selecionados foram lidos inteiramente.

Na literatura lida, o gene Rmg8, localizado no cromossomo 2B de trigos hexaplóides incluindo o *Triticum aestivum*, é conhecido por conferir resistência contra a brusone quando relacionado ao gene AVR Rmg8 que contém o alelo (V) presente no patógeno (ANH et al., 2017). Esta interação é considerada durável, pois o gene AVR Rmg8 não se encontra em uma região facilmente perdida pelo organismo, como no caso de regiões teloméricas, e assim é o único gene AVR que se mantém conservado em isolados de *Triticum*, por este motivo, (INOUE et.al., 2020) expõe a importância deste gene para os programas de melhoramento genético.

A genotipagem de populações do fungo da brusone e das variedades de trigo permitem dizer qual a interação que eles terão, já que o fungo que for genotipado contendo o alelo AVR- Rmg 8, possui o alelo V de virulência, ou seja, sintetiza a molécula que ao ligar-se com o receptor R de uma planta resistente, não causa a doença (BESPALHOK; GUERRA; OLIVEIRA, 2016). Porém estudos de Inoue et al., (2020), expõe a complexidade desta interação e levanta uma preocupação com recombinações futuras do genoma de isolados da brusone do trigo e isolados da brusone em aveia, onde o gene PWT4 presente em patótipos de aveia neutralizam a resistência causada pela interação AVR-Rmg8 e Rmg8 quando inseridos no genoma do patótipo do trigo, porém um caminho encontrado por ele, caso tal recombinação ocorra, é a introdução do Rmg8 em portadores do gene Rwt4 que segundo seus estudos bloquearia a neutralização do PWT4 diante Rmg8.

Desta forma, muitos pesquisadores buscam isolar novos genes relacionados à resistência do brusone no trigo, visto que estes são pouco conhecidos comparando a outras espécies como o arroz por exemplo. Atualmente a literatura científica, através destes estudos na área, conta com uma compilação de 350 QTLs de resistência à brusone no arroz (FERREIRA et al., 2019). Já para o trigo, conforme Conte (2021) descreve em seu estudo, há somente oito genes conhecidos atualmente relacionados a resistência à brusone, sendo eles, o Rmg8 do *Triticum aestivum*, e o Rmg7 do *Triticum durum*, localizado no cromossomo 2A, também associado ao mesmo gene de avirulência. Foram citados também os genes Rmg2 e Rmg3 dos cromossomos 7A e 6B respectivamente, da cultivar Thatcher, um trigo hexaplóide e os genes Rmg1 e Rmg6 do cromossomo 1D e Rmg4 e Rmg5.

Além disso, mais um segmento de cromossomo denominado de translocação 2NS introduzido de outra espécie do gênero *Aegilops* também foi relatado por (HORO et al., 2020) em seu artigo encontrado no Pubmed, que cita somente cinco genes de resistência associados ao fungo da brusone sendo eles, Rmg2, Rmg3, Rmg7, Rmg8 e RmgGR119, descobertos durante revisões bibliográficas do autor.

Já no estudo publicado por Vancini e colaboradores em 2019, relata haver 10 genes relacionados à resistência, mais a translocação cromossômica descrita anteriormente, localizada no braço curto do cromossomo 2A, relacionado ao sistema de defesa a diversos patógenos. Porém, (CONTE, 2021) em seus estudos encontrou 29 QTLs para a resistência à brusone, sendo os de maior significância o QTL 5 da fonte CBFusarium ENT016, o QTL 6 fonte CBFusarium ENT017, QTL 7 do CBFusarium ENT018, com os mesmos marcadores flanqueadores sendo eles o AX94469326 e o Barc212 e os QTLs 8 e 9 das fontes CBFusarium ENT019 e CBFusarium ENT020 com os marcadores flanqueadores AX94396056 - wms296(3) e AX95202120 AX94396056, respectivamente. Além do mais, o autor também ressalta a importância do cromossomo 2A para os programas de melhoramento genético do trigo contra a brusone, já que ambos os QTLs de maior significância estão localizados nele.

Conforme Nizolli relata em sua pesquisa de 2021, além do segmento cromossômico 2NS, mais 10 QTLs de resistência sendo eles: RmgTd(t) do trigo (*T. dicoccoides*) KU109 (Tat4),

Rmg1(Rwt4) do Norin4 (*T. aestivum*), Rmg2 no cromossomo 7A e Rmg3 no cromossomo 6B do trigo Thatcher (*T. aestivum*), Rmg4 também do trigo Norin4 e cromossomo 4A, Rmg5 do trigo Red Egyptian no cromossomo 6D, Rmg6(Rwt3) Norin4, Rmg7 do trigo (*Triticum dicoccum*), Rmg8 do trigo comum S-615 e RmgGR119 no trigo comum GR119. Já (WANG *et al.*, 2018) descreve que a presença dos genes Rmg8 e RmgGR119 juntos, determina ao trigo uma maior resistência à brusone, e ainda que tais genes já estão sendo incorporados em variedades por meio de retrocruzamentos.

Além disso, Wang e colaboradores (2018) descreveram no mesmo artigo citado acima, 4 genes de resistência à brusone, o Rmg2 e Rmg3, ambos na cultivar Thatcher, porém ineficazes em altas temperaturas, o gene Rmg7 do *Triticum dicoccum*, também ineficaz em altas temperaturas e Rmg8 na cultivar S-615 eficaz mesmo em altas temperaturas. O estudo também relatou a presença da translocação cromossômica 2NS de *Aegilops ventricosa* e descobriu em seus estudos com 520 variedades de trigo comum *T. aestivum*, um acesso que possui dois genes de resistência que combinados lhe conferiam uma resistência alta, são estes os genes Rmg8 e RmgGR119.

Com a descoberta de Inoue *et al.*, (2020) sobre o gene PWT4 de isolados de *Pyricularia oryzae* da aveia, se torna cada vez mais evidente a complexidade das interações entre os genes de resistência e os genes de avirulência dos patógenos, formando um sistema de resposta e defesa complexo e cheio de lacunas a serem estudados para a otimização dos programas de melhoramento a fim de obter uma nova variedade com maior resistência ao patógeno e assim introduzi-la no mercado. Assim como tal pesquisador, (HORO *et al.*, 2020) também expõe a necessidade de mais pesquisas visando identificar novos genes de resistência.

Para tal mais estudos com a inoculação dos isolados em variedades do *Triticum aestivum*, avaliação de severidade da doença, tempo de surgimento para os primeiros sintomas e acompanhamento do avanço destes, permite adquirir mais dados, para as análises moleculares dos genótipos mais resistentes ao isolado a fim de identificar quais os genes estão relacionados à característica fenotípica de resistência e menor agravamento da doença.

4 CONCLUSÃO

O trigo apresenta uma estrutura genômica diferenciada, devido a hibridizações que tornaram seu genoma hexaplóide. Isso também torna complexas as interações gênicas de resistência a certas doenças como a brusone, que afeta a qualidade e produtividade dos grãos. Uma das alternativas mais eficazes para diminuir os impactos causados por esta praga, é o melhoramento de variedades tornando-as mais resistentes ao patógeno, porém atualmente as sementes melhoradas disponíveis no mercado não possuem um bom parâmetro de resistência. Com isso, a biotecnologia busca novos genes relacionados a resistência da brusone no trigo, a fim de incrementá-los nos programas de melhoramento

obtendo assim variedades com alta resistência.

Por meio da presente revisão bibliográfica, tornou-se evidente a falta de informações referentes aos genes de resistência à brusone no trigo, destacando-se a necessidade de novas pesquisas relacionadas a este assunto, visto que as QTLs conhecidas são poucas, comparadas a outros vegetais como o arroz. Além disso, como o sistema de defesa da planta relacionada ao patógeno do brusone é complexo, envolvendo vários genes, alguns com efeito de bloqueio para outros, deve-se haver um estudo mais aprofundado visando conhecer como o sistema imunológico do trigo age contra a brusone, identificando mais genes envolvidos e mais marcadores flanqueadores, a fim de incrementar tais sequências nos programas de melhoramento, adaptando uma variedade de maior resistência.

REFERÊNCIAS

- ANH, V. L et al. Rmg8 and Rmg7, wheat genes for resistance to the wheat blast fungus, recognize the same avirulence gene AVR-Rmg8. **Molecular Plant Pathology**, [s. l.], 2017.
- BASEGGIO, A. V. **Protocolos de avaliação da resistência do trigo (*Triticumaestivum* L.) à brusone e caracterização de genótipos em diferentes ambientes**. 2021. Dissertação (Mestre em Ciências, Área de Concentração Fitomelhoramento) - O Programa de Pós Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/8168/1/Dissertacao_Amanda_Valentini_Baseggio.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2022.
- BESPALHOK; GUERRA; OLIVEIRA. Melhoramento para Resistência a Doenças. **Bespa. agrarias.ufpr**, [s. l.], 2016. Disponível em: <<http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%2016.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2022.
- CONTE, G. G. **Meta-análise de Locos de Caracteres Quantitativos (QTL) para resistência à *Magnaporthe oryzae* em trigo**. 2021. Dissertação (Mestre em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Fitomelhoramento, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/7630/1/Giordano_Gelain_Conte.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2022.
- FERREIRA, J. R. et al. Base Genética da Resistência de Trigo á Brusone: Avanços via Estudos de Qtls. **ALICE - Embrapa**, [Passo Fundo, RS], 2019. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1110644/1/ID446212019RCBPTT2AtasResumos2018p299.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- HORO, J. T. et al. Effectiveness of the Wheat Blast Resistance Gene Rmg8 in Bangladesh Suggested by Distribution of an AVR-Rmg8 Allele in the *Pyricularia oryzae* Population. **APS Publications**, [s. l.], 2020.
- INOUE, Y. et al. Suppression of wheat blast resistance by an effector of *Pyricularia oryzae* is counteracted by a host specificity resistance gene in wheat. **New Phytologist**, [s. l.], 2020.

KOVALESKI, M. **Resistência à brusone de genótipos de trigo e capacidade esporulativa de *Pyricularia oryzae***. 2020. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo – RS, 2020. Disponível em: <<http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/1936/2/2020MarcosKovaleski.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2022.

NIZOLLI, V. O. **Fenotipagem de Caracteres Associados à Resistência à Brusone no Trigo (*Triticum aestivum* L.) Brasileiro**. 2021. Dissertação (Mestre em Ciências (área de conhecimento: Fitomelhoramento) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/8183/1/Dissertacao_Valeria_Nizolli.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2022.

VANCINI, C. et al. Marcadores moleculares associados à resistência genética de trigo à brusone. **Alice Embrapa**, Passo Fundo - RS, 2019. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1114717/1/ID447562019MICp55.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2022.

WANG, S. et al. A New Resistance Gene in Combination with Rmg8 Confers Strong Resistance Against Triticum Isolates of *Pyricularia oryzae* in a Common Wheat Landrace. **APS Publications**, [s. l.], 2018.

WEBBER, N. F. **Contribuição de fatores genéticos e agronômicos sobre a intensidade da brusone de trigo**. 2021. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo - RS, 2020. Disponível em: <<http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/2127/2/2021NataliaForchezatoWebber.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2022.

Uso e cobertura da terra em região localizada no rebordo do Planalto Meridional, RS, Brasil

Francieli de Fatima Missio^{a*}, José Hilário Delconte Ferreira^a, Willian Ferreira da Silva^b,
Guilherme Barros Correa^b.

^a DABIC, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. R. Rosalina Maria Ferreira, 1233 - Vila Carolo, Campo Mourão – PR.

^b DABIC, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. R. Rosalina Maria Ferreira, 1233 - Vila Carolo, Campo Mourão – PR

^c Estudante de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. R. Rosalina Maria Ferreira, 1233 - Vila Carolo, Campo Mourão – PR

^{a*} **Autor correspondente:** Doutora, email: francielimissio@gmail.com

Data de submissão: 30-04-2022

Data de aceite: 29-06-2022

Data de publicação: 27-07-2022



10.51161/editoraime/108/57



RESUMO

Introdução: Com as políticas de uso e conservação dos ecossistemas, o monitoramento das mudanças na terra estão constantemente sendo analisadas. Isso porque o uso desenfreado dos recursos naturais gerou alerta em relação ao aumento dos efeitos à mudança climática. Preservar as florestas, por exemplo, é um dos mais importantes objetivos das leis ambientais. Com isso utilizando o MapBiomias, plataforma online, através do CAR (Cadastro Ambiental Rural) é possível verificar a ocorrência de desmatamentos. Além do mais, pelo MapBiomias também é possível consultar e baixar informação em relação ao respectivo município e conferir o uso e cobertura da terra. **Objetivo:** O presente trabalho teve como objetivo analisar o município de Dona Francisca, RS. **Material e Métodos:** Para isso, foi utilizado o programa QGIS. Também, a nível local, selecionou-se uma área através do *Google Earth Pro* e demarcou-se as áreas de floresta e as consideradas áreas consolidadas. **Resultados e Discussão:** Foi possível verificar que o município tem uma ocupação de solo em grande parte por agricultura, principalmente rizicultura, sojicultura e outras lavouras temporárias. As áreas de florestas estão distribuídas pelo município em mosaicos. Muitas áreas são formadas pela transição agricultura e pecuária, onde tem-se a pastagem para a criação de gado. Em observação local, percebe-se que grande parte das florestas distribuídas numa matriz agrícola e pecuária. **Conclusão:** O histórico de colonização da região desde os primeiros imigrantes fez com que essas áreas fossem abertas para a agricultura de subsistência. E que novas áreas não podem ser transformadas em produção agrícola sem autorização ambiental, quando passível de licenciamento.

Palavras-chave: produção agrícola; floresta; lavouras temporárias.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças na cobertura e uso da terra já remontam desde os impactos humanos pré-históricos até na atual era antropogênica, onde grande parte dos remanescentes de vegetação nativa estão localizados em áreas prioritárias como nas Unidades de Conservação. Todavia, vegetação primária sem intervenção humana, segundo Chazdon (2016), é diminuto quando comparada as florestas secundárias oriundas da regeneração após usos agrícolas. Ainda, que as conservações das florestas maduras variam em escala da paisagem, quando influenciados por gradientes climáticos, altitudinais e edáficos.

Isso ocorre, por exemplo, em áreas com diferente grau de declividade. Em regiões localizadas no Planalto Meridional do Rio Grande do Sul, ao longo da depressão central as escarpas revestem rochas de arenito nas encostas, caracterizando morros ressaltados e um relevo forte ondulado com declividade entre 20 % e 50 % (PEDRON; DALMOLIN, 2011). Condições essas que refletem na maior parte das áreas de florestas em topos de morros e encostas com declividade acima de 45°. Áreas que estão protegidas pelo Código Florestal (BRASIL, 2012), e pela dificuldade da realização de atividades agrícolas, principalmente pela impossibilidade no uso de maquinário, as mesmas não foram retiradas.

Atualmente, a vegetação encontra-se em um mosaico formado por remanescentes de florestas secundárias, matriz pecuária e agrícola. Essa que dependendo da sua região é de pequena escala, caracterizando um sistema de subsistência. Nota-se que mesmo na região central do RS, restarem apenas 22,53 % de Floresta Estacional Decidual (CORDEIRO; HASENACK, 2009), ao longo do tempo é possível observar que as áreas de atividade agrícola em pequenas propriedades não sofreram drásticas mudanças. Talvez pelas áreas já estarem consolidadas e as demais como Reserva Legal ou Área de Preservação Permanente. Também, percebe-se a conscientização por parte da sociedade, mesmo que ainda em pequeno número, quanto da importância em manter florestas conservadas.

Motivo pelo qual as mudanças no uso e cobertura da terra estão cada vez mais interligadas ao efeito antrópico e as mudanças climáticas. Os aumentos de temperatura registrado nos últimos tempos refletem do desmatamento e queimadas. Fatos esses que contribuem para a problematização do efeito estufa.

Compreender da importância em conservar florestas e mantê-las de acordo com suas características, assim definidas pelas suas trajetórias sucessionais, como também as atividades que estão sendo desenvolvidas em seu entorno, podendo classificar o uso e estado de conservação de cada região, traz consigo a recuperação ou proteção dessas áreas e restituição das suas funções ecossistêmicas. Possibilitando assim, sincronia entre crescimento da vegetação, manutenção da biodiversidade e atividade de subsistência, com melhor compreensão da dinâmica dos ecossistemas.

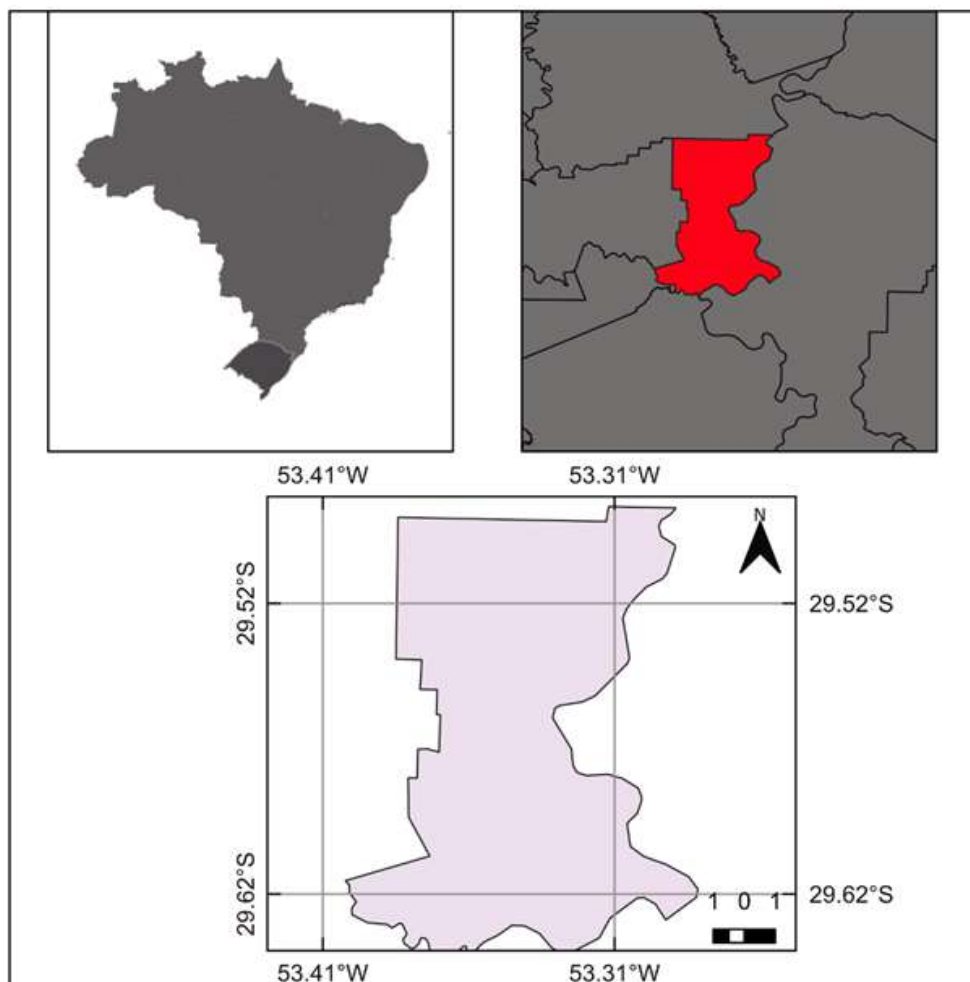
Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo verificar o uso de cobertura

da terra em região localizada no Rebordo do Planalto Meridional, bem como em escala local analisar, em uma área de encosta, a ocupação por florestas e áreas já consolidadas no município de Dona Francisca, RS.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa científica foi realizada utilizando os dados disponibilizados pelo MapBiomas para a região de Dona Francisca, RS (MAPBIOMAS, 2022). A região caracteriza-se pela agricultura familiar, principalmente pequena propriedade, com área de até 4 módulos fiscais. Observa-se, nesse sentido, uma matriz agrícola expansiva sobre as topos sequências da região, muitas vezes acima de 45°. A região é caracterizada sob relevo ondulado a forte ondulado (PEDRON; DALMOLIN, 2011).

Figura 01- Mapa de localização em destaque ao estado do Rio Grande do Sul e localização geográfica do município de Dona Francisca, Brasil



Fonte: Próprio autor.

Segundo a classificação climática feita por Alvares *et al.* (2013), o clima na região da Depressão Central é o Subtropical úmido (Cfa), com duas estações do ano bem definidas e

chuvas igualmente distribuídas durante todos os meses do ano.

A fitofisionomia da área, inserida na Bacia do Rio Jacuí, classifica-se como Floresta Estacional Decidual, segundo o Sistema Fisionômico-ecológico, estabelecido no Manual Técnico da Vegetação (IBGE, 2012).

Os solos da região variam entre as principais classes de Neossolos, Nitossolos, Argissolos, Cambissolos, Luvisolos, encontrados também em outras paisagens do rebordo (PEDRON; DALMOLIN, 2011).

Para a verificação dos dados, primeiramente, utilizou-se da classificação de cobertura vegetal para o município disponível na plataforma MapBiomas, através do mapa das coleções realizadas por classificação dos mosaicos Landsat. Em seguida, o arquivo foi importado ao aplicativo QGIS v. 3.22 (QGIS.ORG, 2022) e interpretado as camadas de classificação uso e cobertura.

Visando obter dados locais para verificação dos remanescentes de vegetação nativa e ocupação do solo por atividades agrícolas, foi selecionado de forma aleatória uma área de encosta no mesmo município, no *Google Earth Pro* (2022). Nesse local foram demarcados polígonos e de forma subjetiva verificado as áreas de floresta e área de uso consolidado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Dona Francisca tem aproximadamente 114,147 Km² de ocupação, apresentando 11 tipos de classificação com a base de dados do MapBiomas. Que são: formação florestal, silvicultura, formação campestre, pastagem, mosaico de agricultura e paisagem, área urbana, outras áreas de vegetação, rio, soja, arroz e outras lavouras temporárias.

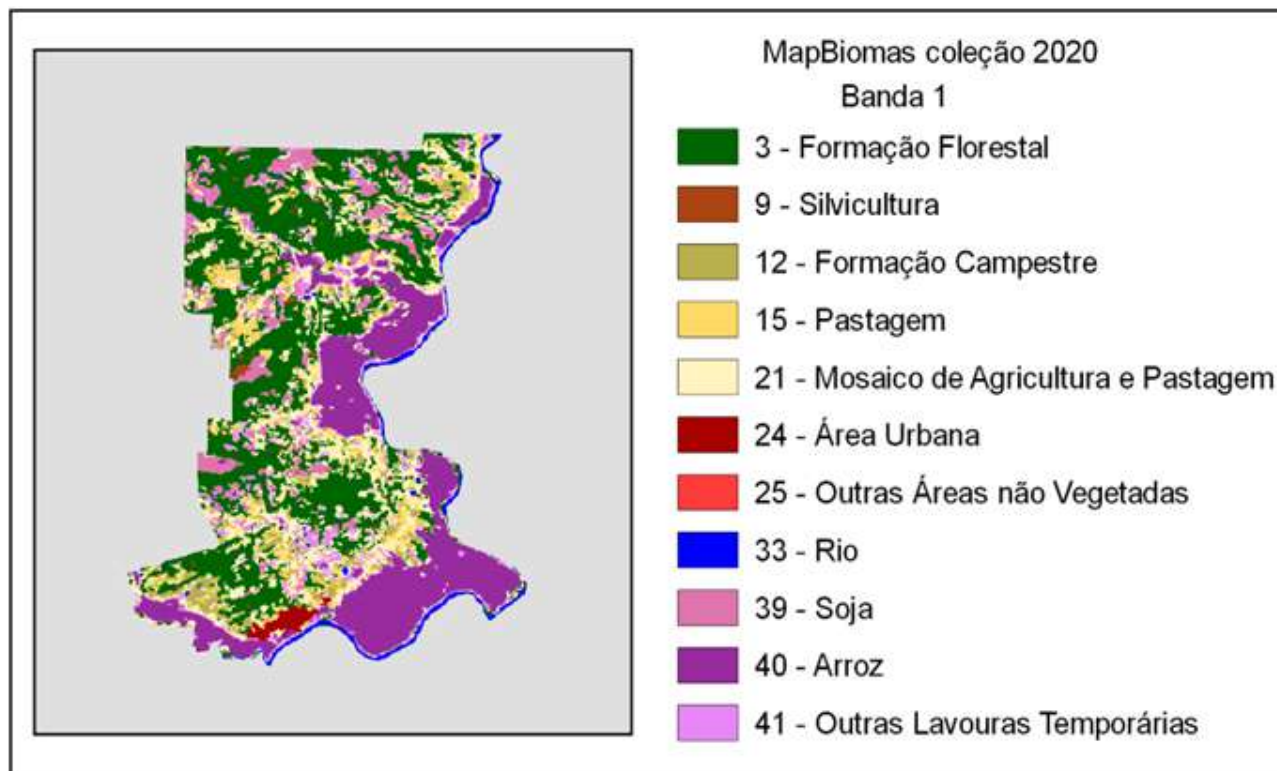
A extensão em área urbana é bem menor comparada ao total do município (infraestrutura urbana = 1,02 km²). Esse que é formado por localidades interioranas, compostas por propriedades rurais. Verifica-se no mapa a classe em vermelho destacando a malha urbana e as demais áreas como áreas de florestas e mosaico entre agricultura e pastagens.

Além do mais, a região localiza-se às margens do Rio Jacuí, o que possibilita nas áreas planas o cultivo de arroz. Na borda do seu leito está a maior parte da produção agrícola voltada à rizicultura (área de ocupação aproximada de 22,17 km²), uma vez que se utilizam da água para cultivo do arroz irrigado, sendo essas as áreas de várzeas ocupadas ao longo de todo o contorno do rio (Figura 2).

Destaca-se aqui a pouca ou quase inexistente Área de Preservação Permanente (APP) que deveria percorrer toda a extensão marginal conforme figura 2. Fato esse que como consequência, além de favorecer às enchentes da região, também é visível áreas de assoreamento, devido à falta de raízes que compactam o solo de várzea e impedirem que as áreas agrícolas, seja carregado até o leito. Ainda carecem de fiscalização por parte dos órgãos ambientais e cumprimento da legislação vigente quanto à manutenção de APP. Outro fator é desenvolver programas de recuperação e restauração dessas áreas, com visto por

Marcuzzo *et al.* (2013). Os mesmos demonstraram que diferentes técnicas de nucleação podem ser usadas em áreas degradadas no sul do Brasil. Dentre as que mais se destacaram, no aumento da riqueza de espécies, foram: transposição do solo e sementes dispersas nos poleiros artificiais.

Figura 02– Município de Dona Francisca com as respectivas classes de uso e cobertura da terra, RS, Brasil.



Fonte: Próprio autor.

Junto as áreas agrícolas para rizicultura, no município, também se destacam o uso do solo para o plantio de soja (área aproximada = 6,22 km²). O cultivo da soja vem ganhando destaque na região, ainda que em pequena escala, observa-se uma mudança gradual da atividade agrícola. Há outras lavouras temporárias voltadas à fomicultura, feijão, milho. Essas áreas estão distribuídas por toda a extensão do município. A rizicultura está em primeiro lugar, posterior cultivo de soja e 2,12 km² de plantio diversificado. Um fato importante a se destacar que nessas áreas de soja e lavouras temporárias ocorre a rotação de cultura, não observado nas áreas de várzeas. Condição importante para a ciclagem de nutrientes no solo e proteção contra à erosão (MARTINS, 2012).

Nas áreas não florestais, têm-se áreas de pastagens para a criação de gado. Essa atividade ocupada uma área de aproximadamente 7,6 km², que circundam principalmente as áreas de entorno as lavouras de arroz.

Conforme afasta-se do rio, isto é, das áreas mais planas, em direção ao interior do município, a vegetação florestal está mais localizada como emaranhados de remanescentes, principalmente em encostas e topos de morros. A área total de floresta é de aproximadamente 41,18 Km². Os estágios de sucessão vão desde áreas em fase de regeneração até fragmentos

com vegetação em estágio considerado avançado. As áreas de floresta secundária são aquelas principalmente abandonadas por dificuldade de acesso ou ocorrência de variáveis ambientais, como solo com alta porcentagem de pedregosidade (KILCA; LONGHI, 2011). Já as florestas consideradas maduras estão sob APP.

Além da vegetação nativa, uma pequena área, é ocupada por plantios de *Eucalyptos* sp. e *Pinus* sp. que equivalem a classe silvicultura do município, cuja área total é de aproximadamente 0,48 km². Essas áreas de povoamentos, geralmente, são plantadas sem idade de corte e tratamentos ou manejos culturais. A produção aqui equivale para consumo próprio da lenha.

De maneira geral, 61 % do município apresenta ocupação do solo agrícola e ou pecuária. E apenas 38 % com áreas de floresta nativa. Só de rizicultura, soja e outras lavouras temporárias há uma ocupação de 36,15 km². Valores considerados altos para uma região com alto grau de declividade e rodeada por morros de difícil acesso. Nesse caso, o histórico de ocupação da região remonta ainda de sua colonização, quando os primeiros italianos, demarcaram suas propriedades e abriram áreas para cultivo. Por encontrarem, ao longo do território, áreas mais íngremes foram até o limite de acesso. Por isso que mosaicos de vegetação e lavoura são muito bem visíveis nessa região.

Fato esse verificado na Figura 3, em uma área observada por imagem no *Google Earth Pro* (2022), no mesmo município, localidade interiorana. Nela é verificado que mesmo com diferenças na declividade houve conversão da vegetação em lavouras. Ademais, pelas condições de localização geomorfológica, para que a agricultura de subsistência fosse realizada, a retirada da vegetação no passado foi necessária. No entanto, a conversão de novas áreas não devem vir a ocorrer sem a autorização do órgão ambiental, quando essas são passíveis de licenciamento.

Figura 03 - Localização de uma área de encosta em localidade interiorana do município de Dona Francisca, RS, Brasil.



Fonte: Próprio autor.

Mesmo com a conversão da floresta em áreas consolidadas, há fragmentos ou manchas de vegetação que se conectam permitindo, por exemplo, a ocorrência da fauna e fluxo gênico. Todavia, trazer essas informações como se o habitat permaneceu estável nessas regiões, precisam ser cautelosas, uma vez que muitos outros fatores estão envolvidos como efeito borda, ocorrência de espécies exóticas invasoras, estágio de sucessão da vegetação, Missio *et al.*, (2021), observou, em escala local, que nessa região, mesmo após interferência antrópica a vegetação restabeleceu suas características ecológicas e foi resiliente aos fatores do ambiente. Isso porque as espécies arbóreas apresentam características funcionais, as quais naquelas condições, desenvolverem estratégias adaptativas (MISSIO *et al.*, 2020).

4 CONCLUSÃO

Nota-se, de maneira geral, que a região é de predomínio agrícola rodeada por morros com vegetação nativa, muitas em estágio médio a avançado de regeneração. Por estar localizada em relevo ondulado a forte ondulado, as lavouras temporárias localizam-se nas encostas e a rizicultura percorre o leito do rio Jacuí. A fuminicultura, também se encontra nas maiores áreas ao passo que a soja vem ganhando destaque. A pecuária, por sua vez, exerce papel no uso e ocupação da terra, principalmente para a criação de gado em pequena escala. A região formada por pequenas propriedades rurais está circundada pela transição de áreas agrícolas com pastagens e formações de florestas, em diferentes graus de conservação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart, v. 22, n. 6, p.711–728, 2013.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso 27/04/2022.

CHAZDON, R. L. **Renascimento de Florestas: regeneração na era do desmatamento**. São Paulo: Oficina de textos, 2016. 431 p.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. de P. et al. (Eds.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. cap.23, p. 285-299.

GOOGLE EARTH PRO. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/about/versions/#download-pro>. Acesso 27/04/2022.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p.

KILKA, R. V.; LONGHI, S. J. **A composição florística e a estrutura das florestas secundárias no Rebordo do Planalto Meridional**. IN: CHUMACHER, M. V. et al. (Eds.).

A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 53-83, 2011.

MARCUZZO, et a. Comparação da eficácia de técnicas de nucleação para restauração de área degradada no sul do Brasil. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 39 -48, 2013.

MARTINS, S. M. **Ecologia de florestas tropicais no Brasil**. 2.ed. Viçosa, MG: Ed UFV, 2012. 371 p.

MISSIO et al. Functional attributes as ecological predictors during secondary succession in a Seasonal Deciduous Forest in Southern Brazil. **Revista Árvore**, v. 44. e4423, 2020.

MISSIO et al. Caracterização florística e estrutural da vegetação arbórea em um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil. *Ci. Fl.*, **Santa Maria**, v. 31, n. 3, jul./set., 2021.

PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos da região do Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul**. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: Editora Pallotti, p. 33-51, 2011.

PROJETO MAPBIOMAS – **Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil**, acessado em 24/04/2022, através do link: https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users/mapbiomas/user-toolkit#

QGIS.ORG, 2022. **QGIS Geographic Information System**. QGIS Association. Disponível em: <http://www.qgis.org>. Acesso em: 27/04/2022.

Estimativa dos Parâmetros Biomassa e Carbono da Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil

Francieli de Fatima Missio^{a*}, Solon Jonas Longhi^b, Raquel de Oliveira Bueno^a

^a DABIC, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. R. Rosalina Maria Ferreira, 1233 - Vila Carolo, Campo Mourão – PR.

^b UFSM, Universidade Federal de Santa Maria. v. Roraima nº 1000, Cidade Universitária Bairro - Camobi, Santa Maria – RS.

***Autor correspondente:** Doutora; francielimissio@gmail.com

Data de submissão: 30-04-2022

Data de aceite: 29-06-2022

Data de publicação: 15-07-2022



10.51161/editoraime/108/58



RESUMO

Introdução: As florestas são consideradas importantes para a conservação ambiental, principalmente como sumidouros de carbono. Compreender o funcionamento das florestas é de suma importância para estabelecer programas de mitigação do efeito estufa. **Objetivo:** Nesse sentido o presente trabalho objetivou quantificar o estoque de carbono e biomassa em um trecho de floresta secundária. **Material e métodos:** Para isso, foi obtido, do levantamento florístico e fitossociológico, as espécies com maior valor de importância e utilizados o DAP e altura. Variáveis alométricas para o cálculo do volume total. Para cada espécie foi obtido a densidade básica da madeira. O estoque de carbono foi determinado pela multiplicação da biomassa por 0,5. E o carbono convertido em CO₂ multiplicado por 3,67. **Resultado e discussão:** Esse estudo demonstrou que a vegetação secundária apresentou biomassa acima do solo equivalente a uma floresta resiliente. E que seu estoque de carbono, principalmente para as espécies *Nectandra lanceolata*, *Hovenia dulcis*, *Casearia sivestris* e *Cupania vernalis* foram as que mais se destacaram em valor. No entanto, destaca-se que a ocorrência da espécie exótica invasora mesmo estocando carbono, sobrepõem a ocorrência de outras espécies nativas. **Conclusão:** Todas as espécies nativas utilizadas nesse estudo contribuem em serviços ecossistêmicos, sendo possível verificar as que mais estocam carbono, sendo importantes para programas de restauração.

Palavras-chave: valor de importância; resiliência; floresta secundária.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças na estrutura das florestas aceleram os efeitos de perda da biodiversidade, produtividade primária, dos processos ecológicos e funções microclimáticas, tais como, estoque de carbono e biomassa. Segundo Pan *et al.* (2011), afirma que 55 % do estoque de carbono está nas florestas tropicais e o efeito da fragmentação ocasiona uma perda de carbono equivalente a 0,34 gtc/ano. Ainda de acordo com Chazdon (2016), as florestas tropicais são transformadas desde as primeiras sociedades caçadoras até o desenvolvimento da agricultura, que por sua vez, as florestas primárias já são dificilmente conservadas, e, atualmente, as florestas secundárias tornam-se as florestas maduras no futuro. Informações quanto à conservação das florestas, na redução do desmatamento significa mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Principalmente, porque as florestas apresentam papel fundamental no sequestro de carbono. Esse que refere-se ao processo em que o CO₂ do ar é fixado na biomassa como material lenhoso.

Um estudo realizado por Paula *et al.* (2011), mostrou que fragmentos de Floresta Atlântica apresentaram estoque de carbono equivalente a 42,1 t. ha (toneladas/hectare) e 579,01 t.ha, em diferentes compartimentos da borda e interior. Demais pesquisas têm relatado a fixação de carbono em florestas nativas do Bioma Mata Atlântica (MARCHIORI *et al.*, 2016, OLIVEIRA *et al.*, 2016) principalmente aos programas voltados à restauração dos ecossistemas (MELO e DURIGAN, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2010). Inclusive, o sequestro de carbono florestal foi lançado como meta na redução do efeito estufa na convenção do clima da ONU, bem como o mecanismo de desenvolvimento limpo do Protocolo de Quioto, onde os países corroboram com o compromisso de diminuir as mudanças climáticas.

Ainda são incipientes os estudos em quantificação da biomassa e estoque de carbono para as florestas brasileiras, demonstrando a necessidade de mais pesquisas voltadas ao conhecimento dos serviços ecossistêmicos que as mesmas desempenham. Para isso, além dos estudos florísticos ou fitossociológicos e monitoramento da dinâmica de uma comunidade arbórea, é necessário incluir outros fatores que caracterizam a performance da composição e formação dessas áreas. O estoque de carbono, por exemplo, expressa uma das variáveis de quantificação do estoque das florestas, compondo o conjunto com o volume de madeira e biomassa.

Para apresentar o estoque de carbono de uma floresta, utiliza-se de processos indiretos como as relações alométricas dos indivíduos entre diâmetro e altura, utilizados em equações ajustadas para os volumes. Esses que representam o volume total da árvore, multiplicado pela densidade básica da madeira somam a biomassa. Essa, por sua vez, segundo Sanquetta (2002) é toda massa existente na floresta, tanto da parte acima do solo como as raízes.

Nesse sentido, quantificar a biomassa florestal e o estoque de carbono inclui inúmeras

técnicas que possibilitam informações quanto os processos dinâmicos de uma floresta. Além do mais, as florestas nativas abrigam grande parte da biodiversidade e são consideradas peças chaves para o desenvolvimento sustentável.

Com base no que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo estimar os valores desses dois parâmetros e assim contribuir para maiores conhecimentos das florestas secundárias no estado do Rio Grande Sul. Salientando-se que ainda são poucos os estudos com esse enfoque em áreas de Floresta Estacional Decidual.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área do respectivo estudo está localizada nas coordenadas 29°35'19.19"S e 53°21'47.63"O, região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, no município de Dona Francisca. Foi selecionado um trecho de Floresta Estacional Semidecidual, com área total de 7 ha. O trecho florestal está inserido numa matriz agrícola e pecuária, onde a direita tem-se o cultivo de soja, à esquerda a fumicultura e a criação de gado em pequena escala. A vegetação é considerada secundária, uma vez que houve o corte raso em anos anteriores para atividade de agricultura convencional.

O clima da região é classificado como Subtropical úmido (Cfa), com duas estações do ano bem definidas e chuvas igualmente distribuídas durante todos os meses do ano (Alvares *et al.*, 2013).

A região possui classificação geomorfológica, segundo Robaina *et al.* (2011), como Rebordo do Planalto Meridional em que observou-se um tipo de compartimento geomórfico, caracterizado como encosta. Os solos, por sua vez, são caracterizados como Neossolos, Nitossolos, Argissolos, Cambissolos, Luvisolos (PEDRON; DALMOLIN, 2011).

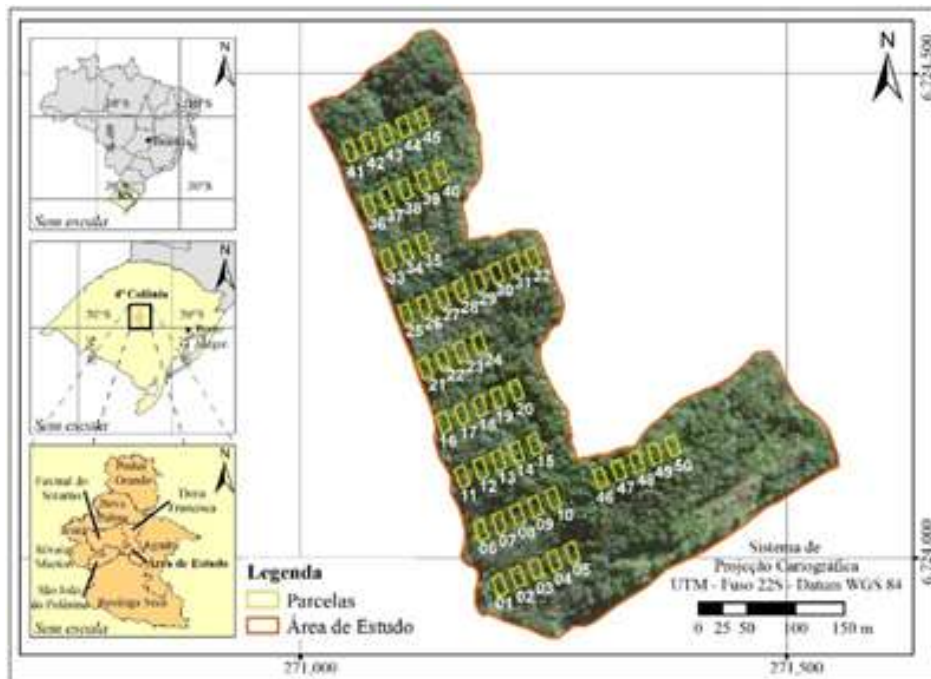
A amostragem da vegetação foi realizada pelo procedimento de área fixa sistemática (Figura 01). Onde instalou-se 50 parcelas, 10 m x 20 m (200 m²), distanciadas 40 m entre si em 10 faixas. A área amostral totalizou 1 ha. Em cada parcela foram obtidas a circunferência (CAP a 1,30 m do solo, superior ou igual a 15,7 cm), e altura dos indivíduos arbóreos adultos. As espécies foram identificadas a nível de família, seguindo a classificação Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016). Nesse processo ocorreu o procedimento do levantamento florístico e fitossociológico (MISSIO *et al.*, 2021).

Por meio da tabela com dados da estrutura horizontal da vegetação, selecionou-se as espécies com maiores VI (Valor de Importância) da comunidade arbórea e seus respectivos DAP (Diâmetro a altura do peito) e altura. Posteriormente, calculou-se os volumes por espécie (VTCC, VFCC, VFSC, VFCasca, VGCC, VGcasca, VGSC), utilizando a metodologia proposta para vegetação secundária (CETEC, 2005). O VTCC foi considerado o volume total para cada espécie (Vha), os demais foram utilizados para comparação quanto à dependência da casca ou sem casca.

De posse dos volumes, fez-se a revisão bibliográfica para obter a densidade básica das espécies selecionadas. As referências utilizadas foram: Missio *et al.* (2017); Chave *et al.* (2009);

Zane *et al.* (2009). O cálculo da biomassa foi realizado pela multiplicação entre o volume e a densidade da madeira de cada espécie.

Figura 1. Localização da área de estudo e disposição das 50 parcelas em 10 faixas paralelas no trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil.



Quanto ao estoque de Carbono adotou-se a biomassa contendo média de 50 % de massa carbono de cada espécie, multiplicando a mesma por 0,5 (BROWN *et al.* 1986; RIBEIRO *et al.*, 2010). O valor de carbono foi convertido em CO₂ pela multiplicação por 3,67, que é o fator de conversão dado pela proporção da massa do CO₂ pela massa de carbono (BROWN *et al.*, 1986; ORTIZ, 1997). Ambos passaram por transformação *log* para torna-se a distribuição normal, reduzindo o efeito viés.

Visando comparar a importância das espécies selecionadas com os parâmetros relativos do cálculo do VI (DR; DoR; FR), optou-se por incluir o Carbono relativo no cálculo do índice modificado o VIA (valor de importância ampliado). Ambos foram comparados para verificar o efeito dessa variável na importância quanto ao *ranking* de ordem das espécies.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2022), utilizando o pacote Ggplot2 e respectivas funções.

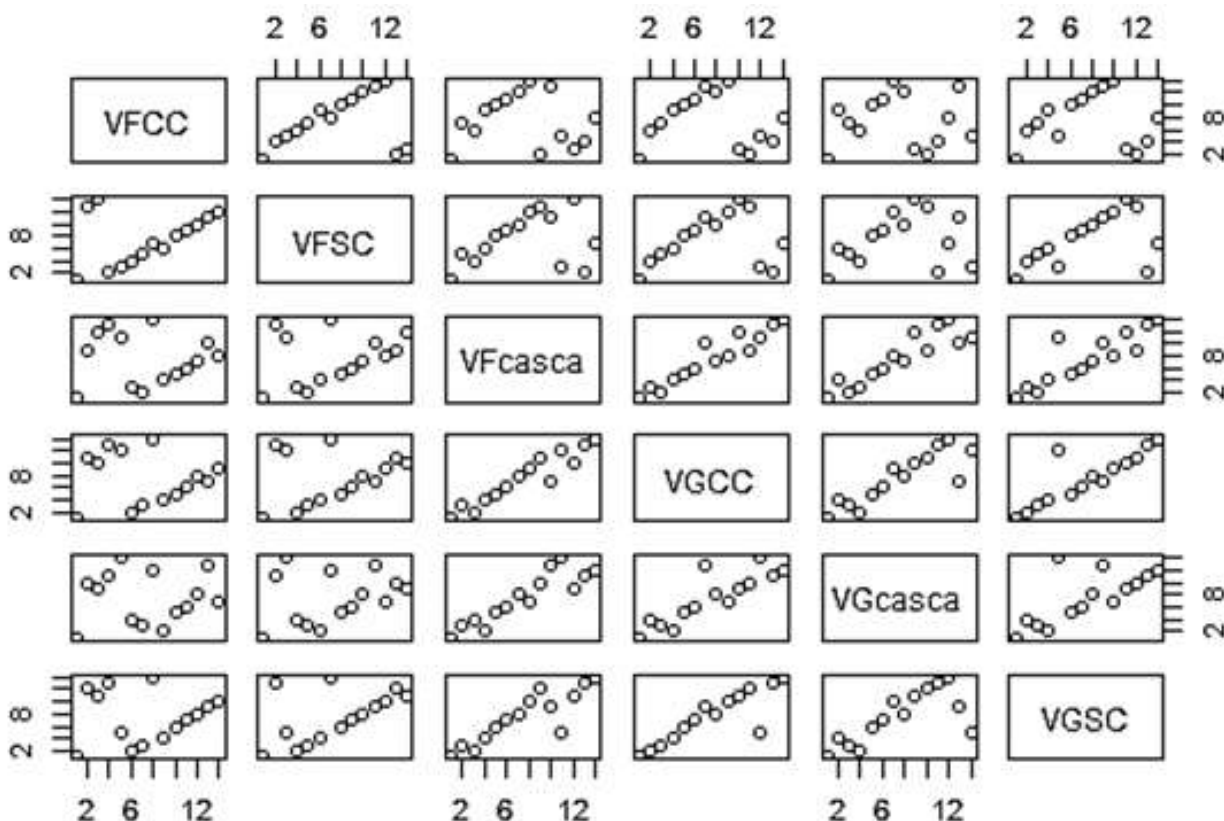
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionadas as 14 espécies arbóreas com maior valor de importância do trecho de FESD, as quais totalizaram 77 % do índice. Em ordem decrescente do valor VI foram: *Casearia sylvestris* Sw., *Nectandra lanceolata* Nees, *Cupania vernalis* Cambess., *Guarea*

macrophylla Vahl, *Hovenia dulcis* Thunb., *Ocotea puberula* (Rich.) Nees, *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Machaerium paraguariense* Hassl., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Allophylus edulis* (A.St-Hil.et.al.) Hieron. ex Niederl., *Cedrela fissilis* Vell., *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., *Inga marginata* Willd. Em Missio et al. (2021), as espécies mais importantes estão distribuídas de forma homogênea do trecho florestal e ocorrem na maioria das parcelas com 50 % de observação.

Os volumes observados para as espécies apresentam magnitude de variação para VFCC, VFSC e VFcasca (Figura 02). O volume dos galhos com e sem casca estimados e com menor amplitude de variação podem estar relacionados pelas menores circunferências quando comparado ao diâmetro do fuste. Por via de regra, acredita-se que o fuste e galho tende a ter uma relação oposta em diâmetro. Até mesmo porque a relação H/D (altura, diâmetro) é uma das características ecológicas para suporte dos galhos que foram a copa de uma árvore. O volume do fuste com e sem casca, se obtido a 1,30 m do solo por exemplo, apresenta maior variação por constituir material do xilema secundário senil do que quando comparado a de um galho em fase de crescimento.

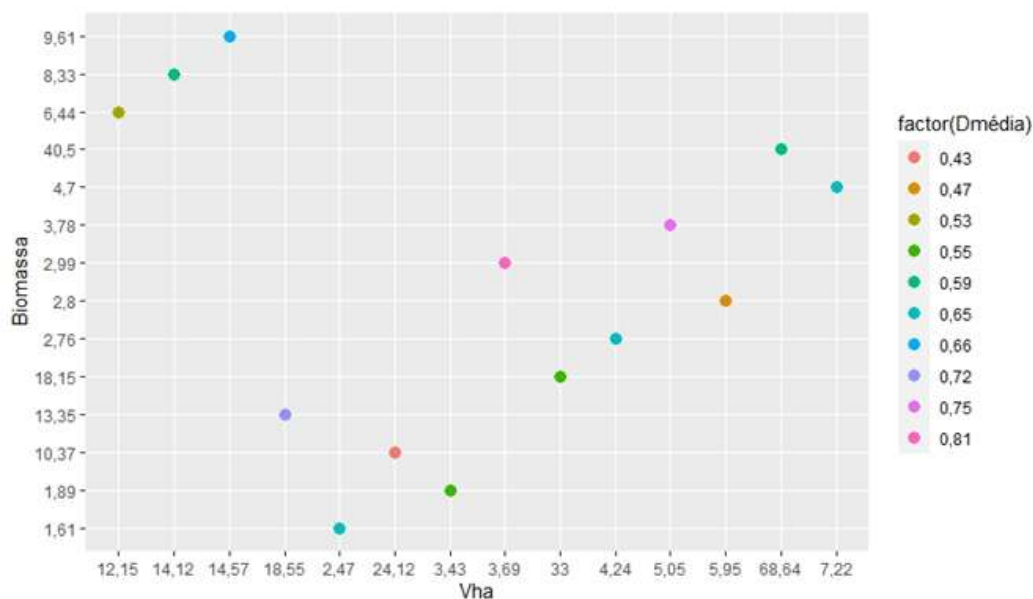
Figura 2. Volumes da parte aérea estimados para as espécies com maior VI em um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil



Em que: VFCC= volume do fuste com casca; VFSC= volume do fuste sem casca; VFcasca = volume da casca do fuste; VGCC= volume do galho com casca; VGcasca= volume da casca do galho; VGSC=volume do galho sem casca.

O volume total em 1 ha de área amostral foi de 217,20 m³, verificado pelo somatório do eixo horizontal (Figura 03). Amaro *et al.*, (2010), verificou que na floresta de seu estudo obteve-se volume de 281,51 m³/ha em 15 parcelas com área amostral de 1,5 ha. Ribas (2001), por sua vez encontrou valor estimado em 155,65 m³/ha. A espécie com maior Vha foi *Nectandra lanceolata* (68,64 m³), seguida da *Hovenia dulvis* (33 m³). O menor valor foi verificado em *Allophylus edulis* (7,4 m³). Esses valores estão diretamente relacionados com o DAP e altura, utilizados para estimativa de volume total. Sendo, observado que a *Nectandra lanceolata* com DAP médio igual a 22 cm apresentou grande amplitude em seus diâmetros, variando de no mínimo 6 cm a máxima com 51 cm. Da mesma forma *Hovenia dulvis* com 20 cm em DAP médio, com mínimo e máxima de 5 cm a 48 cm. O oposto é observado para *Allophylus edulis*, o qual apresentou diâmetro médio de 8 cm e amplitude de variação entre 4 cm a 16 cm. Outras espécies com valores intermediários foram *Ocotea puberula* (24,12 m³), *Casearia silvetris* (18,55 m³), *Cupania vernalis* (14,57 m³), *Nectandra megapotâmica* (14,2 m³) e *Cabralea canjerana* (12,15 m³).

Figura 3. Relação da biomassa e volume total das espécies arbóreas de maior importância de um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil



Em que: Vha (volume total em ha, VTCC); biomassa em t.ha; Dmédia (densidade média da madeira, g.cm³).

Ainda na mesma figura, é possível verificar os valores de biomassa, eixo vertical, apresentando um total de 127,27 t.ha., em um 1 ha de Floresta Estacional Semidecidual. Ribeiro *et al.*, (2010) estimou o valor médio da biomassa em uma área de Floresta Estacional Semidecidual em 38,99 t.ha. A área em questão apresenta-se como secundária e ainda antropizada com circulação de bovinos. A do respectivo estudo, passou por processo de

antropização mas atualmente possui cercamento que minimiza os efeitos antrópicos. A área de Ribeiro *et al.*, (2010) possui 30 anos de restabelecimento da vegetação. Já essa aqui estima-se 50 anos de abandono e início do processo de sucessão. Amaro *et al.*, (2013), também em Floresta Estacional Semidecidual encontrou valor maior em biomassa (227,40 t.ha) e Sanquetta *et al.* (2002) em Floresta Ombrófila Mista no Paraná com 238,6 t.ha. Azevedo *et al.*, (2018) em vegetação nativa, biomassa equivalente do componente arbóreo com 266,76 t. ha. Considerando esses valores, pode se dizer que a área de floresta mesmo com histórico de antropização e processo de regeneração apresenta estoque de biomassa condizente com a de outros estudos. Inclusive, resultados próximos foram verificados por Araújo, Moreira e Neves (2020) em áreas de vegetação secundária, com respectivos valores: 155,75 t.ha; 151,85 t.ha e 60,31 t. ha.

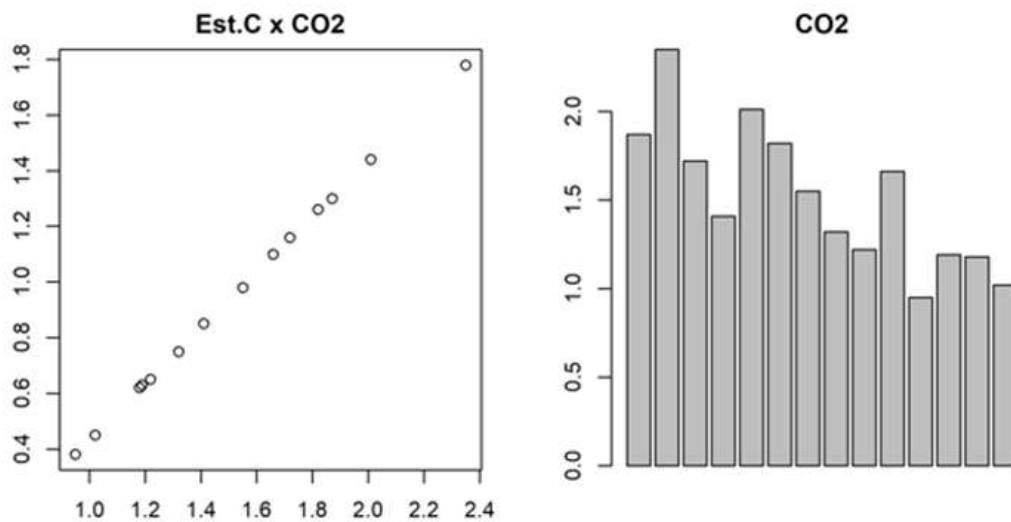
As espécies com maiores biomassa acima do solo foram *Nectandra lanceolata* (40,5 t.), *Hovenia dulcis* (18,14 t.), *Casearia silvestris* (13,35 t.) e *Ocotea puberula* (10,37 t.). As três primeiras espécies apresentaram maiores valores de volume total e com densidade acima de 0,5 g.cm³. Já para a *Casearia silvestris* por apresentar densidade da madeira alta (0,72 g.cm³) quando multiplicada pelo volume total apresentou maior valor em biomassa, comparada a *Nectandra megapôtamica*, por exemplo, com volume total de 14,12 m³ e densidade da madeira 0,59 g.cm³ (biomassa em valor de 8,32 t.). Só essas quatro espécies somam mais 82,37 t. de biomassa, ao passo que as demais 42,13 t. *Casearia silvestris* é a que apresenta na área a maior abundância, com 505 indivíduos, seguido de *Nectandra lanceolata* (170 indivíduos). Fato esse que contribui para estarem entre as de maior valor em biomassa, uma vez que ocupam mais de 50 % da área amostral. *Hovenia dulcis* é considerada uma espécie exótica invasora que distribui-se amplamente pelo estado do RS, principalmente em áreas antropizadas. O seu valor de biomassa representa a sobreposição de nicho, onde as espécies nativas não conseguem alocar-se pela área, devido principalmente aos efeitos alelopáticos da exótica. *Ocotea puberula*, por sua vez, é a que apresenta indivíduos de maiores diâmetros e altura média de 15 cm, geralmente são que apresentam copa ampla, tendo maiores volumes acima do solo e conseqüentemente maior biomassa.

Azevedo *et al.*, (2018), estimou para *Cabralea canjerana* e *Apuleia leiocarpa*, valores de biomassa referente à 2,95 t. e 1,05 t., respectivamente. Aqui, ambas apresentaram valores diferentes como 6,44 t. e 2,75 t. O que difere de um estudo para outro é a quantidade de indivíduos amostrados e seu nível de inclusão. No primeiro, por exemplo, foram amostrados indivíduos arbóreos com DAP ≥ 10 cm. Já, no trecho florestal foram mensurados indivíduos com DAP ≥ 5 cm.

Quanto ao estoque de carbono e carbono convertido em CO₂, há uma relação linear de quanto maior o estoque de carbono, maior a captação de CO₂. A maioria das espécies destacaram-se em estoque de carbono, tendo uma variação convertida em *log* entre 0,4 a 1,33 t.ha. *Allophylus edulis*, *Inga marginata*, *Cedrela fissilis* e *Apuleia leiocarpa* apresentam valores mais baixos quando comparados as demais espécies, tanto para o carbono estocado

como para CO_2 (Figura 3). *Nectandra lanceolata*, *Hovenia dulcis*, *Casearia sivestris*, *Cupania vernalis* e *Nectandra megapotâmica* foram as que, para esse estudo, obtiveram maiores valores em captação de CO_2 (Figura 4). As demais apresentam representam entre 0,6 a 1,1 t. de gás carbônico. O total de carbono estocado na área foi de 63,64 t.ha e CO_2 com 233,54 t.ha. Gaspar *et al.*, (2014) encontrou uma estimativa de biomassa em carbono menor (58 t.ha). Ribeiro *et al.*, (2010), estimou para as 10 espécies de maior importância no seu estudo em um estoque de carbono de 19,50 t. ha. Valores baixos em estoque de carbono, segundo o mesmo autor pode estar relacionada à ocorrência de distúrbios, como efeito borda e ocorrência de gado. Azevedo *et al.*, (2018), em seu estudo numa área de verificou de 136,68 t.ha em carbono estocado. O resultado encontrado em 63,64 t,ha é consequência dos altos valores em biomassa, principalmente relacionados aos maiores valores de DAP e altura. De acordo com Chazdon (2012), a biomassa acima do solo é proporcional a área basal das espécies florestais, aumentando conforme a idade da comunidade arbórea. Ainda, Araújo, Moreira e Neves (2020), verificaram que o carbono estocado em remanescentes de vegetação nativa apresentam maior concentração de massa de carbono capturado. Isso reflete na importância do controle e medidas mitigadoras para bloquear a ocorrências das exóticas invasoras

Figura 4 – Relação do estoque de carbono e gás carbônico para as espécies selecionadas em importância na área de estudo, RS, Brasil



Est.C (estoque de carbono); CO_2 (gás carbônico).

Ao verificar os valores de importância das principais espécies, percebe-se que pelo VI a *Casearia silvestres* é a de maior valor, porém quando utilizado o VIA a *Nectandra lanceolata* sobe para a primeira colocação. *Hovenia dulcis* que está na quinta colocação de importância, passa para a quarta posição com a importância ampliada. Mais uma vez,

destaca-se a ocorrência dessa espécie em áreas naturais, prejudicando que as demais consigam realizar os processos ecológicos. *Nectandra megapotâmica* também aumenta de posição, passando para a oitava posição no VIA. E *Matayba eleagnoides* passa para a nona posição. Gaspar *et al.*, (2010), também verificou que *Casearia silvestres* desceu no ranking do VIA e *Matayba eleagnoides*, ao contrário do que foi verificado, em Gaspar *et al.*, (2010) subiu uma posição. *Inga marginata* e *Cabralea canjerana* para o mesmo autor não tiveram mudança de importância, como constatado nesse estudo.

As demais espécies não apresentaram variação de posição quando comparado os dois índices. No entanto, é possível verificar a importância de se considerar outros atributos ecológicos que atuam dentro de uma comunidade arbórea, os quais influenciam na dinâmica temporal do processo de estruturação da floresta, principalmente quando essa está em processo de reestruturação.

Tabela 1: Índices de valor de importância e valor de importância ampliado, além do DAP e altura média das espécies arbóreas de um trecho de Floresta Estacional Decidual, RS, Brasil.

Espécie	Dm	Hm	DR	DoR	FR	VI	CR	VIA
<i>Casearia sylvestris</i> ¹	8	8	24,69	8,70	8,73	14,04	10,49	13,15
<i>Nectandra lanceolata</i> ²	22	13	8,31	24,39	5,88	12,86	31,82	17,60
<i>Cupania vernalis</i> ³	9	9	14,33	6,21	8,20	9,58	7,55	9,07
<i>Guarea Macrophylla</i> ⁴	10	6	9,54	5,21	7,13	7,29	3,69	6,39
<i>Hoveni dulcis</i> ⁵	20	15	4,16	9,80	4,81	6,26	14,26	8,26
<i>Ocotea puberula</i> ²	24	15	2,49	8,25	4,46	5,07	8,15	5,84
<i>Cabralea canjerana</i> ⁴	17	12	2,35	4,14	3,92	3,47	5,06	3,87
<i>Matayba eleagnoides</i> ³	10	19	3,72	2,07	3,57	3,12	2,97	3,08
<i>Machaerium paraguariensis</i> ⁶	8	9	3,72	1,44	4,10	3,09	2,35	2,90
<i>Nectandra megapotamica</i> ²	23	14	1,32	4,82	2,50	2,88	6,54	3,80
<i>Allophylus edulis</i> ³	8	9	2,89	1,20	3,74	2,61	1,26	2,27
<i>Cedrela fissilis</i> ⁴	15	10	1,76	2,30	2,85	2,30	2,20	2,28
<i>Apuleia leiocarpa</i> ⁶	11	11	2,15	1,47	3,21	2,28	2,17	2,25
<i>Inga marginata</i> ⁶	10	9	2,30	1,38	3,03	2,24	1,48	2,05

Sendo, classificação por família: 1- Salicaceae, 2- Lauraceae, 3- Sapindaceae, 4- Meliaceae, 5- Rhamnaceae, 6- Meliaceae, 7- Fabaceae. DAPm (diâmetro médio); Hm (altura média), DR (densidade relativa); DoR (dominância relativa); FR (frequência relativa); VI (valor de importância); VIA (valor de importância ampliado).

De maneira geral, as diferenças observadas entre os estudos mencionados e os resultados encontrados na área de estudo justificam-se pelas diferentes formas de metodologias empregadas, bem como o estágio de conservação da floresta e sua fisionomia. No entanto, convém lembrar que cada floresta armazena quantidades diferentes de volume, biomassa e carbono. Da mesma forma ocorre por espécie, visto que carbono e biomassa distribuem-se em porções diferentes da árvore. Ainda, tem-se o fator primordial a se considerar que é o grau de conservação da floresta, os fatores externos como efeito borda e as condições de nicho. Esse que é respondido de maneira diferente por cada grupo de

espécie, principalmente aquelas relacionadas as variáveis ambientais.

Salienta-se que metodologias por método não destrutivo também são de suma importância para verificar o funcionamento de uma floresta, reforçando a importância de conhecer os processos que envolvem a formação do componente arbóreo e sua dinâmica.

4 CONCLUSÃO

Esse trabalho elucida a importância de melhor compreender os serviços ecossistêmicos das florestas nativas. Foi observado que das 14 espécies arbóreas de maior valor de importância, todas contribuíram para a biomassa e estoque de Carbono. As espécies com maior biomassa foram as mesmas que apresentaram abundância de indivíduos, maior amplitude de DAP, sugerindo espécies chave para a comunidade arbórea. Das que apresentaram maiores valores em estoque de carbono, salienta-se que a exótica invasora *Hovenia dulcis*, ocorre amplamente pela área e que possivelmente esteja impossibilitando que outras nativas desempenhem o papel de sumidoura de carbono, devido a sobreposição de nicho.

As espécies nativas que se destacaram com biomassa e carbono podem ser indicadas para programas de restauração ecológica, visto que apresentam alto potencial em sequestro de carbono. Além do mais, incluir a variável carbono, em estudos de importância das espécies, identificando-as como aquelas que mais contribuem para os processos ecológicos, também reforça a importância dessa variável em estudos de monitoramento e seleção de espécies indicadoras.

Espera-se que esse trabalho venha a contribuir para o desenvolvimento de mais pesquisas voltadas a biomassa e estoque de carbono em áreas florestais do estado do RS. Bem como, incentivo para novas metodologias de análises e possibilidade de dados para comparação da vegetação em diferentes estágios sucessionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

APG IV. Angiosperm Phylogeny IV. Na update of the Angiosperm phylogeny Grop classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 181, p. 1-20, 2016.

ARAÚJO, Y.R.V.; MOREIRA, Z.C.G.; NEVES, A.I.das. Estoque de carbono e de biomassa em vegetação com diferentes estágios de regeneração e alterações antrópicas em área urbana. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.2. 046-061, 2020.

AMARO, M. A. Estimativas do estoque de volume, biomassa e carbono para fustes de árvores, sub-bosques e serapilheira em uma Floresta Estacional Semidecidual Montana

em Viçosa, MG 2010. 180f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

AZEVEDO, A.D et al. Estoque de carbono em áreas de restauração florestal da Mata Atlântica. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 48, n. 2, p. 183-194, abr/jun. 2018.

CHAZDON, R. **Regeneração de florestas tropicais**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais, Belém, v. 7, n. 3, p. 195 - 218, 2012.

CHAZDON, R. L. **Renascimento de Florestas: regeneração na era do desmatamento**. São Paulo: Oficina de textos, 2016. 431 p.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. **Fixação de carbono Paranapanema**, SP, Brasil. *Scientia Forestalis*, v. 71, p.149-154, 2006.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. **Determinação de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas no estado de Minas Gerais e outras regiões do país**. Belo Horizonte: SAT/CETEC, 1995. 295 p

GASPAR et al. Análise fitossociológica e do estoque de carbono no estrato arbóreo de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 313-324, abr.-jun., 2014

MARCHIORI et al. Tree community composition and aboveground biomass in a secondary Atlantic Forest, Serra do mar state park, São Paulo, Brazil. **Cerne** | v. 22 n. 4 | p. 501-514 | 2016.

MISSIO et al. **Caracterização florística e estrutural da vegetação arbórea em um trecho de Floresta Estacional Decidual**, RS, Brasil. *Ci. Fl.*, Santa Maria, v. 31, n. 3, jul./set., 2021

OLIVEIRA et al. , Biomassa E Estoques De Carbono Em Diferentes Sistemas Florestais No Sul Do Brasil. *Perspectiva, Erechim*. v. 40, n.149, p. 09-20, março/2016

PAN, Y. et al. A large and persistent Carbon sink in the World's Forest. **Science**, Nova York, v. 333. 988-993, 2011.

PAULA, M.D.; COSTA, C.P.A.; TABARELLI, M. Carbon storage in a fragmented landscape of Atlantic forest: the role played by edge-affected habitats and emergent trees. **Tropical Conservation Science**, v.4, n. 3, p. 349-358, 2011.

PEDRON, F. de A.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos da região do Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul**. In: SCHUMACHER, M. V. et al. (Eds.). *A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional*. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 33-51.

DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2022.

RIBAS, R. F. **Fitossociologia e grupos ecológicos em uma floresta estacional semidecidual de Viçosa-MG 2001**. 69f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

RIBEIRO, S. C. et al. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma capoeira da Zona da Mata Mineira. **Revista Árvore**, v. 34, p. 495-504, 2010.

ROBAINA, L. E. de S. et al. **Considerações geológicas e geomorfológicas sobre o Rebordo do Planalto Meridional no Rio Grande do Sul**. In: SCHUMACHER, M.V. et al. (Eds.). A Floresta Estacional Subtropical: caracterização e ecologia no Rebordo do Planalto Meridional. Santa Maria: Editora Pallotti, 2011. p. 21-31.

SANQUETTA, C.R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: Sanquetta, C.R. et al. (Ed). **As Florestas e o Carbono**. Curitiba, 2002, p 119-140.

Estimativa teórica de geração de biogás do futuro aterro sanitário da Microrregião das Chapadas do Alto Itapecuru – MA

Maria Clara Oliveira da Silva^a, Tiago Sandes Costa^{b*}, Francisco Pereira da Silva Júnior^c.

^aGraduada em Física pelo Instituto Federal do Maranhão.

^bDoutorando em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, Bolsista CAPES, PUC Minas. Docente do IFMA, Campus São João dos Patos.

^cMestrando em Análise e Planejamento Espacial pelo Instituto Federal do Piauí. Docente do IFMA, Campus São João dos Patos.

*Autor correspondente: Tiago Sandes Costa, mestre, Rua Tenente Júlio Amorim, 22 Vila Maria, Palmeira dos Índios (AL); tiago.costa@ifma.edu.br.

Data de submissão: 11-05-2022

Data de aceite: 24-06-2022

Data de publicação: 06-08-2022



10.51161/editoraime/108/63



RESUMO

Introdução: As fontes alternativas de energia apresentam-se como principal indutor da matriz energética mundial tendo como base principal os biocombustíveis provenientes da Biomassa. O biogás tem em sua composição o dióxido de carbono (CO_2) e o gás metano (CH_4). Resultante da decomposição da matéria orgânica, o estudo a ser desenvolvido visa avaliar a viabilidade da utilização de biodigestores para o aproveitamento energético do biogás produzido pela decomposição da matéria orgânica dos resíduos sólidos urbanos, os quais contêm significativa parcela de matéria orgânica biodegradável que passam por um processo de digestão anaeróbica transformando lixo em energia limpa. **Objetivo:** O presente trabalho tem como objetivo estimar a geração de biogás do aterro sanitário em municípios que compõem a microrregião do Alto Itapecuru. **Material e métodos:** O estudo será desenvolvido tendo como parâmetros a geração de resíduos nos municípios que compõe o Médio Sertão Maranhense tendo como procedimento metodológico, a aplicação do método do IPCC. Método esse, geralmente aplicado para projetar cenários de aterros que ainda não estão operando. **Resultados:** Em sua totalidade o metano gerado no aterro no período de 20 anos foi estimado em 3.514.372,58 $\text{m}^3 \text{CH}_4$, gerando em média 175.718,62 $\text{m}^3 \text{CH}_4/\text{ano}$. **Conclusão:** O estudo busca contribuir com cenários frente às discussões sobre a necessidade de se investir em energias alternativas que minimizem o estágio atual de emissões de gases estufa, bem como, mostrar o potencial energético que esse gás possui e a possibilidade de transformação do metano em energia útil, tornando o biogás um gás lucrativo e mitigando o problema da poluição.

Palavras-Chave: Aterro, Biogás, Energia Alternativa.

1 INTRODUÇÃO

A geração e a destinação final dos resíduos sólidos são temas bastante discutidos em todo o mundo. Devido ao grande aumento populacional, torna-se necessário a implementação de medidas que visam tratar os resíduos como meio de reduzir danos ambientais. No Brasil, grande parte dos resíduos sólidos urbanos é descartada sem nenhuma forma de tratamento. Despejos clandestinos estão presentes na maioria dos municípios e os aterros verdadeiramente sanitários são poucos. Além dos diversos impactos ambientais locais e sobre a saúde e a qualidade de vida dos cidadãos, os resíduos sólidos urbanos sem disposição adequada consistem em uma fonte significativa das emissões de metano (CH_4) (ICLEI, 2009).

Segundo a ABRELPE (2018) foram gerados no Brasil 79 milhões de toneladas de RSU. Desse valor, 92% foram coletados. Da disposição final de resíduos sólidos por tipo de destinação, 59,5% foram encaminhados para aterros sanitários. Porém, grande parte está sendo destinada para locais inadequados como lixões e aterros controlados, onde o percentual é de 23% e 17,5% respectivamente. Ainda de acordo com a ABRELPE (2018), aos municípios nordestinos geraram 53.975 toneladas de resíduos, das quais 81,1% foram coletadas. Desse valor mais de 28 mil toneladas são destinadas a locais que podem causar poluição e danos à saúde da população. A figura abaixo mostra a destinação final dos resíduos sólidos no Brasil nos anos de 2017 e 2018.

Os aterros sanitários são responsáveis por cerca de 20% do metano que é liberado por locais originados da atividade humana. O metano é produzido nos aterros para resíduos sólidos a partir da decomposição bacteriana dos resíduos orgânicos sob condições anaeróbicas (ZANETTE, 2009). Por ser um gás altamente combustível, o biogás necessita ser continuamente drenado para evitar explosões no interior do aterro sanitário. No Brasil, a maioria dos aterros utiliza o sistema de drenos abertos, onde é mantida acesa uma chama para promover a queima imediata do biogás que continuamente é drenado. Esse sistema apresenta uma baixa eficiência e estima-se que apenas 20% do biogás drenado seja efetivamente eliminado pela queima. O restante é simplesmente emitido para a atmosfera (ICLEI, 2009).

Em 2010, a Lei 12.305 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que reúne princípios, metas e ações tendo em vista o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos. Esses resíduos são gerados a partir de atividades domésticas, industriais, comerciais e agrícolas. A Lei tem como objetivo proteger a saúde pública e a qualidade ambiental, reduzir a geração, reutilizar, reciclar, bem como dispor de forma ambientalmente adequada para os resíduos sólidos gerados. Estimula a criação de normas sustentáveis de utilização de bens e serviços e a admissão de tecnologias como forma de reduzir os impactos ambientais. Apesar de estarmos em pleno século XXI, apenas de 54% dos municípios

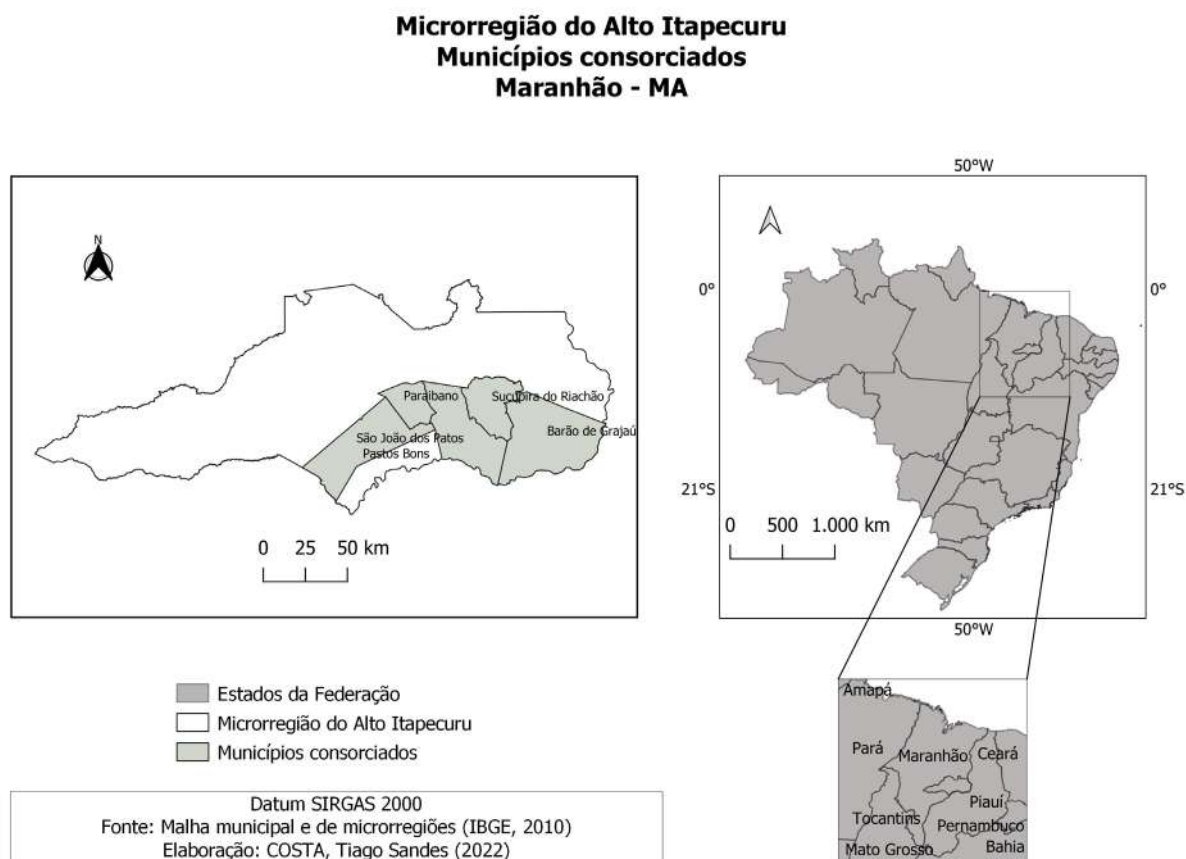
brasileiros descartam os resíduos sólidos em aterros sanitários.

O estudo tem como objetivo estimar a geração de biogás do aterro sanitário a ser implantado por meio do consórcio da mesorregião do leste maranhense, mais especificamente em municípios que compõem a microrregião do Alto Itapecuru; caracterizar a área de destinação dos resíduos sólidos urbanos; analisar a mitigação dos impactos causados pelo descarte inadequado dos resíduos; levantar e classificar dados sobre o quantitativo de resíduos gerados e apontar a projeção de gás metano emitido em 20 anos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O aterro sanitário das Chapadas do Alto Itapecuru abrange as cidades de São João dos Patos, Pastos Bons, Paraibano, Sucupira do Riachão e Barão de Grajaú (Figura 2).

Figura 1 – Área de estudo



Fonte: Autoria própria, 2022.

De acordo com o IBGE (2019), os municípios juntos somam 91.267 habitantes. Ainda segundo o mesmo órgão, a Região das Chapadas do Auto Itapecuru apresenta uma precipitação média de 1.200 mm/a e uma temperatura média anual de 26,5 °C.

Existem vários modelos para determinar a produção de biogás em aterros sanitários e a energia gerada pela combustão do metano, que geralmente utilizam equações matemáticas, devendo-se tomar o cuidado de considerar certos critérios antes de empregar

os programas, para se chegar a resultados confiáveis. Tais resultados servem para avaliar tanto o potencial de emissões de GEE (gases de efeito estufa) como a viabilidade de projetos de aproveitamento do biogás (SILVA, 2012).

O método usado na pesquisa foi desenvolvido pelo IPCC 1996, um método simples que utiliza dados estatísticos da população e características dos resíduos sólidos urbanos. A equação utilizada por este método é a seguinte:

$$E_{CH_4} = K \times R_x \times L_0 \times e^{-k(X-T)} \quad (1)$$

Onde

$E_{CH_4} = E_{CH_4}$ = Emissão de Metano (Kg CH_4CH_4 /ano);

K = Constante de decaimento;

R_x = Fluxo de resíduos do ano (tonRSD);

L_0 = Potencial de geração de metano (m^3 biogás/tonRSU);

X = ano atual;

T = Ano de deposição do resíduo no aterro (início da operação).

Um fator de extrema importância utilizado pelo IPCC, para estimar a emissão de metano é a potência (L_0), calculada com a seguinte fórmula:

$$L_0 = FCM \times COD \times COD_f \times F \times \frac{16}{12} \quad (2)$$

Sendo:

L_0 = o potencial de geração de metano dos resíduos em toneladas de CH_4CH_4 /tonelada de resíduo;

FCM = fator de correção de metano;

COD = carbono orgânico degradável, dado em tonelada;

COD_f = fração de COD dissociada;

F = fração do metano presente no biogás em volume;

$\frac{16}{12}$ = fator de conversão do carbono em metano, dado em tonelada de CH_4CH_4 / tonelada de C.

O fator de correção do metano (FCM) pode variar de acordo com a qualidade de compactação dos resíduos, o que influenciará na geração do metano. A tabela 1 mostra os valores de FCM para cada tipo de destinação.

Tabela 1 – Valores para FCM

Tipo de Local de Destinação	FCM
Lixão	0,4
Aterro Controlado	0,8
Aterro Sanitário	1,0
Locais sem categoria	0,6

Fonte: (Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas, 1996)

Outra variável importante é a quantidade de carbono presente nos resíduos (COD), que leva em conta a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e a quantidade de carbono presente em cada componente do lixo, o que pode ter grandes variações de um local para outro.

O COD é calculado da seguinte forma:

$$COD = (0,40 \times A) + (0,17 \times B) + (0,15 \times C) + (0,40 \times D) + (0,30 \times E) \quad (3)$$

Sendo:

A= fração de papel e papelão dos resíduos;

B = fração de detritos de parques e jardins dos resíduos;

C = fração de restos de alimentos dos resíduos;

D = fração de tecidos dos resíduos;

E = fração de madeira dos resíduos.

Há ainda fração de COD dissociada (CODf) que segundo Birgemer e Crutzen (1987) indica a fração de carbono disponível para a decomposição bioquímica, e pode ser alcançada pela equação a seguir:

$$CODf = 0,014 \times T + 0,28 \quad (4)$$

Sendo:

CODf :fração de COD dissociada [%]

T: temperatura da zona anaeróbica [°C]

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para calcular a emissão de carbono dos resíduos, foi utilizado o estudo de Santos (2011), que realizou quantitativamente a análise gravimétrica dos resíduos sólidos, conforme a tabela 2.

Tabela 2. Composição gravimétrica de COD

Componentes	Total (%)	%COD
Papel/ Papelão Matéria	6,4	40
Orgânica Resíduo de poda/ jardim	48,0	15
Pano/ Trapo	5,0	17
Madeira	1,0	40
	1,0	30

Fonte: Intergovernamental Panel on Climate Change (1996)

Utilizando a equação (3), o valor de COD obtido foi de 0,1131 t de C/tonelada de resíduo. Segundo Birgemer e Crutzen (1987), a fração de carbono degradável dissociada é a fração de carbono que é disponível para a decomposição bioquímica e varia em função da temperatura na zona anaeróbica do aterro sanitário. Foi considerado a temperatura de 35 °C. Portanto, como o aterro sanitário ainda está em fase de projeto, não sendo possível medir a temperatura na zona anaeróbica, foi considerado no cálculo a temperatura como sendo 35°C. Substituindo esse valor na equação (4) obteve-se a fração dissociada do carbono, COD_f, no valor de 0,77.

Para calcular o potencial L_0L_0 , é importante considerar o fator de correção do metano (FCM), que varia de acordo com a maneira em que os resíduos são depositados, o que influencia na geração do gás. O FCM varia de 0,4 a 1, e considerando que o aterro que será construído será bem manejado, o valor de FCM utilizado foi 1. O valor de F foi definido por Persson *et al.*, (2006) em 40%. Calculado pela equação (2) e tendo como unidade kg CH_4 , CH_4 /kg RSU, o valor de L_0L_0 obtido foi de 0,0464464. Dividindo esse valor por 0,0007168 t/m³, que é a densidade do metano, obtém-se 64,79 m³ CH_4 /t RSU.

O aterro atenderá uma população de 91.267 habitantes por um período de 20 anos, ou seja, até 2040 onde serão depositados no aterro 100% dos dejetos, tendo uma geração de 0,28 kg/hab/dia. Foi considerado em média um crescimento populacional de 0,62 % em cada ano, com base em dados de 2010 a 2020.

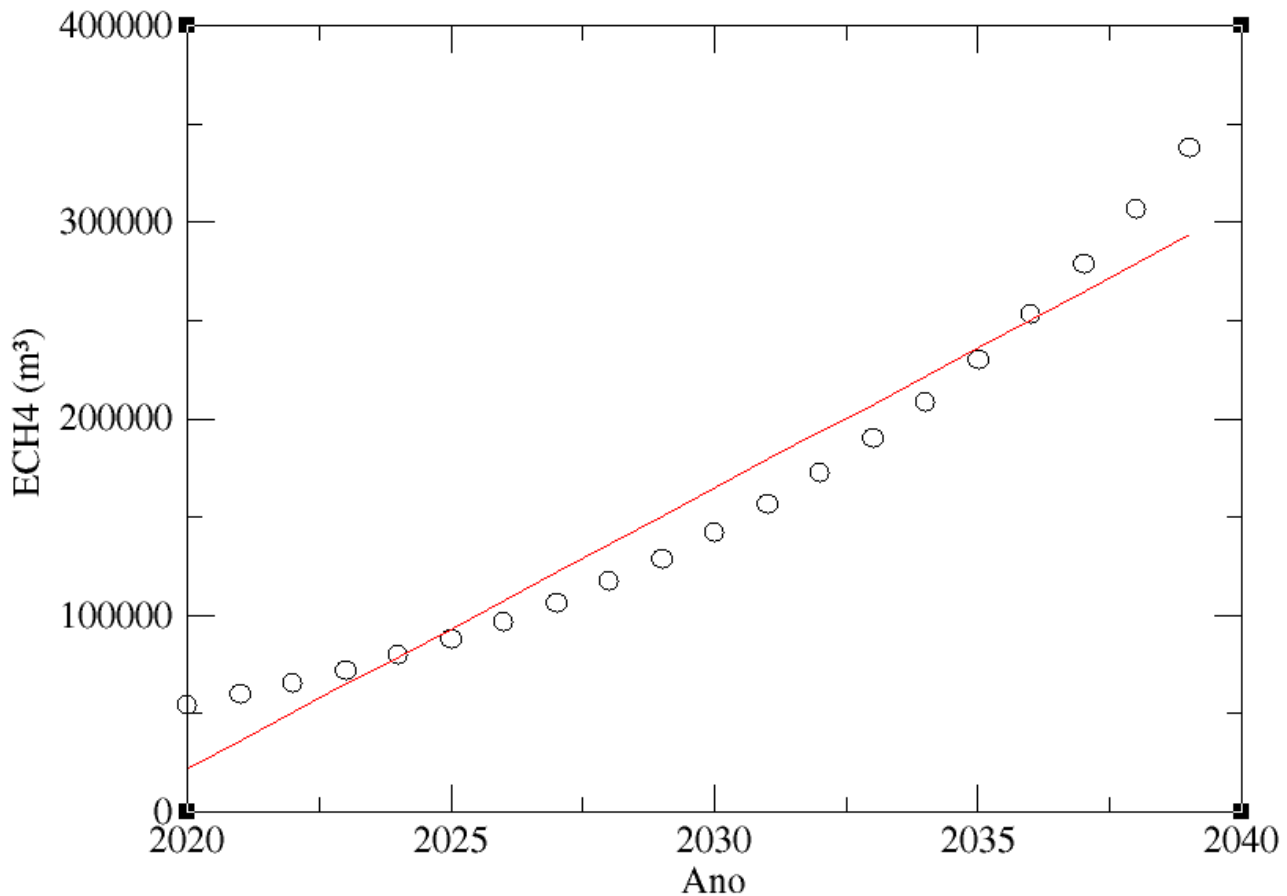
Com base na tabela 3.3 do Módulo 5, tem-se o valor de k para clima tropical – resíduo úmido (de acordo com a composição do lixo).

Tabela 3. Resíduos, do Guia do IPCC

Papel	Orgânicos	Têxteis	Madeira	Média
k = 0,07	k = 0,17	k = 0,07	k = 0,035	k = 0,09

Fonte: Tabela 3.3 do Modulo 5 Volume 3: Disposição de Resíduos Sólidos, de 1996

A partir dos dados coletados e usados na equação (1), foi possível projetar cenários de geração de biogás no aterro a partir dos componentes depositados, como mostra o gráfico a seguir



Fonte: Autoria própria.

O cenário apresentado é uma estimativa equacionada a partir da isenção de todos os resíduos de entrada apresentados na tabela 2. Observa-se uma ascendência linear tendo como resultado mínimo a geração de $54.389,56 \text{ m}^3\text{CH}_4\text{CH}_4/\text{ano}$ no ano de 2020, cerca de $6,20 \text{ m}^3\text{CH}_4\text{CH}_4/\text{h}$, chegando em 2030 com uma geração de $141.742,88 \text{ m}^3\text{CH}_4\text{CH}_4/\text{ano}$, culminando em 2040 com uma geração de $371.698,94 \text{ m}^3\text{CH}_4\text{CH}_4/\text{ano}$. No total, o aterro irá gerar $3.514.372,58 \text{ m}^3\text{CH}_4\text{CH}_4$ no período apresentado, produzindo em média $175.718,62 \text{ m}^3\text{CH}_4\text{CH}_4/\text{ano}$.

Observa-se que a geração do biogás e a consequente mitigação de emissão de carbono da atmosfera, resultando em um balanço neutro do carbono durante o processo de produção de energia elétrica, contribuem significativamente para a redução do efeito estufa. Isso ocorre porque todo gás carbônico produzido durante este processo é absorvido pelas plantas, que serão utilizadas novamente no processo, mantendo a concentração do gás carbônico atmosférico inalterável (BRANCO, 2010).

Além de reduzir circunstancialmente os danos na atmosfera, o biogás de aterro é uma fonte de energia que através da biomassa pode contribuir com a mudança da matriz

energética mundial. É a partir dos dados estimados que traçassem uma discussão sobre a necessidade da substituição urgente dos lixões pelo aterro, inclusive, da importância de tratarmos os gases emitidos por esses aterros. O debate sobre as questões ambientais são urgentes e requer estudos que venham a contribuir com as políticas públicas para redução gradativa dos impactos ambientais que contribuem com o aquecimento global.

4 CONCLUSÃO

Através do método apresentado, foi estimada a capacidade de geração de biogás no aterro sanitário da região das Chapadas do Alto Itapecuru. Foi determinado a destinação correta dos resíduos sólidos urbanos e avaliar que sem captação, o biogás é lançado na atmosfera causando impactos ambientais. Em sua totalidade o metano gerado no aterro no período de 20 anos foi de 3.514.372,58 m³CH₄CH₄. O presente estudo visa contribuir nas políticas públicas para mitigar a emissão de gases estufa na atmosfera, caracterizada pela produção de gás carbônico (CO₂) de aterro, evidenciando uma gestão dos resíduos sólidos com baixo impacto ambiental.

Essa pesquisa se trata de um trabalho inicial que pode transcender as estimativas e projeções sobre a emissão de gás de aterro, podendo aprofundar os estudos na perspectiva de geração de energia elétrica a partir do metano gerado. Torna-se imprescindível aprofundar os estudos sobre biomassa para atenuar os graves problemas gerados a partir e uma matriz energética fundamentada em energia não renovável para uma matriz cada vez menos dependente do petróleo.

AGRADECIMENTO

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) pela concessão da bolsa de iniciação científica (PIBIC-Ensino Superior) para a autora.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018-2019**. Disponível em: <https://www.abrelpe.com.br/panorama>. Acesso em: 29 nov. 2019.

BIRGEMER, H. G.; CRUTZEN, P. J. The production of metano from solid waste. **Journal of geophysical research**, v. 92, n. D2, p. 2181 – 2187. 1987.

BRANCO, M. S. R. C. **Avaliação do impacto da presença de siloxanos em sistemas de aproveitamento de biogás**. 142 fl. Dissertação (Mestrado) – Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional**

Resíduos Sólidos. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 29 nov. 2019.

ICLEI, Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais. **Manual para Aproveitamento do Biogás: Volume Um, Aterros Sanitários.** 1. ed. São Paulo: Sustentabilidade de Governos Locais, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: Acesso em: 30 nov. 2019.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. Módulo seis: **Lixo: Guia para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa.** [S. l.], 1996.

PERSSON, M.; JÖNSSON, O.; WELLINGER, A., 2006. **Biogas upgrading to vehicle fuel standards and grid injection.** IEA Bioenergy, Task 37 – Energy from Biogas and Landfill Gas.

SILVA, T. R. **Metodologia para a determinação teórica da potência ótima conseguida a partir da combustão do biogás gerado em aterro sanitário:** estudo de caso do aterro sanitário de Itajubá-MG. 161 fl. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

ZANETTE, A. L. **Potencial de Aproveitamento Energético do Biogás no Brasil.** Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

Estudo fitoquímico de compostos bioativos em extrato hidroetanólico foliar de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret. e seu potencial biológico

Leonardo da Silva Santos ^a, Giselle Silva de Souza ^a, Noemia Cristina Gama do Santos Cardozo ^a, Luana Gomes da Silva ^a, Daniel de Souza Santos ^a, Esmeralda Aparecida Porto Lopes ^a.

^a Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Alagoas. Rua Governador Luiz Cavalcante, s./n.º - Alto do Cruzeiro, Arapiraca – AL.

***Autor correspondente:** Estudante de Licenciatura em Ciências Biológicas, Alto do Cruzeiro, Arapiraca - AL; leossantos.bio@gmail.com.

Data de submissão: 31-05-2022

Data de aceite: 01-08-2022

Data de publicação: 31-08-2022



10.51161/editoraime/108/73



RESUMO

Introdução: A *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret, popularmente conhecida como jurema-preta, é uma espécie que ocorre frequentemente em regiões de secas periódicas, sendo distribuída geograficamente em áreas arbustivas, em solos arenosos no bioma Caatinga. Apresenta em seu metabolismo compostos químicos que estão associados à sua atividade biológica, como ação antimicrobiana e antifúngica. **Objetivo:** Realizar um levantamento do perfil fitoquímico de compostos bioativos em extrato hidroetanólico de folhas de *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret, bem como avaliar seu potencial biológico contra fungos fitopatogênicos. **Material e Método:** O extrato foi produzido a partir da trituração de 100g de peso seco de folhas de *M. tenuiflora* (Willd) Poiret, utilizando-se água destilada e etanol como meio extrator. O levantamento fitoquímico dos compostos bioativos foi realizado a partir de reações químicas utilizando a adição de reagentes nos extratos. Para a avaliação do potencial biológico, 20% do extrato foi incorporado em meio BDA após a autoclavagem e vertido em placas de Petri, onde foram inseridos os fitopatógenos teste dos gêneros *Phytophthora* sp. *Fusarium* sp. e *Pestalotiopsis* sp. através da técnica de blocos de gelose e levados para crescimento em estufa por 7 dias à 30 °C. **Resultados:** A triagem fitoquímica indicou a presença de flavonas, flavonóis, xantonas, taninos flobafênicos e triterpenóides. Quanto ao seu potencial biológico, o extrato indicou atividade antifúngica contra todos os fitopatógenos testados, uma vez que apresentou uma redução significativa na média geral do diâmetro dos halos sobre o meio contendo o extrato vegetal em torno dos discos inseridos. **Conclusão:** Com isso, conclui-se que o extrato hidroetanólico de folhas de *M. tenuiflora* possui, em sua composição, a presença de compostos bioativos com potencial biológico que podem lhe conferir atividade antifúngica contra os fitopatógenos dos gêneros *Phytophthora* sp. *Fusarium* sp. e *Pestalotiopsis* sp.

Palavras-chave: Produto natural; Atividade antifúngica; Meio ambiente.

1 INTRODUÇÃO

Após o advento da agricultura moderna, a utilização de compostos químicos sintéticos, como defensivos contra patógenos, se tornou algo comum, trazendo inúmeros impactos sociais e ambientais negativos, tais como: a eutrofização de aquíferos e reservatórios de água, perda de qualidade do solo e remoção da matéria orgânica, além de afetar ecologicamente as relações entre os organismos (OCTAVIANO, 2010). Como consequência deste modelo de produção, surgem questionamentos pertinentes à conscientização ambiental da população e órgãos governamentais, abrindo espaço para criação de sistemas orgânicos e agroecológicos que atenuem os impactos do modo de produção imediatista e em um manejo agrícola menos nocivo ao meio ambiente.

Assim, com o passar dos anos, a preocupação da sociedade quanto ao manejo agrícola e meio ambiente de forma mais consciente vem aumentando, trazendo consigo a utilização de recursos naturais alternativos no mercado (MORANDI; BETTIOL, 2008). Tal preocupação, tem permitido o desenvolvimento mais sustentável e consciente, tornando-se cada vez menos dependentes de produtos químicos sintéticos no manejo agrícola e ambiental. A exemplo disto, pode-se citar a utilização de produtos naturais, como extratos vegetais, sendo utilizados com diferentes finalidades, como, por exemplo, na quebra de dormência e qualidade fisiológica de sementes (LIMA, 2020), no controle contra fungos fitopatogênicos e nematóides (PAZ-FILHO et al., 2021).

A utilização desses produtos de origem natural se dá pelo interesse da grande variedade de compostos orgânicos presentes nos metabólitos secundários das plantas, que lhes conferem grande potencial biológico a ser utilizado e explorado pela indústria (ATANASOV et al., 2015). Tais compostos são produzidos pelas plantas com a função de adequação delas com o meio em que estão inseridas, partindo desde a dispersão de pólen à proteção contra fitopatógenos (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2017), podendo assim ter tais metabólitos extraídos para a formulação de produtos que podem agir como defensivos naturais.

Dentre a variedade de espécies vegetais conhecidas no Brasil, a *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret, popularmente conhecida como jurema-preta, é uma espécie que ocorre frequentemente em regiões de secas periódicas, sendo distribuída geograficamente em áreas arbustivas, em solos arenosos no bioma Caatinga (LIMA; MEIADO, 2018). Pertencente à família Fabaceae, subfamília Mimosaceae (CRONQUIST; TAKHTADZHIAN, 198), pode ser facilmente encontrada nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (BEZERRA et al., 2011).

Ademais, essa espécie vegetal apresenta em seu metabolismo compostos químicos que estão associados à sua atividade biológica, tendo estudos etnofarmacológicos que destacam, há décadas, seu potencial preenchendo critérios nas áreas de preservação

ambiental e manejo autossustentável, como relatado por trabalhos como os de Carvalho et al., (2012) e Valencia-Gómez et al., (2016). Entretanto, apesar do número de estudos voltados ao potencial biológico de plantas, como as do presente no bioma Caatinga, terem aumentado nos últimos anos (SÁ-FILHO et al., 2019), poucos estudos estão voltados a sua utilização na área ambiental e agrícola.

Com isso, a triagem fitoquímica dos compostos orgânicos presentes em extratos vegetais possibilita a identificação de metabólitos secundários importantes e que podem ser utilizados para substituição de substâncias sintéticas, como defensivos e herbicidas químicos (SIMÕES et al., 2016), além de colaborar com o manejo de sistemas agroecológicos.

Desse modo, o presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento do perfil fitoquímico de compostos bioativos em extrato hidroetanólico de folhas de *Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret, bem como, avaliar seu potencial biológico contra fungos fitopatogênicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material vegetal

O material vegetal foi coletado em uma área do interior do município de Arapiraca – AL. Em seguida, foi levado ao Laboratório de Recursos Florestais do Polo Tecnológico Agroalimentar da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, onde passou pelo processo de lavagem em água corrente; assepsia em solução com 10% de hipoclorito, por 20 minutos; lavagem com água destilada, acondicionamento em sacos de papel e levados para a secagem em estufa com circulação de ar a 60°C, durante 96 horas, até a obtenção do peso seco.

2.2 Obtenção do extrato vegetal

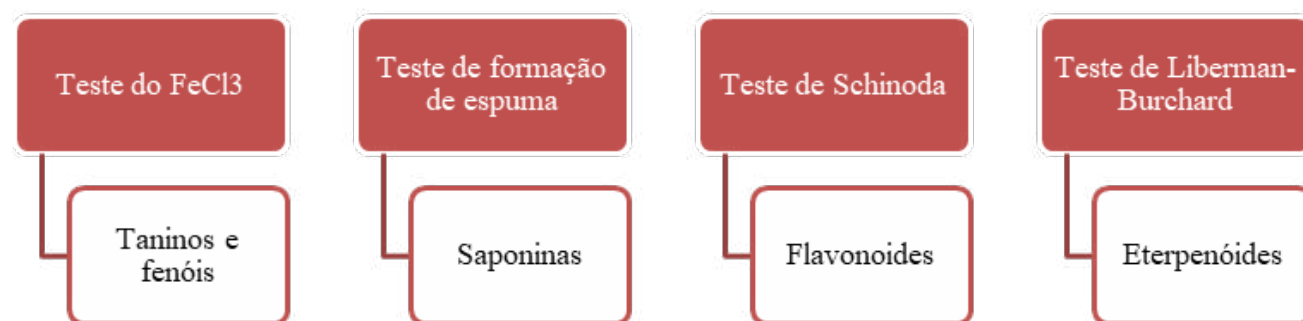
O extrato foi produzido a partir da trituração de 100g de peso seco de folhas de *M. tenuiflora* (Willd.) Poiret, utilizando-se etanol absoluto como meio extrator. Em seguida, submeteu-se a mistura a uma turbo extração por 8 minutos, em dois tempos de quatro minutos, com intervalo de três minutos entre os tempos. Na sequência, realizando-se a filtragem em papel wathman nº 1. Para evitar a interferência do etanol nas análises a serem realizadas, o extrato foi submetido ao processo de banho-maria a 40°C, por um período de 18h, até restar apenas um líquido viscoso. Em seguida, acrescentou-se água destilada autoclavada até atingir o volume de 300ml. A obtenção final do extrato hidroetanólico foi armazenada em vidro âmbar, mantido em refrigerador a 4°C, até o momento de utilização nas avaliações.

2.3 Triagem fitoquímica

O levantamento fitoquímico dos compostos bioativos foi realizado a partir de reações químicas utilizando a adição de reagentes nos extratos, onde foram avaliados a coloração,

formação de espuma e de precipitados, conforme a metodologia descrita por Matos (1997). O esquema a seguir (Figura 1) ilustra os testes realizados para a triagem dos compostos fitoquímicos.

Figura 1 – Esquema de testes realizados para a identificação dos compostos orgânicos presentes em extrato hidroetanólico de *M. tenuiflora*.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

2.4 Ativação e multiplicação dos fitopatógenos

Os fitopatógenos testados foram provenientes do Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Alagoas. Em condições assépticas, os microrganismos recebidos foram ativados, por meio de transferência de estruturas fúngicas para placas de Petri contendo meio BDA e levadas para crescimento em estufa bacteriológica por sete dias, à 30 °C e, posteriormente ao crescimento, multiplicados em novas placas, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Ativação e multiplicação dos microrganismos teste.

Fitopatógenos	Meio de cultura	Temperatura	Período de incubação
<i>Fusarium</i> sp.	Batata Dextrose Ágar (BDA)	30 °C	Por 72h
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	Batata Dextrose Ágar (BDA)	30 °C	Por 72h
<i>Phytophthora</i> sp.	Batata Dextrose Ágar (BDA)	30 °C	Por 72h

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

2.5 Avaliação do potencial biológico

A avaliação do potencial biológico foi realizada através de medições do diâmetro das colônias, as quais foram utilizadas para a avaliação do percentual de inibição do crescimento micelial dos fungos testados sob influência do extrato vegetal. O percentual de inibição foi

obtido por meio da equação $PIC = \frac{\{\text{diâmetro da testemunha} - \text{diâmetro do tratamento}\}}{\text{diâmetro da testemunha}} \times 100$.

Para isso, 80 ml do extrato hidroetanólico foi incorporado e homogeneizados a 320 ml do meio de cultura BDA fundente após a autoclavagem, de modo a obter uma concentração de 20% e vertido em placas de Petri. Após a solidificação do meio de cultura, foram inseridos os fitopatógenos teste dos gêneros *Phytophthora* sp. *Fusarium* sp. e *Pestalotiopsis* sp. através da técnica de blocos de gelose e levados para crescimento em estufa por 7 dias à 30 °C. A avaliação aconteceu em triplicatas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Triagem fitoquímica dos compostos bioativos

A triagem fitoquímica dos compostos secundários em extrato hidroetanólico de folhas de *M. tenuiflora* indicou a presença de flavonas, flavonóis e xantonas, taninos flobafênicos e triterpenóides (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados em trabalhos como os de Nascimento (2013), revelando também a presença dos compostos citados. Tais compostos estão de acordo com os levantamentos descritos na literatura, como o realizado por Neves e Brandão (2012).

Tabela 2 – Triagem fitoquímica dos compostos bioativos de *M. tenuiflora*.

Testes fitoquímicos	Resultados
Fenóis	-
Taninos pirogálicos	-
Taninos flobafênicos	+
Antocianina e antocianidina	-
Flavonas, flavonóis e xantonas	+
Chalconas e auronas	-
Flavononóis	-
Leucoantocianidinas	-
Catequinas	-
Flavononas	-
Esteróides	-
Triterpenóides	+
Saponinas	-

+ = presença de metabólito; - = ausência de metabólito.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os flavonoides compõem uma das maiores classes de compostos orgânicos das plantas (HAVSTEEN, 2002), podendo ser divididos em diferentes subgrupos, sendo eles: flavonas (apigenina), flavonóis (quercetina), catequinas (epicatequina), flavononas (hesperitina), antocianinas (cianina) e isoflavonas (genisteina). Quimicamente, são formados

a partir de uma família de moléculas, apresentando-se estruturalmente na forma de dois anéis aromáticos (A e B), conectado por um terceiro anel (C) de pirano, estando seu potencial biológico associado a parte dessas estruturas e seus derivados (CUSHNIE; LAMB, 2005; HOFFMANN-RIBANI; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

As xantonas, por sua vez, são compostos polifenólicos que podem ser encontradas em plantas e animais (EL-SEEDI *et al.*, 2010; VIEIRA; KIJJOA, 2005), sendo consideradas estruturas que desempenham um papel importante para a descoberta de novos compostos ativos (LESCH; BRASE, 2004). Já os taninos, são compostos fenólicos que se caracterizam quimicamente por apresentarem uma estrutura a presença de anéis aromáticos com hidroxilas como substituintes.

Ademais, para Delbone e Lando (2010) a quantidade desses metabólitos secundários presente nas plantas podem variar de uma planta para outra de acordo com a influência de fatores ambientais de onde elas estão inseridas. Por sua vez, esses compostos identificados têm seu potencial descrito na literatura por sua ação biológica e farmacológica, sendo estudados e utilizados com diferentes finalidades (ALVES, 2001; BEZERRA, 2008; CRUZ *et al.*, 2013).

3.2 Potencial biológico do extrato vegetal

Quanto ao seu potencial biológico, o extrato indicou atividade antifúngica contra todos os fitopatógenos testados, uma vez que apresentou uma redução significativa na média geral do diâmetro dos halos sobre o meio contendo o extrato vegetal em torno dos discos inseridos, sendo elas: 44 mm para *Phytophthora* sp.; 26,66 mm para *Fusarium* sp.; 18,33 mm para *Pestalotiopsis* sp., quando comparados ao tratamento testemunha, sem extrato, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Comparativo do diâmetro das colônias entre tratamento contendo o extrato vegetal e tratamento controle.

Fitopatógenos	Diâmetro das colônias do tratamento com extrato	Diâmetro das colônias do tratamento controle (sem extrato)
<i>Phytophthora</i> sp.	44 mm	102 mm
<i>Fusarium</i> sp.	26,66 mm	76,66 mm
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	18,33 mm	29 mm

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

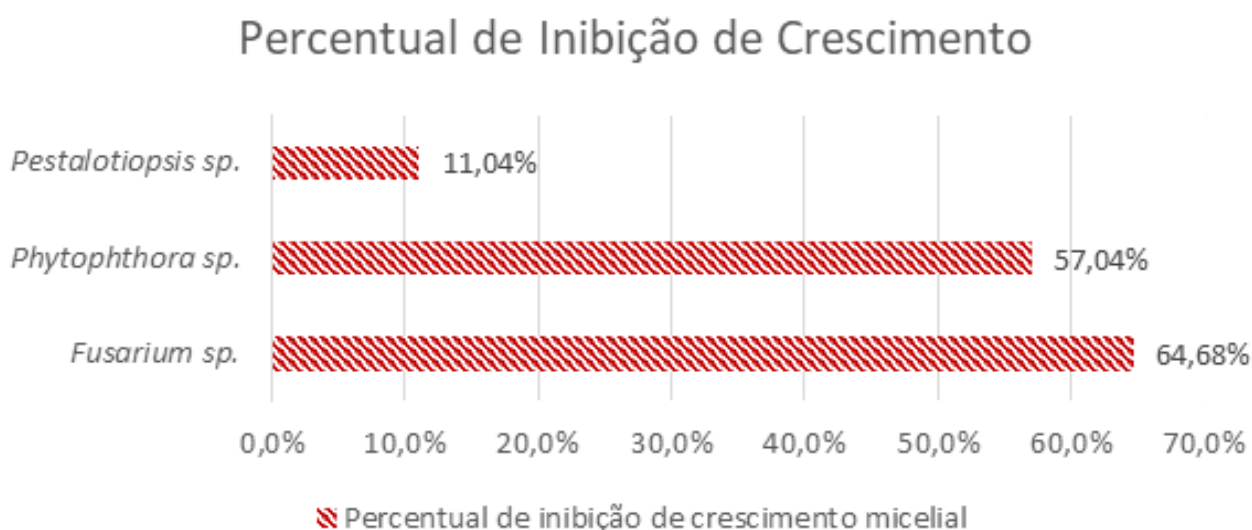
A eficácia da atividade de produtos vegetais contra diversas espécies de fungos está associada as propriedades biológicas e farmacológicas (MONÇÃO *et al.*, 2015) vinculadas a presença de taninos e flavonoides. Diante disso, além de agirem sobre a permeabilidade da membrana inibindo a biossíntese de esterol nas células fúngicas, podem interferir na síntese de aminoácidos e proteínas;

na respiração, desordenando as funções da mitocôndria na síntese de ácidos nucleicos e na divisão celular (YANG *et al.*, 2011). Também há relatos do grupo de xantonas com potencial biológico contra microrganismo, desempenhado atividade antimicrobiana (EL-SEEDI *et al.*, 2010).

Resultados semelhantes foram observados por Borges et al., (2013) ao avaliar extratos brutos de *Mimosa tenuiflora*. Segundo esses autores, o extrato induz a exposição dos protoplastos ao meio, que não conseguem restabelecer a parede celular. Esses autores também observaram variações na atividade dependendo da concentração, método de extração e solução extratora (BORGES et al., 2017).

O percentual de inibição de crescimento micelial indicou que o extrato vegetal testado inibiu 64,68% em *Fusarium sp.*; 57,04% em *Phytophthora sp.*; e 11,04% em *Pestalotiopsis sp.*, como pode ser observado no gráfico abaixo (Figura 2). Com base nos resultados expostos, verifica-se que o percentual de inibição em *Fusarium sp.* e *Phytophthora sp.* demonstraram resultados mais significativos.

Figura 2 – Índice do percentual de inibição de crescimento micelial do extrato hidroetanólico de *M. tenuiflora* frente aos fitopatógenos testados.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Segundo Duarte (2006), não existe um consenso sobre o nível de inibição aceitável para produtos naturais, tanto que alguns autores consideram somente os resultados similares aos de antibióticos, enquanto outros consideram com bom potencial mesmo aqueles com níveis de inibições inferiores. No entanto, os percentuais obtidos corroboram com os resultados observados por Borges *et al.*, (2017).

Nesse sentido, estudos em torno da utilização de produtos naturais oriundos de plantas têm constatado que estas possuem grande potencial para o controle de fitopatógenos, sendo uma indicação da presença de substância(s) com capacidade de inibir o desenvolvimento fúngico (FERREIRA *et al.*, 2014).

4 CONCLUSÃO

O levantamento fitoquímico de espécies vegetais é de grande importância para o estudo dos compostos presentes nas plantas, bem como, do potencial biológico que podem lhe proporcionar. Identificando e estudando tais compostos, é possível elaborar, isolar ou aprimorá-los em laboratório para a formulação de produtos naturais menos nocivos para o manejo agrícola e ambiental, reduzindo ou substituindo a utilização de defensivos químicos sintéticos contra fitopatógenos que causam tantos danos ao meio ambiente, à saúde e às relações ecológicas.

Não obstante a isto, foi possível identificar no extrato vegetal hidroetanólico de folhas de *M. tenuiflora*, produzido neste estudo, a presença de compostos bioativos com potencial biológico que podem lhe conferir atividade antifúngica contra os fitopatógenos dos gêneros *Phytophthora* sp. *Fusarium* sp. e *Pestalotiopsis* sp., sendo assim, um produto natural com potencial biológico promissor a ser explorado e aplicado nas áreas ambiental e agrícola.

REFERÊNCIAS

ALVES, H. de M. A diversidade química das plantas como fonte de fitofármacos. **Cadernos temáticos de química nova na escola**, v. 3, p. 10-15, 2001.

ATANASOV, A. G.; WALTENBERGER, B.; PFERSCHY-WENZIG, E. M.; LINDER, T.; WAWROSCHE, C.; UHRIN, P.; TEMML, V.; WANG, L.; SCHWAIGER, S.; HEISS, E. H.; ROLLINGER, J. M.; SCHUSTER, D.; BREUSS, J. M.; BOCHKOV, V.; MIHOVILOVIC, M. D.; KOPP, B.; BAUER, R.; DIRSCH, V. M.; STUPPNER, H. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review. **Biotechnology advances**, v. 33, n. 8, p. 1582-1614, 2015.

BEZERRA, D. A. C.; RODRIGUES, F. F. G.; COSTA, J. G. M. da; PEREIRA, A. V.; SOUSA, E. O. de; RODRIGUES, O. G. Abordagem fitoquímica, composição bromatológica e atividade antibacteriana de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret e *Piptadenia stipulacea* (Benth) Ducke. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 33, n. 1, p. 99-106, 2011.

BORGES, I. V.; PEIXOTO, A. R.; CAVALCANTI, L. S.; LIMA, M. A. G.; SILVA, M. S. Extratos de jurema-preta no controle de mancha-de-alternaria em melancia. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 36-45, 2013.

BORGES, I. V.; CAVALCANTI, L. S.; NETO, A. F.; ALMEIDA, J. R. G. da S.; ROLIM, L. A.; ARAÚJO, E. C. da C. Identificação da fração antimicrobiana do extrato da *Mimosa tenuiflora*. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 155-164, 2017.

CARVALHO, T. K. N.; CARVALHO, T. K. N.; SOUSA, R. F.; MENESES, S. S. S.; RIBEIRO, J. P. O.; FÉLIX, L. P.; LUCENA, R. F. P. Plantas usadas por uma comunidade rural na depressão sertaneja no Nordeste do Brasil. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 4, p. 92-120, 2012.

CRONQUIST, A.; TAKHTADZHIAN, A. L. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981.

CRUZ, M. P.; SOUZA, E. P.; SILVA, N. R. A.; DUARTE, J. C.; SILVA, F. G.; SANTOS, H. C. R.; S. FILHO, A. O.; NAPIMOGA, M. H.; NAPIMOGA, J. T. C.; MARQUES, L. M.; YATSUDA, R. **Avaliação do potencial antioxidante in vitro de plantas do semi-árido da Bahia selecionadas por levantamento etnofarmacológico**. 2013. Dissertação (Doutorado em Química Orgânica) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

CUSHNIE, T.; LAMB, A. J. Antimicrobial activity of flavonoids. **International journal of antimicrobial agents**, v. 26, n. 5, p. 343-356, 2005.

DELBONDE, C. A. C.; LANDO, R. L. **Importância ecológica e evolutiva dos principais grupos de metabólitos secundários nas espécies vegetais**. In: X CONGRESSO DE EDUCAÇÃO DO NORTE PIONEIRO, 10., 2010, Paraná. Anais. Paraná: Uenp, 2010. p. 396-404.

DUARTE, M. C. T. Atividade antimicrobiana de plantas medicinais e aromáticas utilizadas no Brasil. **Revista MultiCiência**, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2006.

EL-SEEDI, H. R.; EL-BARBARY, M. A.; EL-GHORAB, D. M. H.; BOHLIN, L.; BORG-KARLSON, A. K.; GORANSSON, U.; VERPOORTE, R. Recent insights into the biosynthesis and biological activities of natural xanthenes. **Current Medicinal Chemistry**, v. 17, n. 9, p. 854-901, 2010.

FERREIRA, E. F.; SÃO JOSÉ, A. R.; BOMFIM, M. P.; PORTO, J. S.; JESUS, J. S. D. Uso de extratos vegetais no controle *in vitro* do *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. coletado em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 346-352, 2014.

HAVSTEEN, B. H. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. **Pharmacology & therapeutics**, v. 96, n. 2-3, p. 67-202, 2002.

HOFFMANN-RIBANI, R.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Otimização de método para determinação de flavonóis e flavonas em frutas por cromatografia líquida de alta eficiência utilizando delineamento estatístico e análise de superfície de resposta. **Química Nova**, v. 31, n. 6, p. 1378-1384, 2008.

LESCH, B.; BRAESE, S. A Short, Atom-Economical Entry to Tetrahydroxanthenones. **Angewandte Chemie International Edition**, v. 43, n. 1, p. 115-118, 2004.

LIMA, A. T.; MEIADO, M. V. Effect of hydration and dehydration cycles on *Mimosa tenuiflora* seeds during germination and initial development. **South African Journal of Botany**, v. 116, p. 164-167, 2018.

LIMA, F. R. A. de. **Extratos etanólicos de *Momordica charantia* L. e *Azadirachta indica* A. Juss. na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Moringa oleifera* Lam.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2020.

MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza: Edicoes UFC, 1997.

MONÇÃO, N. B.; ARAÚJO, B. Q.; SILVA, J. do N.; LIMA, D. J.; FERREIRA, P. M.; AIROLDI, F. P.; PESSOA, C.; CITÓ, A. M. Assessing Chemical Constituents of *Mimosa caesalpinifolia* Stem Bark: Possible Bioactive Components Accountable for the Cytotoxic Effect of *M. caesalpinifolia* on Human Tumour Cell Lines. **Molecules**, v. 20, n. 3, p. 4204-4224, 2015.

MORANDI, M. A. B; BETTIOL, W. Integração de métodos biocompatíveis no manejo de doenças e pragas: experiências em plantas ornamentais e medicinais. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 31-34, 2008.

NASCIMENTO, M. S. **Abordagem fitoquímica e avaliação da atividade antioxidante e anti-inflamatória do extrato e frações da entrecasca da *Mimosa hostilis* Benth.** Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

NEVES, M. S.; BRANDÃO, H. N. **Estudo fitoquímico biomonitorado da *Mimosa tenuiflora* (willd.) poir. (jurema-preta) pela atividade antioxidante.** In: XVI Seminário de Iniciação Científica, 16., 2012, Feira de Santana. Anais... Feira de Santana: Uefs, 2012. p. 1417-1420.

OCTAVIANO, C. Muito além da tecnologia: os impactos da Revolução Verde. **ComCiência**, n. 120, 2010.

PAZ FILHO, E. R. da; SOARES, N. H. M.; DIAS, L. R. C.; MOURA-FILHO, G.; ROCHA, F. S.; MUNIZ, M. F, S. Extratos aquosos de *Azadirachta indica* e de *Annona* spp. no controle de nematoides da bananeira. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 3, p. 2984-2995, 2021.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

SÁ-FILHO, G. F.; SILVA, A. I. B.; OLIVEIRA, L. C.; GUZEN, F. P.; CAVALCANTI, J. R. L. P.; CAVALCANTE, J. S. Levantamento da presença de potencial anti-inflamatório em plantas nativas da caatinga brasileira. **The Brazilian Journal of Development (BJD)**, v. 5, n. 10, 2019.

VALENCIA-GÓMEZ, L. E.; MARTEL-ESTRADA, S. A.; VARGAS-REQUENA, C.; RIVERA-ARMENTA, J. L.; ALBA-BAENA, NOE.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, C.; OLIVAS-ARMENDARÍZ, I. Chitosan/*Mimosa tenuiflora* films as potential cellular patch for skin regeneration. **International journal of biological macromolecules**, v. 93, p. 1217-1225, 2016.

VIEIRA, L. M. M.; KIJJOA, A. Naturally-occurring xanthenes: recent developments. **Current medicinal chemistry**, v. 12, n. 21, p. 2413-2446, 2005.

YANG, C.; HAMEL, C.; VUJANOVIC, V.; GAN, Y. Fungicide: modes of action and possible impact on nontarget microorganisms. **International Scholarly Research Notices**, v. 2011, 2011.

As Reservas Particulares do Patrimônio Natural do Estado do Piauí, Brasil

Braulio Fernandes de Carvalho ^{a,c}, Gustavo Nogueira Barreto ^{b,c}.

^a Departamento de Biologia, Universidade Federal do Piauí. Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Bairro Ininga - Teresina – PI, CEP: 64049-550.

^b Departamento de Medicina, Centro Universitário Uninovafapi. Rua Vitorino Orthiges Fernandes, 6123, Uruguai, Teresina – PI, CEP: 64073-505.

^c Reserva Mamangaba. Estrada para a Coroa de São Remígio, Murici dos Portelas – PI.

***Autor correspondente:** Mestre em Biologia pela Universidade de Tsukuba – Japão. Universidade Federal do Piauí – UFPI, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga - Teresina - PI -CEP: 64049-550; E-mail de contato: decarvalhobraulio@gmail.com

Data de submissão: 30-04-2022

Data de aceite: 11-08-2022

Data de publicação: 31-08-2022



10.51161/editoraime/108/74



RESUMO

Introdução: o Piauí possui importantes remanescentes de Cerrado, Caatinga, zonas de transição e ecossistemas associados a Mata Atlântica que se encontram ameaçados pela acelerada taxa de desmatamento, principalmente para obtenção de lenha ou uso agropecuário do solo. A situação é mais alarmante no sul do Estado, onde já existem diversos núcleos de desertificação. As áreas mais preservadas são as de difícil acesso, improdutivas ou as Unidades de Conservação, como as Reservas Particulares do Patrimônio Natural. **Objetivo:** identificar e classificar as Reservas Particulares do Estado do Piauí quanto a sua natureza jurídica, localização e bioma. **Metodologia:** fez-se revisão bibliográfica, através da busca de informações em sites de instituições governamentais, organizações conservacionistas, legislação e publicações científicas. **Resultados e Discussão:** o Piauí possui 6 Reservas Particulares do Patrimônio Natural, nos municípios de Altos, Buriti dos Lopes, Canavieira, Castelo do Piauí, Piracuruca e Teresina. Essas Unidades de Conservação protegem, juntamente, 33.690,85 hectares, o que equivale a 4% do total protegido por essa categoria no Brasil. Não foram encontradas informações sobre atividades desenvolvidas nelas ou envolvimento com programas de pagamentos por serviços ambientais. **Conclusão:** as Reservas Particulares do Patrimônio Natural colaboram com a preservação da biodiversidade e na manutenção dos serviços ecossistêmicos, e possuem elevado potencial para o desenvolvimento econômico do Estado do Piauí.

Palavras-chave: Áreas Protegidas; Biodiversidade; RPPN; Serviços Ecossistêmicos; Unidades de Conservação.

1 INTRODUÇÃO

O Estado do Piauí situa-se entre o sub-úmido amazônico e o semiárido nordestino, com ampla variedade de paisagens, dispostas em mosaico e moldadas pelas condições bióticas e abióticas, como solo, altitude e umidade. Predominam os domínios de Cerrado e Caatinga, sob influência do litoral e com áreas de tensão ecológica (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009; DA SILVA *et al.*, 2020; MATOS; FELFILI, 2010; SANTOS-FILHO; SOUSA, 2018).

Calcula-se que tanto o Cerrado como a Caatinga sofram degradação do habitat e perda de biodiversidade em ritmo alarmante, com cerca de 50% das suas áreas já desmatadas e o remanescente bastante alterado. Dentre as áreas menos afetadas estão as improdutivas, as de difícil acesso, e as Unidades de Conservação (UCs), que desempenham função importante ao colaborar através de conservação da biodiversidade e manutenção dos serviços ecossistêmicos. Uma das categorias de UCs que mais cresce no Brasil é a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), instituída em 1990 pelo Decreto nº 98.914, posteriormente substituído pelo Decreto nº 1.922, de 5 de junho de 1996 (BRASIL, 1990, 1996). É a única UC criada espontaneamente por proprietários particulares que, no Brasil, já constituem 1.755 unidades (CNRPPN, 2022).

As RPPNs constam no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) na categoria de uso sustentável ou de proteção integral, a depender da sua localização. A RPPN pode coexistir na mesma área de outras UCs que permitam o domínio privado, como Áreas de Proteção Ambiental, prevalecendo sempre as regras mais restritivas (GUAGLIARDI, 2018).

As RPPNs são vantajosas tanto ao estado quanto aos proprietários. O Estado fica isento de gerir “no varejo” inúmeras áreas de pequeno e médio porte, o que poderia gerar problemas logísticos. A administração é ônus dos proprietários que, ao oficializar uma RPPN, devem cumprir com as obrigações geradas e podem, por sua vez, gozar dos benefícios, entre eles: auxílio estatal na proteção da área, segurança jurídica, prioridade na obtenção de crédito agrícola, e possibilidade de pagamento por serviços ambientais (PSA). Dentre as obrigações estão: manutenção dos atributos ambientais, elaboração de plano de manejo e sinalização do local. As únicas atividades permitidas são pesquisa científica, lazer (ecoturismo), cultura e educação ambiental. A pesquisa científica é, inclusive, incentivada e independe de plano de manejo (OJIDOS; PÁDUA; PELLIN, 2018).

Diante da importância dessa categoria de UC, buscou-se identificar e classificar as RPPNs do Estado do Piauí quanto a sua natureza jurídica, localização e bioma.

2 METODOLOGIA

Este é um estudo teórico, feito como revisão bibliográfica, no qual buscou-se conhecer as características das RPPNs do Estado do Piauí quanto as suas características físicas, natureza jurídica e impactos socioambientais. Existem poucas publicações científicas sobre essa categoria de unidade de conservação no Piauí, o que pode prejudicar o planejamento em pesquisa e políticas públicas nestes locais. Os mecanismos de busca utilizados foram o Google Acadêmico, para publicações científicas, Google e sites governamentais, para publicações oficiais dos governos federal, estaduais e municipais do Brasil, como os Diários Oficiais. As palavras-chave utilizadas para a pesquisa foram: “lei”, “legislação”, “reserva particular do patrimônio natural” e “estado do Piauí”. A legislação analisada foi: Decreto no 98.914, de 31 de janeiro de 1990; Decreto nº 1.922, de 5 de junho de 1996; Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000; Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012; Lei no 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Os dados foram organizados em forma de tabela, organizados em ordem alfabética, e contendo dados sobre localização, tamanho, fitofisionomia e ano de criação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Estado do Piauí possui 44 UCs em funcionamento, que totalizam cerca de 2.811.924,56 ha. Na categoria de RPPN, constam 6 unidades (0,34% do total nacional), apresentadas na Tabela 1. Apesar da discrepância dos números com outros estados (Minas Gerais, por exemplo, conta com 360 RPPNs), a área protegida no estado do Piauí nesta modalidade de UC corresponde a 4% do total protegido nacionalmente (Figura 1) (CNRPPN, 2022; IVANOV, 2020).

Apesar de todas as RPPNs do Piauí terem sido criadas pelo governo federal, e classificadas na categoria de uso sustentável, a lei estadual alterou a classificação das RPPNs existentes e futuras para a categoria de proteção integral (BRASIL, 2000; PIAUÍ, 2010). Na prática, as restrições continuam as mesmas, mas este ato do Estado do Piauí corrigiu falhas da legislação federal e assegurou direitos aos proprietários. O efeito mais notório é a garantia de que as áreas das RPPNs mantenham-se como zona rural perpetuamente, e com a consequente isenção de Imposto Territorial Rural (ITR) (OJIDOS; PÁDUA; PELLIN, 2018).

As RPPNs piauienses garantem, desde 2008, repasses de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) ecológico aos municípios onde se encontram (DE OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2019; SOUSA, 2016). Colaboram ainda com a preservação da fauna e da flora, com a diversidade de paisagens, os serviços ecossistêmicos e as memórias ambiental e cultural associadas à natureza (DA SILVA *et al.*, 2020; MATOS; FELFILI, 2010). Isso é de crucial importância para o Cerrado e a Caatinga, que sofrem com o avanço indiscriminado de ações antrópicas, como ocupação do solo e seu uso

desordenado, avanço da agropecuária e desmatamento, com consequente perda de espécies potencialmente úteis ao desenvolvimento biotecnológico (DE CARVALHO; BARRETO, 2021a; LEAL *et al.*, 2005). Para agravar a situação, as áreas de tensão ecológica são particularmente vulneráveis a degradação ambiental (DE OLIVEIRA *et al.*, 2020; KARK; VAN RENSBURG, 2006; SMITH *et al.*, 2001).

Tabela 1. Características das RPPNs do Estado do Piauí.

Nome	Município	Microrregião	Área (ha)	Bioma	Ano de criação
RPPN Fazenda Boqueirão dos Frades	Altos	Teresina	579,78	Floresta Estacional Semidecidual, Mata dos Cocais	1998
RPPN Fazenda Centro	Buriti dos Lopes	Litoral Piauiense	139,06	Ecótono Cerrado e Caatinga	1999
RPPN Fazenda Boqueirão	Canavieira	Florianópolis	27.458	Cerrado	1997
RPPN Marvão	Castelo do Piauí	Campo Maior	5.096,86	Ecótono Cerrado e Caatinga	2000
RPPN Recanto da Serra Negra	Piracuruca	Litoral Piauiense	179,15	Ecótono Cerrado e Caatinga	2004
RPPN Santa Maria de Tapuã	Teresina	Teresina	238	Floresta Estacional Semidecidual*, Mata dos Cocais	1999

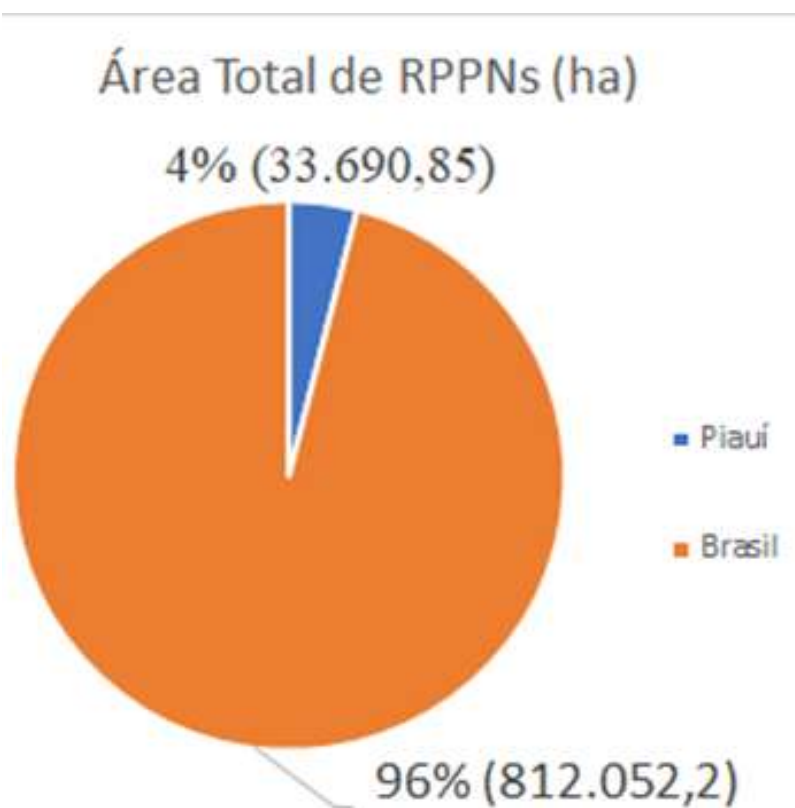
Fonte: ICMBio. *Anteriormente classificada como Floresta Estacional de transição entre Cerrado e Caatinga, atualmente está classificada como Mata Atlântica, o que muitos autores consideram equivocado (CASTRO, 2020).

Não foram encontradas publicações de pesquisa científica, registros de PSA, ou atividades econômicas nas RPPNs do Estado do Piauí. Isso pode ser devido a desinteresse dos proprietários em desenvolver tais atividades, por falta de infraestrutura, e/ou carência de orientação especializada. Entretanto, essas propriedades que contém RPPNs no seu perímetro têm potencial para o desenvolvimento de atividades de pesquisa, geração de patentes em biotecnologia, meliponicultura, ecoturismo, PSA, e geração de créditos de carbono e de biodiversidade, dentre outras (CARVALHO; BARRETO, 2021a, 2021c, 2021b; CARVALHO; BARRETO; CARMO, 2021; DA CRUZ *et al.*, 2022; DE CARVALHO; BARRETO, 2021c, 2021b; DE CARVALHO; BARRETO; SOUSA, 2021; FREITAS *et al.*, 2020; LAVINAS *et al.*, 2019; SÁ-FILHO *et al.*, 2021)

O Brasil autoriza o PSA desde 2012 (BRASIL, 2012). No entanto, somente alguns estados e municípios instituíram essa política de modo eficaz. De forma a incentivar esses programas, após mais de 10 anos de discussão e proposição de projetos de Lei no Congresso Nacional, foi sancionada a Política Nacional de Pagamento por Serviços

Ambientais, por meio da Lei nº 14.119/2021 (BRASIL, 2021), que colabora para o avanço do desenvolvimento sustentável do país. Apesar de ter sofrido diversos vetos, demonstra alinhamento entre diversos setores, especialmente agricultura e meio ambiente. O Brasil, paulatinamente, segue o exemplo bem-sucedido de outros países da América Latina, como a Costa Rica, que vê potencial para ampliação do seu programa. A região sudeste e o domínio da Mata Atlântica são os mais beneficiados por PSA, mas prevê-se que esses programas se expandam a outras regiões do país (COELHO *et al.*, 2021; PAGIOLA; VON GLEHN; TAFFARELLO, 2013; ROBALINO *et al.*, 2021)

Figura 1. Porcentagem e área ocupada pelas RPPNs piauienses em comparação com o total do país.



Calcula-se que o Estado do Piauí contém (até o momento) 2.785 espécies de flora e 632 espécies de animais identificados, além de grande diversidade de paisagens, com importantes remanescentes de Cerrado, Caatinga ecossistemas associados a Mata Atlântica, e que há potencial e necessidade de criação de mais UCs, incluindo RPPNs (BARRETO *et al.*, 2021; CARVALHO; BARRETO, 2021d; CARVALHO; GOMES, 2021; DE OLIVEIRA *et al.*, 2020; FRANÇA; PIUZANA; ROSS, 2017; LEAL *et al.*, 2005; MESQUITA; LIMA; SANTOS-FILHO, 2018; RIVAS, 1996; SANTOS-FILHO; SOUSA, 2018). As atividades relacionadas às RPPNs podem promover o desenvolvimento sustentável do estado e municípios, mantendo o respeito às características biológicas e culturais locais (BARRETO; DE CARVALHO, 2022; BONTEMPI, 2021; CARVALHO *et al.*, 2021; DE CARVALHO; BARRETO, 2021d).

As seis RPPNs presentes no Piauí são importantes áreas protegidas, apesar de

representarem pequena amostra da biodiversidade existente nesse estado federativo. Existe potencial para ampliação do número de RPPNs no Piauí, mas faltam incentivos além da isenção de ITR. Dentre as medidas cabíveis para incentivar a disseminação dessa UC, recomenda-se maior divulgação da legislação correspondente, fortalecimento das instituições de fiscalização ambiental e implementação de programas de PSA, além de investimento apropriado dos repasses de ICMS ecológico.

4 CONCLUSÃO

O Estado do Piauí corrigiu equívocos legais ao instituir sua legislação estadual sobre RPPNs, e ao criar um plano de incentivo e suporte aos proprietários. Apesar de possuir importantes remanescentes de floresta e outras fitofisionomias de Caatinga, Cerrado e áreas ecotonais, o Piauí sofre com o desmatamento, perda de biodiversidade, e surgimento de núcleos de desertificação. As RPPNs colaboram com a preservação ambiental e possuem enorme potencial para desenvolvimento de atividades culturais, educacionais e econômicas no Piauí. Faz-se necessária mais divulgação sobre essa categoria de preservação, bem como incentivos financeiros para a manutenção de infraestrutura básica, pesquisa científica e o desenvolvimento de atividades sustentáveis compatíveis com a natureza jurídica das RPPNs existentes. Programas de PSA no Brasil e exterior têm se mostrado eficientes em corrigir esses déficits, e poderiam ser aplicados no Estado, remunerando quem preserva e garantindo a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Este estudo identificou as RPPNs do Estado do Piauí e suas características, entretanto não foi capaz de identificar atividades econômicas relacionadas direta ou indiretamente a essas. Para solucionar esse déficit, estudos futuros podem incluir o contato com os herdeiros e gestores de RPPNs.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de.; NASCIMENTO, S. S. do; Degradação da Caatinga: Uma Investigação Ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126–135, 2009.

BARRETO, G. N.; CARMO, A. G. do; SOUSA, D. B. de C.; GOMES, G. S.; DE CARVALHO, B. F. Desafios à conservação ambiental em propriedade privada no município de Monsenhor Gil, Piauí. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 12, 2021.

BARRETO, G. N.; DE CARVALHO, B. F. Manejo sustentável para produção de natureza em propriedade rural particular em Murici dos Portelas-PI, Brasil. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 20, 2022.

BONTEMPI, R. M. **Articulação entre pagamento por serviços ambientais e planos diretores: uma análise de municípios brasileiros**. 2021. - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.18.2021.tde-10022022-11542>

BRASIL. **Decreto nº 98.914, de 31 de janeiro de 1990 (Revogado)**. Brasília: Casal Civil, 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D98914.htm

BRASIL. **Decreto nº 1.922, de 5 de junho de 1996**. Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN é área de domínio privado a ser especialmente protegida, por iniciativa de seu proprietário, mediante reconhecimento do Poder Público, por ser considerada de relevante importância pela sua biodiversidade, ou pelo seu aspecto paisagístico, ou ainda por suas características ambientais que justifiquem ações de recuperação. Art. Brasília: Presidência da República, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d1922.htm

BRASIL. **Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000**. Brasília: Casa Civil, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm

BRASIL. **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012**. Brasília: Governo Federal, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 22 abr. 2022.

BRASIL. **LEI Nº 14.119, DE 13 DE JANEIRO DE 2021**. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>. Acesso em: 28 abr. 2022.

CARVALHO, B. F. de; BARRETO, G. N. Levantamento Preliminar de Flora e Fauna da Região do Baixo Rio Longá, Piauí. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 13, 2021 a. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/rema/2654>

CARVALHO, B. F. de; BARRETO, G. N. Potencial de estabelecimento de plantio para extração e manufatura de óleos vegetais de espécies nativas no Norte Piauiense. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 07, 2021 b. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/rema/2412>

CARVALHO, B. F. de; BARRETO, G. N. Potencial econômico sustentável de criação de abelhas indígenas sem ferrão em Murici dos Portelas-PI. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 01, 2021 c. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/rema/2292>

CARVALHO, B. F. de; BARRETO, G. N. Potencial Econômico-Sustentável e para criação de Reserva Particular do Patrimônio Natural de Propriedade Rural em Murici Dos Portelas-Pi. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 08, 2021 d.

CAVALHO, B. F. de; BARRETO, G. N.; CARMO, A. G. do. Potencial para turismo de observação de aves em Murici dos Portelas, PI. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 16, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/rema/2657>

CARVALHO, B. F. de; BARRETO, G. N.; FERREIRA, B. A.; FARIAS-CASTRO, A. S. RESERVA PARTICULAR DO PATRIMÔNIO NATURAL COMO MECANISMO DE CONSERVAÇÃO DE FLORA ENDÊMICA EM TIANGUÁ-CE. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 14, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/rema/2655>

CARVALHO, B. F. de; GOMES, G. S. RELATO DE CASO: POTENCIAL ECONÔMICO SUSTENTÁVEL EM PROPRIEDADE PRIVADA EM ALTOS-PI, BRASIL. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/rema/1598>

CASTRO, A. A. J. MATA ATLÂNTICA NO PIAUÍ : ISTO É OU NÃO É UMA “ FAKE NEWS “? **Publicações avulsas em conservação de ecossistemas**, v. 34, p. 1–18, 2020. Disponível em: http://academiaipuense.com.br/images/html/Artigo_MAT_ATLANTICA-jun_2020.pdf

CNRPPN. **Painel de Indicadores da Confederação Nacional de RPPN.**

[s. l.], 2022. Disponível em: https://datastudio.google.com/reporting/0B_Gpf05aV2RrNHRvR3kwX2ppSUE/page/J7k. Acesso em: 28 abr. 2022.

COELHO, N. R.; GOMES, A. da S.; CASSANO, C. R.; PRADO, R. B. Overview of payment initiatives for hydrological environmental services in brazil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, n. 3, p. 409–415, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220190055>

DA CRUZ, J. E. R.; SALDANHA, H. C.; FREITAS, G. R. O. e.; MORAIS, E. R. A review of medicinal plants used in the Brazilian Cerrado for the treatment of fungal and bacterial infections. **Journal of Herbal Medicine**, v. 31, n. February, p. 100523, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2021.100523>

DA SILVA, D. F. M.; CASTRO, A. A. J. F.; DE FARIAS, R. R. S.; LOPES, R. N. Flora de uma área de cerrado ecotonal da região setentrional do piauí. **Revista Geografia Acadêmica**, v. 14, n. 1, p. 16–29, 2020.

DE CARVALHO, B. F.; BARRETO, G. N. list of native species proposed for food forest model in anthropized area of seasonal dry tropical forest in Murici dos Portelas-PI, brazil. *In: Actas del I Congreso Euroamericano de Procesos y Productos Alimentarios*. 1. ed. Fortaleza: Editora IME, 2021 a. *E-book*. Disponível em: <https://ime.events/ceapa/anais>

DE CARVALHO, B. F.; BARRETO, G. N. Espécies arbóreas nativas recomendadas para a conservação de abelhas indígenas em propriedade rural no município de Murici dos Portelas-PI. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 08, 2021 b.

DE CARVALHO, B. F.; BARRETO, G. N. Potencial econômico sustentável de criação de mamangabas em propriedade particular no município de Murici dos Portelas-PI. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 09, 2021 c. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/rema/3093>

DE CARVALHO, B. F.; BARRETO, G. N. Potencial para cadastro de área de soltura de animais silvestres em propriedade rural no município de Murici dos Portelas-PI. **Revista Multidisciplinar De Educação E Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 10, 2021 d. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/rema/3094>

DE CARVALHO, B. F.; BARRETO, G. N.; SOUSA, D. B. de C. Potencial para promoção de saúde mental através de ecoturismo em propriedade rural no município de Murici dos Portelas-PI. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 2, n. 4, p. 47, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.51161/remes/2802>

DE OLIVEIRA JÚNIOR, M. A. C.; SILVA, L. do N.; SILVA, R. L. S.; TEIXEIRA, L. I. L.; SENA, E. de M.; DE ARRUDA, P. C. L. ICMS ECOLÓGICO : uma análise das ações realizadas no município de Piripiri - PI. **Revista Somma**, v. 5, n. 1, p. 80–87, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/ie/article/download/1677/1502>

DE OLIVEIRA, M. T.; CASSOL, H. L. G.; GANEM, K. A.; DUTRA, A. C.; PRIETO, J. D.; ARAI, E.; SHIMABUKURO, Y. E. Mapping the Cerrado's vegetation cover – A review of remote sensing initiatives. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, n. 50th Anniversary Special Issue, p. 1250–1274, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/rbcv72nespecial50anos-56591>

FRANÇA, C. J. L.; PIUZANA, D.; ROSS, L. S. J. Fragilidade Ambiental Potencial e Emergente em núcleo de desertificação no semiárido brasileiro (Gilbués, Piauí). **Revista Espacios**, v. 38, n. 31, p. 21–29, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n31/a17v38n31p21.pdf>

FREITAS, P. V. D. X. de F.; FAQUINELLO, P.; ISMAR, M. G.; TOMAZELLO, D. A.; ISKLANDAR, G. R. Noções básicas para criação de abelhas nativas: alimentação e multiplicação. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. e44942815–e44942815, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2815>

GUAGLIARDI, R. **Programa Estadual de Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs: 10 anos de apoio à conservação da biodiversidade**. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente, 2018. *E-book*. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Henrique-Barros-6/publication/334429798_Programa_Estadual_de_Reservas_Particulares_do_Patrimonio_Natural_RPPNs_10_ANOS_DE_APOIO_A_CONSERVACAO_DA_BIODIVERSIDADE/links/5d28aaffa6fdcc2462da0c90/Programa-Estadual-de-Reser

IVANOV, M. M. M. **Unidades de conservação do estado do Piauí**. Teresina: EDUFPI, 2020. *E-book*. Disponível em: https://ufpi.br/arquivos_download/arquivos/edufpi/AF_201210_02_MMM_Livro.pdf

KARK, S.; VAN RENSBURG, B. J. Ecotones: Marginal or central areas of transition? **Israel Journal of Ecology and Evolution**, v. 52, n. 1, p. 29–53, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1560/IJEE.52.1.29>

LAVINAS, F. C.; MACEDO, E. H. B. C.; SÁ, G. B. L.; AMARAL, A. C. F.; SILVA, J. R. A.;

AZEVEDO, M. M. B.; VIEIRA, B. A.; DOMINGOS, T. F. S.; VERMELHO, A. B.; CARNEIRO, C. S.; RODRIGUES, I. A. Brazilian stingless bee propolis and geopropolis: promising sources of biologically active compounds. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 29, n. 3, p. 389–399, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.11.007>

LEAL, I. R.; MARIA, J.; TABARELLI, M.; THOMAS, E.; JR, L. Changing the Course of Biodiversity Conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701–706, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00703.x>

MATOS, M. de Q.; FELFILI, J. M. Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 483–496, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-33062010000200019>

MESQUITA, T. K. da S.; LIMA, I. M. de M. F.; SANTOS-FILHO, F. S. Where is the Lake that Was Here? A Case Study on the Portinho Lake in Piauí, Brazil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 1, p. 346–356, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v10.6.p346-356>

OJIDOS, F.; PÁDUA, C. V.; PELLIN, A. **Conservação em ciclo contínuo: Como gerar recursos com a natureza e garantir a sustentabilidade financeira de RPPNs**. 1ª ed. São Paulo: Essential Idea, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://www.essentialidea.com.br/portfolio-item/conservacao-em-ciclo-contínuo/>

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo: SMA/CBRN, 2013. *E-book*. Disponível em: https://www.academia.edu/74460245/Experiências_de_pagamentos_por_serviços_ambientais_no_Brasil

PIAUI. **Lei Ordinária nº 5.977 de 24 de fevereiro de 2010**. Teresina: Estado do Piauí, 2010. Disponível em: <http://legislacao.pi.gov.br/legislacao/default/ato/14504>

RIVAS, M. P. **Macrozoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Parnaíba**. Rio de Janeiro: IBGE Primeira Divisão de Geociências do Nordeste, 1996. *E-book*. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=284769&view=detalhes>

ROBALINO, J.; PFAFF, A.; SANDOVAL, C.; SANCHEZ-AZOFEIFA, G. A. Can we increase the impacts from payments for ecosystem services? Impact rose over time in Costa Rica, yet spatial variation indicates more potential. **Forest Policy and Economics**, v. 132, n. January, p. 102577, 2021.

SÁ- FILHO, G. F. de; SILVA, A. I. B. da; COSTA, E. M. da; NUNES, L. E.; RIBEIRO, L. H. de F.; CAVALCANTI, J. R. L. de P.; GUZEN, F. P.; OLIVEIRA, L. C. de; CAVALCANTE, J. de S. Plantas medicinais utilizadas na caatinga brasileira e o potencial terapêutico dos metabólitos secundários: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, p. e140101321096, 2021.

SANTOS-FILHO, F. S.; SOUSA, S. R. V. S. [IN]CI(PI)ÊNCIA: PANORAMA GERAL DOS ESTUDOS SOBRE BIODIVERSIDADE NO PIAUÍ. **Revista Equador**, v. 7, n. 2, p. 17–41, 2018.

SMITH, T. B.; KARK, S.; SCHNEIDER, C. J.; WAYNE, R. K.; MORITZ, C. Biodiversity hotspots and beyond: The need for preserving environmental transitions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 16, n. 8, p. 431, 2001.

SOUSA, M. Â. de M. O ICMS ECOLÓGICO NO PIAUÍ. **informe econômico (UFPI)**, v. 35, n. 2, p. 83–85, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/ie/article/download/1677/1502>

Sistema de esgotamento sanitário em áreas de interesse social: estudo de caso de um conjunto habitacional do Programa Minha Casa Minha Vida

Andreza Aurielle da Silva Almeida^a, Simone Célia Da Silva Assumpção^a, Wallace Gomes Camelo^b, Pedro Henrique Carios Santiago^b, Jefferson Erasmo de Souza Vilhena^c *

^a Colegiado de Engenharia Civil, Estácio de Macapá. Rodovia Josmar Chaves Pinto.

^b Colegiado de Ciências Ambientais, Universidade federal do amapá. Rodovia. Josmar Chaves Pinto, Jardim Marco Zero.

^c IEPA, Instituto De Pesquisas Científicas e Tecnológicas Do Estado Do Amapá. Bloco II Sala E, Rodovia Josmar Chaves Pinto.

***Autor correspondente:** Jefferson Erasmo de Souza Vilhena ^c, Doutor em Biotecnologia, Biodiversidade e conservação, Bloco II Sala E, Rodovia Josmar Chaves Pinto, km 02. 9698115-6598; jeffersonerasmo@hotmail.com

Data de submissão: 16-05-2022

Data de aceite: 21-07-2022

Data de publicação: 31-08-2022

RESUMO

Introdução: No saneamento básico, sistemas de coleta e tratamento dos esgotos sanitários são de grande importância na saúde pública, pois tem o objetivo de reduzir uma série de impactos negativos causados ao meio ambiente. Quando essa infraestrutura é implantada em áreas de conjuntos habitacionais, tem a função de oferecer o tratamento e destino adequado do esgoto produzido. Formado por habitações de interesse social, visto que nos últimos anos, o esgoto sanitário do conjunto apresentou vazamento e transbordamento, submetendo os moradores à exposição de doenças e possibilidade de contaminação do corpo hídrico. **Objetivo:** O objetivo dessa pesquisa é verificar a eficácia do Sistema de Esgotamento Sanitário do Conjunto Habitacional Macapaba na capital Macapá-AP. **Material e Método:** A metodologia incluiu pesquisa bibliográfica levantamento de campo, registro fotográfico, observações através dos moradores do conjunto e técnicos da Companhia de Água e Esgoto do Amapá-CAESA. **Resultados:** A inauguração da Estação de Tratamento de Esgoto-ETE ocorreu em 17/11/2016 e foram realizados testes nos sopradores, a regulagem da aeração, testes com Estação Elevatória de Esgoto-EEE, bomba de cloro, solenoide e painéis, finalizando com o treinamento de operação e manutenção do sistema. Atualmente alguns equipamentos não estão funcionando e desempenhando a sua função no tratamento do esgoto como: os sopradores, filtros e geradores. **Conclusão:** O Esgoto Sanitário do Conjunto Habitacional não possui a eficiência projetada, pois apresenta falhas tanto na operação. No relatório da fabricante, a empresa aponta falhas na operação do sistema envolvendo a falta de manutenção dos componentes e conservação inadequada dos equipamentos entregues. No que diz respeito a possibilidade de vazamento pelas tubulações, visto que, segundo a empresa construtora, o sistema aeróbio apresenta falhas no funcionamento. A equipe técnica da CAESA, em seu relatório situacional, concluiu que o valor estabelecido pelo CONAMA de 120mg/L, não se aplica ao tratamento de esgoto do conjunto Macapaba.

Palavras-chave: Esgoto Sanitário; Saneamento Básico; Habitação de Interesse Social.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o déficit de moradia e de saneamento básico tem dificultado o acesso da sociedade, especialmente dos mais pobres, à infraestrutura essencial de coleta e tratamento de esgoto sanitário e ao abastecimento de água. Solucionar esses déficits é responsabilidade dos municípios, porque de acordo com determinações da Lei do Saneamento nº 11.445 Brasil (2007), todas as cidades elaborem ou adequem seus planos municipais de saneamento básico, compatibilizados com seus Planos Diretores e de Desenvolvimento Urbano.

Segundo Dickstein e Chermont (2020), o saneamento básico é entendido como parte do setor de infraestrutura, tendo em vista, principalmente, as obras envolvidas para implantação de estruturas que possibilitem a prestação de serviços como: instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais.

Para reduzir a questão do déficit habitacional, os Governos Federal, Estadual e Municipal, programaram políticas habitacionais, como por exemplo, o Programa Minha casa Minha Vida, que marca a priorização de uma padronização dos conjuntos habitacionais que visam atender a população de baixa renda, em especial as que se encontram: em áreas de risco; em condições inadequadas de moradia; ou em áreas ambientalmente protegidas (AMORE; SHIMBO; RUFINO, 2015).

Os projetos previstos para atender a infraestrutura urbana e de saneamento básico para essas áreas de interesse social, buscam oferecer aos moradores a oportunidade de desfrutar de uma habitação com acesso às condições mínimas de dignidade, como: água potável, esgoto tratado, coleta de lixo, transporte público, mobilidade, iluminação, urbanização, áreas de convívio, entre outros serviços básicos.

Krause, Neto e Correia (2015) explicam que apesar de haver um planejamento técnico, físico e financeiro para implantação de um conjunto habitacional, nem sempre o projeto proposto para Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), consegue atender de forma satisfatória todas às necessidades de seus contribuintes. Também, em alguns casos, os requisitos mínimos recomendados em projeto não são atendidos durante a execução da obra ou, ainda, as questões ambientais envolvidas são negligenciadas.

Assim, esse artigo teve por objetivo realizar um estudo de caso do Sistema de Esgoto Sanitário do Conjunto Habitacional Macapaba, localizado na zona norte da cidade de Macapá no Estado do Amapá, para colocar em questão o tratamento dado aos efluentes provenientes do esgoto doméstico, uma vez que esse conjunto é formado por habitações de interesse social e faz parte do Programa do Governo Federal Minha Casa Minha vida.

Segundo Lima (2019) os moradores do conjunto Macapaba, estão sendo obrigados a conviver há mais de 01 (um) ano com o mau cheiro provocado pelo vazamento e transbordamento dos poços de visita da rede de esgoto. Os conflitos, tanto de ordem social

quanto ambiental, começaram pós-ocupação do conjunto e podem estar sendo causados por diversos fatores como: falta de manutenção preventiva e de campanhas de conscientização da população, inexecução de todas as etapas previstas em projeto, subdimensionamento na concepção dos projetos, entre outras.

O interesse pelo tema surgiu a partir da preocupação com destino adequado do esgoto produzido por esses conjuntos habitacionais, entendendo que deve começar no momento em que eles são projetados, pois o município de Macapá tem enfrentado sérios problemas e desafios que vem sendo observados pós-ocupação dessas unidades habitacionais. Importante destacar também que neste momento de pandemia, a falta da infraestrutura de saneamento básico, tem dificultado ainda mais as ações preventivas destinadas a evitar propagações de vírus.

Esse é um trabalho oportuno e de extrema relevância para os gestores públicos, para área acadêmica, arquitetos, profissionais da engenharia civil e sanitária que irão planejar e executar unidades habitacionais em áreas de interesse social, a partir dos Programas oferecidos pelo Governo Federal, pois precisam estar atentos, desde a concepção dos projetos até a execução de um Sistema de Esgotamento Sanitário, visto que ainda são precários e afetam muito a saúde da população.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Lócus da Pesquisa

Este estudo de caso foi realizado no Conjunto Habitacional Macapaba, na zona norte da cidade de Macapá no Estado do Amapá, o conjunto é composto por 2 conjuntos habitacionais denominados Macapaba 1 e 2, está localizado na zona norte, as margens da BR-156 da cidade de Macapá no Estado do Amapá, com objetivo de verificar a eficácia do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) executado para coletar e tratar os efluentes provenientes das unidades habitacionais do conjunto.

Para realização desse estudo, buscou-se primeiramente realizar uma pesquisa documental dos projetos elaborados, manuais e relatórios técnicos sobre a execução do SES, também foram realizadas visitas “in loco” para observação direta e registro fotográfico da composição do sistema implantado, seguida de entrevistas informais com moradores, análise e avaliação dos resultados obtidos. Na visita técnica realizada na Companhia de Água e Esgoto do Amapá- CAESA, foi possível obter informações com a equipe de engenheiros do setor de Serviços Estudos de Estudos e Projetos Metropolitanos – SEREPROM que gentilmente disponibilizaram os projetos elaborados para o SES do conjunto Macapá e alguns relatórios de obras.

Figura 1 — Mapa de Localização



Fonte: Almeida; Assumpção (2021)

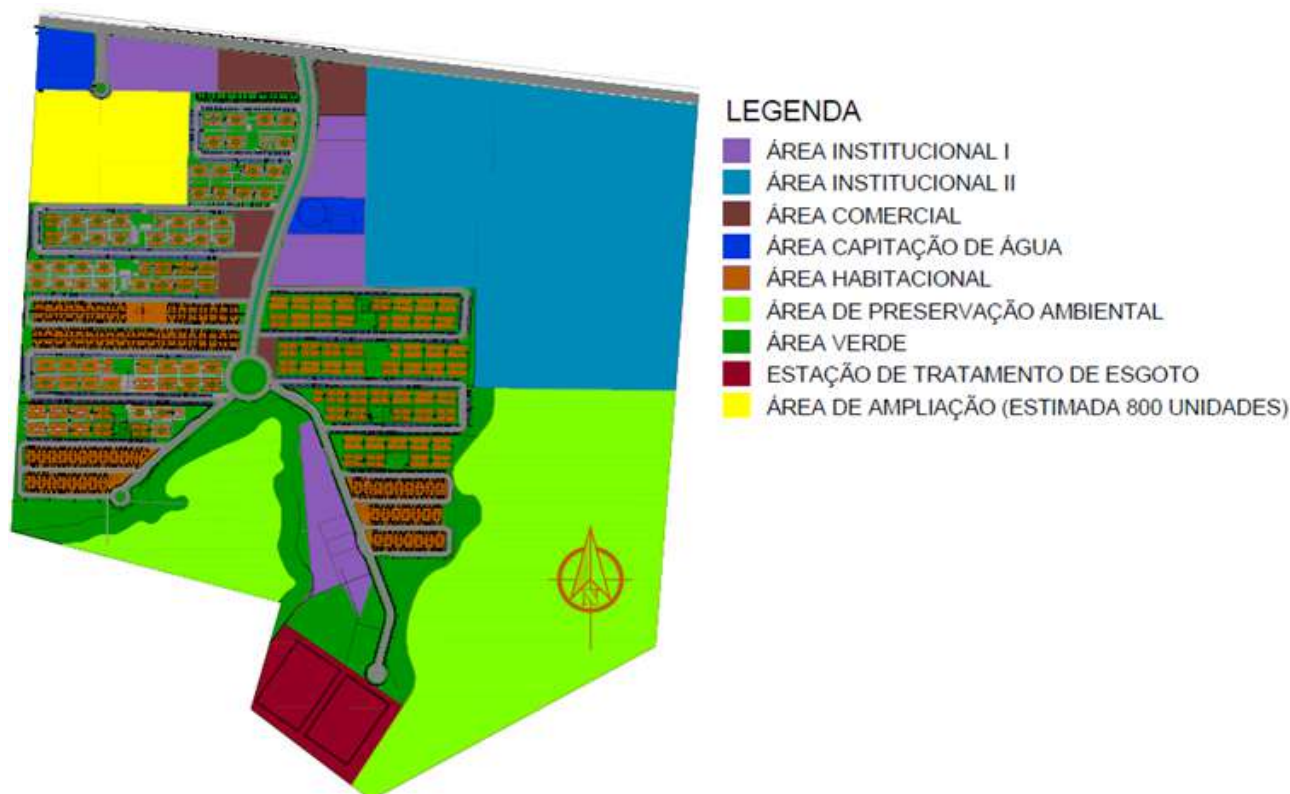
2.4 A Estação de Tratamento de Esgoto do Conjunto Macapaba/AP

Na análise documental realizada no Relatório de Aprovação de Projeto N° 10/2016, elaborado pela equipe técnica da CAESA, foi constatado que os projetos da Estação de Tratamento de Esgoto do conjunto Macapaba foram considerados aprovados com condicionantes pela concessionária local, entre essas condicionantes está a exigência de que a DBO fosse inferior a 40 mg/L. De forma resumida a composição do SES do conjunto habitacional está representada na implantação geral da figura 2 extraída da análise do projeto proposto para o sistema.

Nesta área da cidade não existe rede coletora de esgoto da CAESA, por isso o conjunto prevê uma Bacia de Esgotamento, contendo os seguintes elementos: Coletor predial, Coletor Primário, Poços de Visita (PV), Cx. de Passagem com Gradeamento (CPG) Estação Elevatória de Esgoto (EE), Calha Parshal (CP) e Estação de Tratamento de Esgoto contendo: caixa distribuidora de vazão (CD), Biorreatores Aerado (BA), Adensadores de

Lodo (AL), Caixa Cloradora (CC) e Emissário Final (EF).

Figura 2: Implantação Geral do Conjunto Macapaba



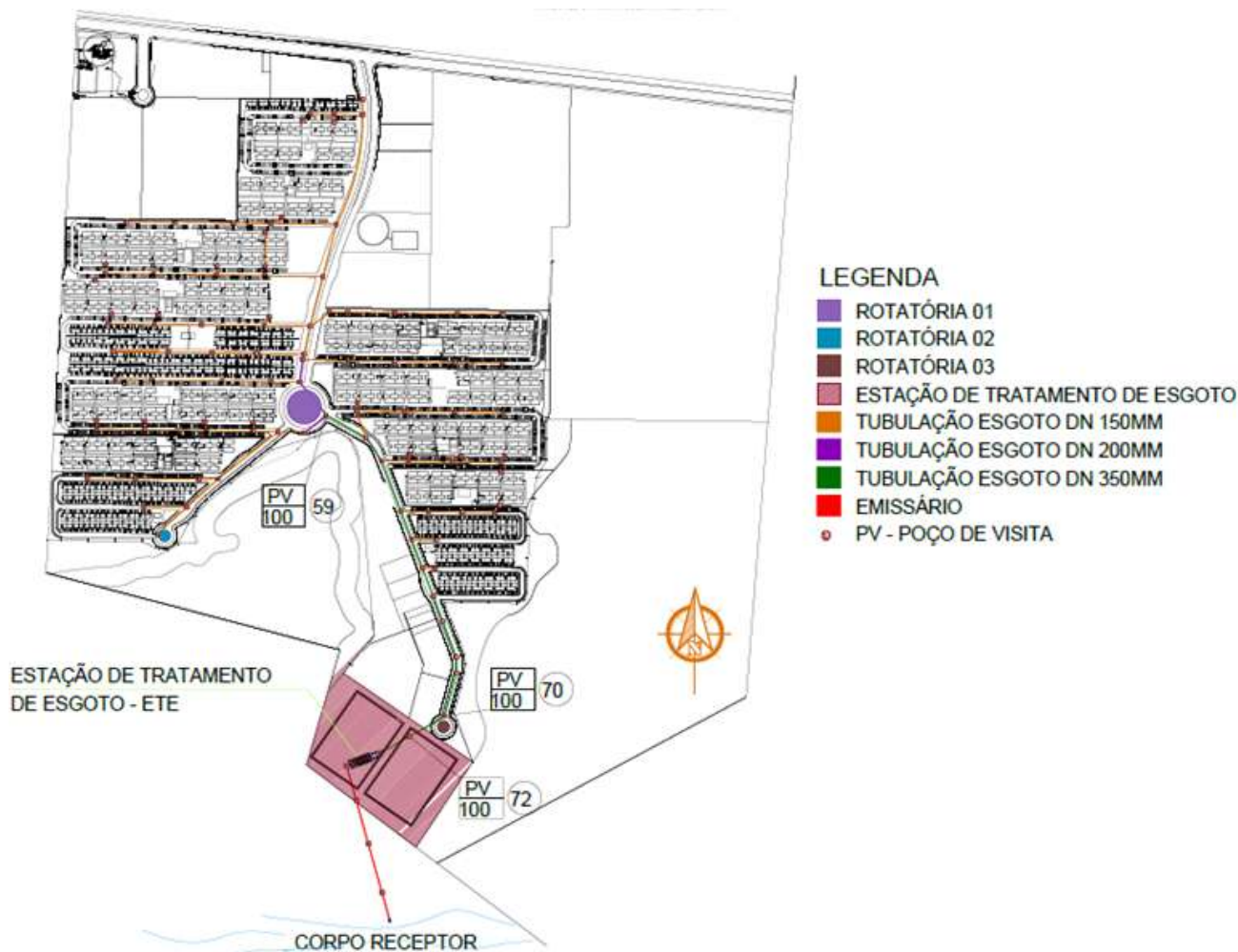
Fonte: Almeida; Assumpção (2021)

Pode-se dizer que dentro de um planejamento racional e adequado, o projeto como um todo, foi desenvolvido de modo a garantir a plena segurança ao sistema coletor de esgoto sanitário. Após o tratamento, o destino dos efluentes doméstico se dá por gravidade através de um emissário em concreto de 400mm lançado no corpo receptor distante aproximadamente 227 metros da ETE (Figura 4).

O projeto optou por um sistema de coleta convencional do tipo separador absoluto. O traçado da rede coletora implantada é perpendicular variando de 150 mm a 200 mm para a rede coletora e 350 mm para a adução até a ETE. Todas as tubulações são em PVC-PJE cor ocre, até o ponto de lançamento a rede está interligada por poços de visita e possui coleta de todas as ligações prediais dos blocos.

Segundo o Manual da Mizumo, fabricante da ETE do Conjunto Habitacional Macapaba, para a composição do processo de tratamento dos efluentes estão contempladas as seguintes etapas: a) Pré-tratamento (Gradeamento / Caixa de Areia / Caixa de Separação de Gordura e Caixa Divisória de Fluxo), b) Etapa Anaeróbia; c) Etapa Aeróbia (filtro aeróbio); d) Decantador secundário; e) Desinfecção (cloro). O sistema de tratamento pode ser caracterizado como biológico de tratamento contínuo pela tecnologia de lodos ativados.

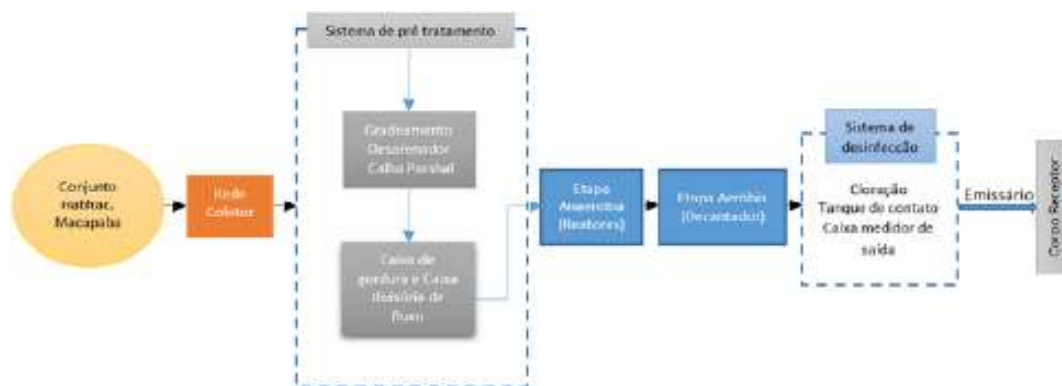
Para complementar o estudo foram feitas observações e estudos bibliográficos afim de argumentar o estudo em questão.

Figura 3: Rede Coletora até o lançamento - PVS'S e DN's

Fonte: Almeida; Assumpção (2021)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do tratamento o sistema possui um pré-tratamento que incluem o gradeamento e a caixa de areia. O gradeamento tem a função de retenção dos sólidos grosseiros e deve ser inspecionado diariamente. As caixas de areia ou desarenadores, possuem dois canais paralelos com comportas e operam alternadamente, direcionando os fluxos através das comportas quando a limpeza é realizada no canal saturado (Figura 4).

Figura 4: Fluxograma de Operação da ETE

Conforme pode ser observado na foto 5 o encontro dos fluxos ocorre no PV 59 localizado próximo à rotatória 1 e seguem por gravidade por uma tubulação de DN 350mm até o PV 72, passando pelo PV 70 da rotatória 3. A partir daí os efluentes são divididos em 2 tubulações de DN 200mm para então iniciar o processo de tratamento.

Figura 5: PV 59 localizado próximo à rotatória até o PV 72, passando pelo PV 70 da rotatória 3.



Fonte: Almeida; Assumpção (2021)

O primeiro tratamento ocorre em 2 caixas de gradeamento constituídas de grades de ferro ou de aço posicionadas transversalmente na caixa de gradeamento e tem a função de sedimentar os sólidos orgânicos, são compostos por 2 caixas de areia, (desarenadores) e possuem comportas para realização de limpeza e manutenção (Figura 6 e 7). Antes de seguir para fase anaeróbia, os efluentes são separados em 2 caixas de gordura e divisória de fluxo. A caixa de gordura faz a contenção do fluxo de esgoto e também a contenção de gordura e sólidos. Já a caixa divisória de fluxo tem a função de realizar a distribuição adequada dos efluentes nas 4 linhas anaeróbias do sistema. As imagens mostram a ausência de manutenção recorrente nos equipamentos, pois as caixas de areia e a calha parshal encontram-se tomadas pelo mato, dificultando o fluxo dos efluentes. Tais fatores contribuem para um funcionamento ineficiente, de acordo com trabalhos bibliográficos anteriores.

Figura 6 e 7: Caixas de gradeamento, caixas de areia, caixas de gordura

Fonte: Almeida; Assumpção (2021)

Em seguida os efluentes passam pelos reatores aeróbios responsáveis pela oxidação da matéria orgânica (etapa aeróbia) onde ocorrem as reações bioquímicas e em determinadas condições, de nitrogênio e de fósforo, através de micro-organismos presentes no esgoto e da inserção de oxigênio. A inserção de oxigênio do ar é por via de difusores e sopradores de ar, em seguida o efluente passa para um decantador secundário, no interior dessa etapa existe o meio filtrante responsável pela depuração da matéria orgânica, finalizando com a desinfecção com cloro. A desinfecção é feita por meio de bombas dosadoras.

Segundo o relatório de análise técnica da empresa Direcional Engenharia responsável pela construção e viabilização do SES a inauguração da ETE ocorreu em 17/11/2016 com a operação assistida pelas principais autoridades do Estado, ocasião em que foram realizados testes nos sopradores, a regulagem da aeração, testes com EEE, bomba de cloro, solenoide e painéis, finalizando com o treinamento de operação e manutenção do sistema, ministrado pela equipe da empresa Mizumo, fabricante da ETE (CAESA, 2016).

As vistorias “in loco” à Estação de Tratamento de Esgoto – ETE do Macapaba ocorreram nos dias 20/08 e 10/09/21. Segundo informações, atualmente alguns equipamentos não estão funcionando e desempenhando a sua função no tratamento do esgoto como: os sopradores, filtros e geradores. O técnico informou também que a manutenção periódica prevista no manual do fabricante não vem sendo realizada pela concessionária local. O que contribuiu para o uso inadequado do sistema, entrando em desacordo ao que é sugerido, de acordo com estudos bibliográficos anteriores (AMORE, 2015; AYRES, 2006).

Com base na visita “in loco”, nos manuais e nos projetos analisados, foi possível observar que a ETE está localizada em uma área mais baixa do loteamento e favorecendo o escoamento do fluxo de contribuição de esgoto por gravidade. Na análise do projeto foi observada a previsão de uma futura estação elevatória de esgoto (EEE) para uma área ainda não construída. Isto também contribui para o sucateamento do sistema, causando falhas subsequentes (ALMEIDA, 2000; BERRIEL, 2015).

Conforme mostra a figura 5, o PV 59 próximo a rotatória ainda apresenta vazamento deixando as vias de entorno intrafegáveis. Segundo informações obtidas com alguns moradores e presidente de bairro, os problemas relacionados ao mau cheiro continuam e o acúmulo de lixo nos PV's permanece

A partir das queixas dos moradores, o esgoto sanitário do conjunto apresentou vazamento e transbordamento, submetendo os mesmos à exposição de doenças, mau cheiro e possibilidade de contaminação do corpo hídrico, sendo possível detectar no local, que existe uma inadequada manutenção da rede coletora de esgoto, dos poços de visita e dos módulos que compõem a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) (Figura 5 e 6)

Figura 5 e 6: Vazamento e transbordamento dos PV's



Fonte: Almeida; Assumpção (2021)

Considerando um atendimento de 100% dos moradores do conjunto com coleta e tratamento de esgoto, para definição das vazões e volumes necessários para projetar o sistema, é primordial conhecer a população a ser atendida. Partindo desse princípio o sistema foi projetado para atender uma população de estimada 32 mil habitantes, distribuídos em 5.166 unidades habitacionais (CAESA, 2016).

De acordo com os relatórios técnicos analisados (CAESA, 2016; PLANHAB, 2010), tanto da empresa Direcional, quanto da CAESA, bem como, com base nas vistorias realizadas foi possível identificar alguns fatores que podem ter contribuído para os transtornos que os beneficiários do conjunto vêm sofrendo com o esgotamento sanitário do conjunto, entre os quais se destacam os seguintes:

No relatório da fabricante da ETE (MIZUMO, 2011), a empresa aponta as falhas na operação do sistema envolvendo a falta de manutenção dos componentes da ETE e conservação inadequada dos equipamentos entregues. Apontando também a falta de cumprimento das recomendações do manual do fabricante para inspeção e manutenção diária do gradeamento, como por exemplo, a retirada dos sólidos grosseiros que ficam retidos, visto que a falta de limpeza periódica do gradeamento poderá causar a elevação do nível a montante da grade, facilitando a passagem dos sólidos pela parte superior da grade.

A fabricante observou em seu relatório a ausência da periodicidade da limpeza dos canais saturados das caixas de areia, com a retirada dos sólidos depositados no fundo do canal e devido o descarte. Somado a este evento destaca que existe falta de limpeza mensal das caixas de gordura e divisórias de fluxo e que a área do sistema anaeróbio apresenta falta de limpeza e entupimentos, deixando de atender o manual de operação que recomenda que a limpeza deve ocorrer a cada 06 meses (MIZUMO, 2011). Segundo a empresa construtora, o sistema aeróbio apresenta falhas no funcionamento, pois os sopradores ficaram parados por mais de 40 dias e foi detectada a falta de controle de espuma no sistema. Durante a vistoria, observou-se que os sopradores ainda se encontram parados e a casa de máquinas ainda apresenta indícios de abandono e depredação.

A equipe técnica da CAESA, em seu relatório situacional, concluiu que o valor estabelecido pelo CONAMA de 120mg/L, não se aplica ao tratamento de esgoto do conjunto Macapaba, visto que o corpo receptor não possui capacidade para receber a carga de contribuição de esgoto proveniente do conjunto, por ser sazonal, possuir baixa vazão e como consequência baixa diluição, chegando a ser perene no período de estiagem, fixando que o tratamento seja capaz de reduzir a DBO para 30mg/L (PINHEIRO & FERNANDES, 1995).

Assim, o relatório da equipe da CAESA, considerou que o SES do conjunto habitacional Macapaba, está subdimensionado e que a ETE restou insuficiente para o tratamento adequado do esgoto produzido pós-ocupação do conjunto, ocasionando contaminação no corpo receptor, estabelecendo que a ETE deverá atingir uma eficiência de 88% a 90% (CAESA, 2016).

4 CONCLUSÃO

O sistema de esgotamento sanitário garante a qualidade de vida de populações, dessa forma Estações tratamento de esgotos entram como importantes instrumentos nesse sentido. Um planejamento racional e adequado é desenvolvido de modo a garantir a plena segurança ao sistema coletor de esgoto sanitário. Após o tratamento, o destino dos efluentes domésticos são lançados no corpo receptor. No estudo analisou o destino adequado do esgoto produzido pelos conjuntos da estação de tratamento Macapaba, percebendo que infelizmente tem enfrentado sérios problemas e desafios. Concluindo que faltou uma séria estrutura e planejamento local para essa implantação.

Ressalta-se que importantes documentos evidenciam que o valor estabelecido pelo CONAMA de 120mg/L, não se aplica ao tratamento de esgoto do conjunto Macapaba. Considerando um atendimento de 100% dos moradores do conjunto com coleta e tratamento de esgoto.

Partindo desse princípio o sistema foi projetado para atender uma população de estimada 32 mil habitantes, distribuídos em 5.166 unidades habitacionais, e sendo de crucial importância, para definição das vazões e volumes necessários para projetar o sistema, é primordial conhecer a população a ser atendida. Assim, estudos apontam que a ETE deverá atingir uma eficiência de 88% a 90%.

REFERÊNCIAS

AMORE, C. S. A.; SHIMBO, L. Z.; RUFINO, M. B. C.R. Minha casa. Minha Cidade? Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados Brasileiros. 1 ed. Rio de Janeiro/RJ: **LetrCapital**, v. 1, f. 428, 2015, p. 63-195. (Metrópoles/Teses & Dissertações), 2015.

AYRES, Marcus Vinícius Antônio (Org) et al. **Sustentabilidade em Habitações de Interesse Social**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, v. 1, f. 238, 2006. 57.2006. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/personal_files/ Acesso em: 6 mai. 2021.

ALMEIDA, M. A. **Plácido de Indicadores de salubridade ambiental em favelas localizadas em áreas de proteção aos mananciais: o caso da favela Jardim Floresta /** M.A.P. de Almeida, A.K. Abiko. -São Paulo: EPUSP, 2000. 28 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/264)

BERRIEL, Luiza Helena. Lei 10.257/2001: **O Estatuto da Cidade**. Jus.com.br, PUC, v. 44, out 2015. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/oestatuto-da-cidade>. Acesso em: 26 ago. 2021.

BRASIL. **Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República Direito à moradia adequada**. – Brasília: Coordenação Geral de Educação em SDH/PR, Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos, 2013. 76 p., il.

_____. Senado. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. n. 430, de 15 de maio de 2011. Diário Oficial da União, 16 de maio de 2011. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em: 5 out. 2021.

_____. **Lei nº 11.124**, de 16 de junho de 2005. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social e institui o Conselho Gestor do FNHIS. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 17 jun. 2005. Disponível em: Acesso em: 30 out. 2021.

_____. **Lei n. 11.445**, de 04 de janeiro de 2007. Diário Judicial Eletrônico, 05 de janeiro de 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm. Acesso em: 12 out. 2021

_____, **Ministério das Cidades. Avanços e Desafios: Política Nacional de Habitação**. 1 ed. Secretaria Nacional de Habitação.: Habitar Brasil Bid, v. 1, f. 96, 2010. 100 p. (Governo Federal). Disponível em: www.cidades.gov.br. Acesso em: 14 jul. 2021.

_____, **Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Diagnostico dos serviços de água e esgotos: Série Histórica 1995 - 2002. 2001.

_____. Senado Federal. **Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Diretrizes nacionais para o saneamento básico Diário Judicial Eletrônico, Brasil, 05 de janeiro de 2007, ano 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445.htm. Acesso em: 5 set. 2021.

_____. NBR 8160 - **Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução, de 01 de novembro de 2020**. Diário Oficial da União, 23 de novembro de 2020, ano 2020.

_____. NBR 9648 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário - Procedimento, de 12 de janeiro de 1986. Diário Judicial Eletrônico, ano (ABNT, 1986)

CAESA, SES Macapaba I e II. Macapá I e II: **Relatório do Sistema de água e esgoto do residencial**. 9 ed. Macapá/AP, 2016.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Demanda habitacional no Brasil**. Brasília, 2012. Disponível em: Acesso em: 19 mai. 2021.

DICKSTEIN, André Constant (Org.); CHERMONT, Juliana (Org.). **Vozes para o Saneamento Básico**. 1 ed. Rio de Janeiro-RJ: CAO Meio Ambiente e Patrimônio Cultural. v. 1, f. 100, 2020. 73 p. (Coletânea de Artigos). Disponível em: ierbb.mprj.mp.br | e-mail: ierbb@mprj.mp.br ISBN: 978-85-93489-10-5. Acesso em: 20 mai. 2021.

KRAUSE, Balbim, R; NETO, Cleandro L; CORREIA, Vicente. **Para além do Minha Casa Minha Vida: Uma política de habitação de interesse social**. Rio de Janeiro/RJ, f. 43, 2015 Tese - Ipea, Brasil. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria> URL: <http://www.ipea.gov.br>. Acesso em: 3 out. 2021.

LIMA, Douglas. **Rede de água e esgoto do Macapaba estoura e população sofre consequências**. Diário do Amapá. Macapá/AP, ano 2019, 22 mai. 2019. Caderno Cidades. Disponível em: <https://www.diariodoamapa.com.br/cadernos/cidades/macapaba-amanhece/> Acesso em: 14 set. 2021.

MIZUMO (Org.). **Mizuno lança ETE personalizada para o “Minha Casa Minha Vida”**. Portal. Brasil, 2011. Em: <https://www.revistafatorbrasil.com.br/>. Acesso em: 18 out. 2021.

PLANHAB, Secretaria Nacional de Habitação. **Plano Nacional de Habitação**. 2010.

PINHEIRO E FERNANDES, Klosthenes Moreira; Renato de Oliveira. **Conceitos básicos de um sistema de esgotamento sanitário**. 1995. Disponível em: <http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=esgoto-p1.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2021.

RUBIN, Graziela Rossatto; BOLFE, Sandra Ana. **O desenvolvimento da habitação social no Brasil**. Santa Maria/RS, v. 36. 201–213 p Tese, Ciência e Natura, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/11637/pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

SIQUEIRA, T.A; ARAÚJO, R. Programa de Habitação Social no Brasil: **Perspectivas Online: Humanas & Sociais Aplicadas**. 10 ed. v. 4, n. 10, 11 dez. 2014., v. 4, 2014.

Identificação e avaliação preliminar de impactos socioambientais no Rio Piranhas, Jardim de Piranhas, Rio Grande do Norte

José Lucas dos Santos Oliveira ^{a*}, Cynthia Arielly Alves de Sousa^b, Eliane Alves Lustosa ^c,
Thayná Kelly Formiga de Medeiros ^d, Edevaldo da Silva ^{ac}

^a Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal da Paraíba. Campus I, Cidade Universitária, João Pessoa, Paraíba, CEP: 58051-900.

^b Escola Municipal Presidente Kennedy. Avenida Doutor Carlindo de Souza Dantas, 381, Centro, Caicó, Rio Grande do Norte.

^c Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, Paraíba, CEP: 58708-110.

^d Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF), Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, Paraíba, CEP: 58708-110.

***Autor correspondente:** Doutorando em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Rua Inácio Fernandes Nóbrega, Bairro Belo Horizonte, CEP: 58704-270, Patos, Paraíba. Telefone de contato: (83) 9 9828-4839; E-mail de contato: lucasoliveira.ufcg@gmail.com.

Data de submissão: 08-07-2022

Data de aceite: 24-08-2022

Data de publicação: 10-09-2022



10.51161/editoraime/108/80



RESUMO

A água é um recurso natural imprescindível para a manutenção da vida, sendo necessário que seu uso seja racional e sustentável. O objetivo deste estudo foi avaliar os impactos socioambientais no Rio Piranhas, Jardim de Piranhas, Rio Grande do Norte. Para tanto, foram realizados registros dos impactos socioambientais, nesse rio e em seu entorno, por meio de uma pesquisa de campo observacional, descritiva e qualitativa. Foi observado que os principais usos do Rio Piranhas para a população eram: a dessedentação animal, o abastecimento hídrico da cidade, a irrigação de culturas agrícolas, a pesca e atividades recreativas. Entretanto, observou-se que um trecho do rio, correspondente a área avaliada, estava eutrofizado. Foi observado também que em boa parte do trecho do rio que se estende na área urbana, foi encontrado a presença de resíduos sólidos em suas águas ou nas margens. Conclui-se então que apesar dos benefícios ecológicos e sociais oferecidos pelo Rio Piranhas para a população de Jardim de Piranhas, foi percebido, pelo estado de conservação atual do rio, que esse ecossistema se encontrava impactado. Dessa forma, políticas públicas em Educação Ambiental são importantes para a sensibilização e capacitação da comunidade, onde haja o resgate de valores socioambientais relacionados aos recursos hídricos e aos resíduos sólidos. O cidadão ambientalmente educado perceberá com criticidade a degradação ambiental e se mobilizará em busca de caminhos alinhados com a relação mais equilibrada entre o ser humano e o ambiente que ele faz parte.

Palavras-chave: Ecossistema; eutrofização; resíduos sólidos; impactos socioambientais.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural substancial para manutenção da vida no planeta e, em virtude de sua importância, está presente em inúmeras atividades socioeconômicas e industriais realizadas pelo homem (RIBEIRO; ROLIM, 2017; SOARES *et al.*, 2018; ANJINHO, 2019). Ela é um bem de uso múltiplo utilizado para diferentes necessidades sociais (ANDRADE; BARROS, 2019; RIBEIRO; ROLIM, 2017; OLIVEIRA; SANTOS; LIMA, 2017; ANJINHO, 2019).

Todavia, os recursos hídricos encontram-se sob grande pressão, especialmente devido ao crescimento populacional, desenvolvimento urbano e industrial, (ROCHA; PINHEIRO; COSTA, 2020; CANTELLE; LIMA; BORGES, 2018) por contribuírem para a sua degradação.

Dentre os impactos que podem ser observados aos recursos hídricos, a poluição é o mais recorrente, pois libera substâncias que modificam os atributos físicos, químicos e biológicos da água que podem afetar sua utilização para consumo humano, podendo ainda transmitir doenças (CORREA; LOPES; REZENDE, 2020; FONSECA *et al.*, 2019).

Os poluentes são inseridos no ecossistema aquático por meio de fontes pontuais e difusas de poluição. As fontes pontuais caracterizam-se pelo despejo direto de efluentes em um local específico, como rede de esgoto, contudo, suas fontes poluidoras são mais fáceis de serem controladas. Por outro lado, as fontes difusas estão relacionadas à deposição atmosférica, aos processos de erosão e lixiviação do solo que afetam áreas distantes da sua fonte original de poluição e, conseqüentemente, são mais difíceis de serem controlados ou mitigadas (ANJINHO, 2019).

No que tange as fontes de contaminação dos recursos hídricos, estas podem ocorrer com o descarte de efluentes industriais, agrícolas (SOARES; COLDEBELLA; FRIGO, 2021) e domésticos, ou pelo manejo inadequado do solo (GONÇALVES *et al.*, 2020) e descarte de resíduos sólidos (LAMIM-GUEDES; MOL, 2018).

A exploração, degradação, poluição e contaminação dos recursos hídricos são processos desastrosos para o ecossistema aquático, que prejudicam a qualidade e a oferta desse recurso para o meio ambiente, causando desequilíbrios ambientais, sociais e econômicos (SOARES; SIGNOR, 2021).

Neste contexto, é importante avaliar os impactos socioambientais presentes nos diferentes ecossistemas aquáticos, especialmente no semiárido brasileiro que, segundo Morais *et al.* (2017), é marcado pela escassez hídrica devido às características inerentes da região.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar impactos socioambientais observados nas águas superficiais e nas margens no Rio Piranhas, na área urbana da cidade de Jardim de Piranhas, Rio Grande do Norte, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Esta pesquisa foi desenvolvida no Rio Piranhas, no município de Jardim de Piranhas (RN), que possui uma população estimada em 15.044 habitantes. O município de Jardim de Piranhas (RN) possui ainda uma área territorial de 330,530 km² e está inserido no bioma Caatinga, mesorregião do Central Potiguar e na microrregião do Seridó Ocidental (IBGE, 2021) (Figura 1).

Figura 1: Mapa de localização do município de Jardim de Piranhas (RN).



Fonte: Os autores (2022).

A nascente do Rio Piranhas está localizada na Serra do Bongá, em Bonito de Santa Fé (PB), e recebe água de muitos afluentes no percurso até adentrar no Rio Grande do Norte pelo município de Jardim de Piranhas (MOREIRA, 2017).

O Rio Piranhas integra a bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, no qual se distribui no semiárido do Nordeste brasileiro, que se estende pelos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, recebendo em toda a sua extensão, afluentes de ambos os estados (AMORIM; RIBEIRO; BRAGA, 2016).

De acordo com dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Rio Piancó-Piranhas-Açu classifica-se, como perene, devido ao seu fluxo constante em virtude da presença de duas fontes de regularização, que são o complexo Curema/Mãe

D'água (PB) e o Armando Ribeiro Gonçalves (RN) criados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) (ANA, 2018).

2.2 Procedimento de Coleta de Dados

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, na qual os dados foram coletados por meio de pesquisa de campo (PRODANOV; FREITAS, 2013).

As coletas de dados foram realizadas no segundo semestre de 2022, entre os meses de junho e julho (final do período chuvoso da região). Para isto, foram efetuadas caminhadas e análises ao longo das margens do Rio Piranhas, no trecho que compreende apenas o perímetro urbano imediato do município de Jardim de Piranhas (RN).

As avaliações preliminares dos impactos socioambientais observados nas águas superficiais e nas margens no Rio Piranhas foram realizadas *in loco*, com registros fotográficos e anotações realizadas em caderneta de campo.

Para o tratamento dos dados coletados, foram realizadas análises qualitativas mediante a identificação, observação e descrição dos impactos socioambientais observados no Rio Piranhas (RN).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os recursos hídricos no Brasil são impactados por diferentes fontes poluidoras e contaminantes advindas principalmente do crescimento populacional e da industrialização, afetando, conseqüentemente, a qualidade da saúde humana (ARAÚJO; PANOSSO; COSTA, 2006). Moraes e Jordão (2022) complementam que, apesar dos impactos aos recursos hídricos, o Brasil ainda é um país que apresenta abundância na disponibilidade desse recurso natural.

No Nordeste do Brasil, em virtude dos períodos de estiagem, esse cenário acaba sendo diferente, no qual, a escassez de água se constitui como uma grande problemática social, evidenciando a importância exercida pelos reservatórios de água e rios perenes para a região (ARAÚJO; PANOSSO; COSTA, (2006).

Diante disso, destaca-se na região semiárida do Brasil os benefícios oferecidos pelo Rio Piranhas para o Seridó Norte riograndense, se constituindo como fonte de obtenção de água para atender necessidades socioeconômicas e para a dessedentação animal (Figura 2). Além disso, suas águas são utilizadas para abastecimento do município Jardim de Piranhas (RN) e para usos diversos pela comunidade local, como a irrigação de culturas agrícolas, pesca, construções e também para atividades recreativas.

De acordo com a ANA (2018) algumas das contribuições socioeconômicas da bacia Piancó-Piranhas-Açu compreendem a agropecuária, a mineração e a aquicultura, atividades estas que elevam o desenvolvimento econômico e o crescimento de centros urbanos adjacentes da região.

Figura 2: Imagens do Rio Piranhas na área urbana da cidade de Jardim de Piranhas (RN).



Fonte: Os autores (2022).

Por outra ótica, Chaves et al. (2015) destacam vulnerabilidades relacionadas a disponibilidade de água na bacia Piancó-Piranhas-Açu, resultado da baixa precipitação na região, com elevadas temperaturas e taxa de evapotranspiração que limitam a quantidade de água que possa ser utilizada pela população local.

Amorim; Ribeiro e Braga (2016) complementam que as águas da bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu já se constituíram como motivo de conflito entre os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, sendo necessário a incorporação de ações normativas e formalizações para que o uso da água pudesse ser feito de forma harmoniosa.

Nesse contexto, o Decreto Federal de 29 de novembro de 2006 instituiu o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu que apresenta como funcionalidade, de acordo com o Art. 1º do respectivo decreto, como “órgão colegiado com atribuições normativas, deliberativas e consultivas, no âmbito de jurisdição da bacia hidrográfica do Rio Piranhas-

Açu, vinculado ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos” (BRASIL, 2006).

Foi observado que boa parte da superfície da água Rio Piranhas, no trecho que compreende o perímetro urbano de Jardim de Piranhas (RN), se encontra em eutrofização, possuindo grande quantidade de plantas aquáticas que dificultam interações da água com a superfície externa, o que pode estar desencadeando impactos a dinâmica de funcionamento do ecossistema (Figura 3).

Figura 3: Eutrofização no Rio Piranhas observada na área urbana da cidade de Jardim de Piranhas (RN).



Fonte: Os autores (2022).

A eutrofização é caracterizada pelo aumento da disponibilidade de nutrientes em um corpo de água, provenientes principalmente de efluentes (MORAES, 2009). Alguns dos nutrientes que geralmente se acumulam na água são o fósforo e o nitrogênio (WIEGAND; PIEDRA; ARAÚJO, 2016).

De acordo com Moraes (2009), com a grande entrada de efluentes no corpo de água, ocorre a proliferação de plantas aquáticas como as algas e macrófitas, causando a morte de animais em virtude da diminuição do oxigênio na água, promovendo desequilíbrios no ecossistema aquático.

Na literatura científica, as análises físicas e químicas realizadas por Chaves et al. (2015) no Rio Piranhas reportaram as condições de qualidade da água do rio para períodos amostrais do ano de 2013 e 2014, constando que, a quantidade de oxigênio dissolvido nas

águas apresentou valores muito baixos em alguns dos períodos analisados.

A pesquisa de Araújo; Panosso e Costa (2006) realizada com pessoas do município de Jardim de Piranhas (RN) identificou que a população participante compreende alguns problemas ambientais que tem afetado o Rio Piranhas, citando como exemplos: o desmatamento, descarte inadequado de resíduos sólidos e de resíduos utilizados na indústria têxtil.

Na maior parte do trecho do Rio Piranhas que se prolonga na área urbana do município de Jardim de Piranhas (RN), é possível observar descartes de resíduos sólidos diretamente em suas águas ou nas margens do rio (Figura 4). Alguns desses resíduos são provenientes ainda do carreamento feito pelas águas da chuva em ruas da cidade.

Figura 4: Depósito de resíduos sólidos nas margens do Rio Piranhas, área urbana do município de Jardim de Piranhas (RN).



Fonte: Os autores (2022).

Pesquisas como a de Ramos *et al.*, (2021) constataram que, em trechos do Rio Piranhas, no estado da Paraíba, foram identificados diversos impactos ambientais, como degradação da mata ciliar, cultivo de pastagens e conflitos pela ocupação do solo na área

que se estende junto ao Rio Piranhas.

Outros impactos ao Rio Piranhas são provenientes de atividades desenvolvidas nas cidades de São Bento (PB) e Jardim de Piranhas (RN), que tem como fontes poluidoras resíduos sólidos e líquidos advindos do setor têxtil e da produção de cerâmica, que descartam tais resíduos diretamente no rio ou em suas margens (ANA, 2016).

Impactos similares foram encontrados por Oliveira *et al.*, (2020) em avaliação das condições socioambientais do Rio Piancó na cidade de Pombal (PB) constatando que, apesar da importância ecológica e socioeconômica do rio para a região, o mesmo tem sido constantemente degradado por ações antrópicas insustentáveis, como o despejo de resíduos sólidos e efluentes sem tratamento.

Oliveira et al. (2018) e Lacerda; Silva e Medeiros (2016) também retratam que apesar de todos os benefícios oferecidos pelo Rio Piancó, (PB) para a manutenção da biodiversidade, sobrevivência de comunidades urbanas e ribeirinhas, a própria população é quem também tem atuado diretamente na intensificação da degradação e poluição do rio.

Ressalta-se, diante de tal problemática, a importância da Educação Ambiental na sensibilização da população local sobre a necessidade de conservar e preservar todo o ecossistema que compreende o Rio Piranhas, em observância também ao que propõe a legislação que descreve ações de como cuidar do ambiente.

Nessa perspectiva, um dos objetivos da Educação Ambiental, de acordo com a Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999, “é incentivar à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania” (BRASIL, 1999). Esta Lei reitera também a importância da Educação Ambiental na sensibilização social e na transformação de problemas ambientais por meio de atitudes da população.

Araújo; Panosso e Costa (2006) desenvolveram ações de sensibilização em Educação Ambiental, como palestras, minicursos e discussões na cidade de Jardim de Piranhas (RN) com professores e comunidade local, expondo as problemáticas e discutindo estratégias de ações que poderiam ser realizadas para mudança dessa realidade. Tais ações foram de extrema importância para a articulação social na conservação do rio.

4 CONCLUSÃO

Dado ao exposto foi possível concluir que o rio está sendo impactado por ações antrópicas locais, com significativa eutrofização, o que prejudica o ecossistema da região.

Nesse contexto, fica evidente a necessidade de atuação mais incisiva das esferas governamentais em ações de conservação dos recursos hídricos, especialmente do Rio Piranhas na área avaliada.

A Educação Ambiental é uma alternativa de sensibilização social e de transformação da realidade local que pode ser implementada, para que ocorra uma atuação mais efetiva da população na redução de impactos ao meio ambiente, assim como, no desenvolvimento

de estratégias mitigadoras para os problemas ambientais já instalados. Dessa maneira, programas socioambientais são fundamentais para a política local de conservação e preservação do Rio Piranhas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. L.; RIBEIRO, M. M. R.; BRAGA, C. F. C. Conflitos em bacias hidrográficas compartilhadas: o caso da bacia do rio Piranhas-Açu/PB-RN. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 21, n. 1, p. 36-45, 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açu**, 2018. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/25340e2e-22df-435f-ab38-c3aff85afe9f>>. Acesso em: 01 de julho de 2022.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu**, 2016. Disponível em: <http://piranhasacu.ana.gov.br/produtos/PRH_PiancoPiranhasAcu_ResumoExecutivo_30062016.pdf>. Acesso em: 01 de julho de 2022.

ANDRADE, G. F.; BARROS, D. B. Bioindicadores microbiológicos para indicação de poluição fecal. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 34, e1099, 2019.

ANJINHO, P. S. **Modelagem distribuída da poluição pontual e difusa dos sistemas hídricos da bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo, Itirapina-SP**. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2019.

ARAÚJO, M. F. F.; PANOSSO, R. F.; COSTA, I. A. S. Ações em educação ambiental visando a sensibilização dos moradores da cidade de Jardim de Piranhas para a preservação do Rio Piranhas (RN). **Educação Ambiental em Ação**, n. 18, 2006.

BRASIL. **Decreto de 29 de novembro de 2006**. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/dnn/Dnn11071.htm>. Acesso em: 01 de julho de 2022.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental**. Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 30 de junho de 2022.

CANTELE, T. D.; LIMA, E. C.; BORGES, L. A. C. Panorama dos recursos hídricos no mundo e no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 4, p. 1259-1282, 2018.

CHAVES, A. D. C. G.; ALMEIDA, R. R. P.; CRISPIM, D. L.; SILVA, F. T.; FERREIRA, A. C. Monitoramento e qualidade das águas do Rio Piranhas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 160-164, 2015.

CORREA, G. P. A.; LOPES, L. N.; REZENDE, S. S. R. Análise da qualidade da água de uma nascente localizada no bairro do Registro, Taubaté, SP - Brasil. **Revista Biociências**, v. 26, n. 1, p. 52-69, 2020.

FONSECA, J. E.; ALCÂNTRA, R.; BARBOSA, J. E. C.; CAMPOS, P. K. Poluição da água e solo por agrotóxicos. **Revista Científica da FAEX**, v. 15, 2019.

GONÇALVES, L. L.; DELOSS, A. M.; DIAS, V. S.; NUNES, R. S. G.; WEBER, M. A. Qualidade da água de córregos urbanos de São Gabriel/RS. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 267-273, 2020.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. IBGE Cidades, 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/jardim-de-piranhas/panorama>>. Acesso em: 30 de junho de 2022.

LACERDA, E. K. G.; SILVA, E.; MEDEIROS, R. S. Socio-environmental and microbiological assessment of the river Piancó, Pombal, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 38, n. 2, p. 187-194, 2016.

LAMIM-GUEDES, V.; MOL, M. P. G. Água e resíduos sólidos: ambiente, saúde e bem estar humano no contexto do Antropoceno. **Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 7, n. 2, p. 140-164, 2018.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2022.

MORAIS, G. F. O.; SANTOS, N. A.; VASCO, A. N.; BRITTO, F. B. Manejo, aspectos sanitários e qualidade da água de cisternas em comunidades do semiárido sergipano. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 2, p. 218-230, 2017.

MORAES, L. A. F. A visão integrada da ecohidrologia para o manejo sustentável dos ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 4, p. 676-687, 2009.

MOREIRA, J. F. **Direito ao acesso à água: conflitos socioambientais na Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu**. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, 2017.

OLIVEIRA, J. L. S.; SOUSA, C. A. A.; MEDEIROS, T. K. F.; SILVA, E. Avaliação preliminar dos impactos socioambientais no Rio Piancó, Pombal, Paraíba. **Anais do VII Congresso Nacional de Educação – VII CONEDU**, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD1_SA14_ID1100_23072020153137.pdf>. Acesso em: 02 de julho de 2022.

OLIVEIRA, J. L. S.; SOUSA, C. A. A.; PALMEIRA, M. C.; SANTOS, T. M. M.; SILVA, E. Percepção ambiental de agricultores sobre uso sustentável do solo e os recursos hídricos do Rio Piancó, Pombal, Paraíba. **Educação Ambiental em Ação**, n. 65, 2018.

OLIVEIRA, R. M. M.; SANTOS, E. V.; LIMA, K. C. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 22 n. 3, p. 523-530, 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2º Edição, Novo Hamburgo: Freevale, 2013, 227p.

RAMOS, G. G.; ANJOS, D. M.; LIMA, J. R.; VASCONSELOS, G. S.; RIBEIRO, I. R. Uso de geotecnologias para determinação de áreas de preservação permanente em trecho da Sub-bacia do Rio Piranhas, Semiárido, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 1-12, 2021.

RIBEIRO, L. G. G.; ROLIM, N. D. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce como direito fundamental e sua valoração mercadológica. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 7, n. 1, p. 7-33, 2017.

ROCHA, G. S.; PINHEIRO, A. V. R.; COSTA, C. E. A. S. Gestão dos recursos hídricos no município de Parauapebas (PA): avaliação dos usos, alteração dos cenários e possíveis impactos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, e194943042, 2020.

SOARES, S. C.; SIGNOR, A. Água um bem de todos: interfaces desenvolvimento e sustentabilidade. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, e1310917728, 2021.

SOARES, L. M.; COLDEBELLA, P. F.; FRIGO, J. P. Avaliação da qualidade da água de rios brasileiros utilizando células meristemáticas de *Allium cepa* como bioindicador: uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.1, p. 6983-6999, 2021.

SOARES, T. C.; MORAIS, A. B.; SOARES, T. C.; OLIVEIRA, V. A.; MEDEIROS, S. R. A.; CARNEIRO, T. B. Perfil da água para o consumo humano e notificação de doenças em uma macrorregião do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.12, n.2, p. 205 -215, 2018.

WIEGAND, M. C.; PIEDRA, J. I. G.; ARAÚJO, J. C. Vulnerabilidade à eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmido (Cuba) e semiárido (Brasil). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 415-424, 2016.

Reutilização de resíduos sólidos para geração de trabalho e renda na Região Metropolitana do Rio de Janeiro no contexto das dimensões do Ecodesenvolvimento

Jéssica Teixeira Calife^{a*}; Barbara Franz^b

^a Jéssica Teixeira Calife, Bacharel em Ciência Ambiental, Rua Dr. Pio Borges, 2235 casa 06 – Pita, São Gonçalo – RJ, 24412000

^b Departamento de Análise Geoambiental Universidade Federal Fluminense, R. Passo da Pátria, 152-470 - São Domingos, Niterói - RJ, 24210-240

Autor correspondente*: Bacharel em Ciência Ambiental, Rua Dr. Pio Borges, 2235 casa 06 – Pita, São Gonçalo – RJ, 24412000, jessicacalife.jc@gmail.com

Data de submissão: : 26-06-2022

Data de aceite: 19-08-2022 Data

de publicação: 29-09-2022



10.51161/editoraime/108/84



RESUMO

Introdução: Os resíduos sólidos encontram-se presentes em todas as etapas funcionais da vida humana, tendo composição e volume diversificado de acordo com padrões de consumo e novas tecnologias aplicadas aos produtos. **Objetivo:** Este trabalho objetiva analisar práticas de reutilização de resíduos sólidos realizadas no âmbito de organizações que geram trabalho e renda na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) no contexto das cinco dimensões do ecodesenvolvimento propostas por Sachs (1993): social, econômica, ecológica, espacial e cultural. **Método:** Realizou-se visitas técnicas no período de outubro a novembro de 2018 de quatro organizações na RMRJ que praticavam a reutilização de resíduos para produção de produtos comercializáveis, de modo a contribuir para geração de trabalho e renda e estimular a sustentabilidade. Certas características que se enquadram nos elementos das dimensões do ecodesenvolvimento propostas por Sachs foram identificadas e analisadas, possibilitando reconhecer a viabilidade de aplicar o conceito de sustentabilidade nas atividades das empresas visitadas. **Resultado:** A análise mostra que todas as organizações estão incluídas em uma cadeia que gera trabalho e renda com base em práticas sustentáveis, de modo que se estas fossem aplicadas em larga escala, desencadearia não só em aumentar o tempo de vida útil de aterros sanitários, mas na melhor distribuição de renda e conservação do meio ambiente. **Conclusão:** Através do uso das dimensões de Sachs, foi possível concluir que o reaproveitamento dos resíduos sólidos pelas empresas se insere em uma opção sustentável, economicamente adequada, e viável, pois é fundamentada em características que propõe o ecodesenvolvimento.

Palavras-chaves: consumo; meio ambiente; reutilização; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos encontram-se presentes em todas as etapas de atividades da vida humana, tendo a sua composição e volume diversificado de acordo com padrões de consumo de novas tecnologias aplicadas aos produtos. O modelo econômico estimula aos consumidores descartar os produtos quando perdem o seu valor material, ação que ocorre muitas das vezes de forma inadequada, podendo provocar resultados prejudiciais relativos aos campos ambiental, social e econômico (ZANETI *et al.*, 2006). Para Sachs (2008) o crescimento econômico se faz necessário, mas deve ser socialmente receptivo e implementado por métodos favoráveis ao meio ambiente, em vez de favorecer a incorporação predatória do capital da natureza ao PIB (Produto Interno Bruto). Já em relação ao consumismo, segundo Leff (2000), o modelo depredador ao qual a sociedade está inserida deve ser combatido, já que permite, apenas, maximizar ganâncias econômicas a um curto tempo, revertendo seus custos sobre os sistemas naturais e sociais.

Para esses padrões insustentáveis de produção e consumo faz-se necessário um sistema de gestão de resíduos socialmente integralizado que englobe a minimização da geração de resíduos, a maximização do reuso e da reciclagem, promoção de tratamento e destinação final de forma ambientalmente segura e maximização da cobertura dos serviços de limpeza urbana (BESEN e RIBEIRO, 2018). Neste contexto as práticas da reutilização de resíduos viabilizam uma economia de matérias primas, energia e recursos naturais.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida através da Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), os resíduos sólidos devem seguir uma ordem em seu gerenciamento, onde estão na sequência, a não geração do resíduo, a redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada do mesmo. A reutilização, segundo a PNRS (art.3º), corresponde ao “processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química”, de modo que nesta concepção, prolongaria a vida útil do resíduo. A reciclagem segundo a PNRS (BRASIL, 2010) no art. 3º, é descrita como um processo de transformação dos resíduos envolvendo a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, ou seja, um novo produto é formado a partir destas modificações na estrutura do material. Logo, muitos produtos que se considera como oriundos de uma reciclagem são na verdade resultados da reutilização. Neste contexto e sob ponto de vista da importância da reutilização dos resíduos sólidos para alcançar a sustentabilidade, esta pesquisa mostra os benefícios que a atividade da reutilização proporciona, presente na ideia dos 8 R's da sustentabilidade: *refletir, reduzir, reutilizar, reciclar, respeitar, reparar, responsabilizar-se e repassar* (OBYAMBIENTAL, 2016).

No contexto apresentado, Sachs (1993), afirma que para o desenvolvimento ocorrer, cinco dimensões devem ser plenamente levadas em conta para o ecodesenvolvimento, que englobam a sustentabilidade social, econômica, ecológica, espacial e cultura. A conexão do

ser humano com a natureza a partir do uso dessas dimensões chega a outro patamar, onde a sociedade em seu constante processo de desenvolvimento deve, como apresenta Jacobi (1999, p. 178), “combinar eficiência econômica com justiça social e prudência ecológica”.

No contexto apresentado, este trabalho objetiva analisar as práticas de reutilização de resíduos sólidos realizadas no âmbito de organizações que geram trabalho e renda na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) no contexto das cinco dimensões do ecodesenvolvimento propostas por Sachs (1993 e 2008): social, econômica, ecológica, espacial e cultural.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O tipo de pesquisa realizado é a descritiva, já que se enquadra na descrição das características de um fenômeno, que no caso são as empresas que geram trabalho e renda através de reutilização. A primeira fase da pesquisa correspondeu à identificação em agosto e setembro de 2018 de organizações na RMRJ que praticavam a reutilização de resíduos para produção de produtos comercializáveis, de modo a contribuir para geração de trabalho e renda em bases sustentáveis. A escolha dessas organizações, com o fim de visitá-las para obtenção de resultados, realizou-se por uma busca feita na internet com o uso de palavras-chave como: reutilização, artesanato e *upcycling* (nova maneira de se referir à reutilização). Após essa identificação buscou-se um contato para marcar as visitas técnicas que ocorreram no período de outubro a novembro no ano de 2018. As organizações visitadas foram: “Mulheres do Salgueiro”, “Mig Jeans”, “Trapiche Carioca” e “Insana Design”, cujo perfil e localização são mostrados o quadro 1.

Quadro 1- Perfil das organizações visitadas.

	Local da empresa	Criação	Funcionários	Regime de trabalho
Mulheres do Salgueiro	Bairro Salgueiro – São Gonçalo	2006	14	Segunda a sexta
Mig Jeans	Shopping Leblon – Rio de Janeiro	2015	3	Segunda a sexta
Trapiche Carioca	Bairro Santo Cristo – Rio de Janeiro	2006	10	Segunda a sábado
Insana Design	Bairro Santo Cristo – Rio de Janeiro	2017	6	Terça a sábado

Fonte: CALIFE (2018).

As observações foram realizadas associando as práticas da reutilização de resíduos sólidos das organizações com as cinco dimensões do ecodesenvolvimento propostas por Sachs (2008), as quais estão apresentadas no quadro 2.

Quadro 2: Propostas das cinco Dimensões de Ignacy Sachs (2008)

Dimensão	Concepção
Sustentabilidade social	Refere-se a uma maneira de conter as diferenças sociais, ou seja, uma forma de garantir maior igualdade em uma sociedade e reduzir o afastamento entre os ricos e os pobres.
Sustentabilidade econômica	Corresponde à gestão que seja mais eficaz no que diz respeito aos recursos e em uma corrente contínua de investimentos públicos e privados e que atenda a bases macrossociais, ou seja, que inclui grande parte da sociedade.
Sustentabilidade ecológica	Visa o equilíbrio da natureza por meio da utilização de práticas e processos que atentem para uma série temporal de modo a garantir a preservação dos recursos naturais e energéticos.
Sustentabilidade espacial	Propõe atingir como este diz “uma nova configuração rural- urbana” de forma a atingir uma concordância entre cidade e campo através de novos modelos de atividades de exploração.
Sustentabilidade cultural	Trata de processos que traduzam o conceito de ecodesenvolvimento dentro de cada ecossistema, desta maneira atendendo a cada tipo de cultura presente em cada local distinto.

Fonte: elaboração de partir de Sachs (2008).

Quadro 3 - Elementos de análise das dimensões de Ignacy Sachs.

Dimensão social	<ul style="list-style-type: none"> • Participação cidadã; • Empoderamento local; • Espaços sociais de deliberação; • Atores do desenvolvimento.
Dimensão econômica	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalho e renda; • Desenvolvimento produtivo; • Alocação de recursos financeiros; • Inovação tecnológica.
Dimensão ecológica	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão sustentável; • Envolvimento das forças sociais; • Usos responsável e social; • Ativo de desenvolvimento.
Dimensão espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Sentimento de pertença; • Novas institucionalidades; • Gestão social; • Política institucional.
Dimensão cultural	<ul style="list-style-type: none"> • Raízes endógenas; • História, valores e cultura; • Equipamentos culturais.

Fonte: Arruda et.al. (2018)

Arruda et al. (2018) identificaram elementos que se destacam em relação às cinco dimensões propostas por Sachs (2008), os quais são mostrados no quadro 3. Na visita de cada organização foram identificadas e analisadas características que se enquadraram nesses elementos (coluna da direita do quadro 3).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A empresa “Mulheres do Salgueiro” é uma empresa privada sem fins lucrativos, onde a qualificação profissional para possível geração de renda, cidadania e empoderamento da mulher são motivos para realização dos cursos oferecidos. Devido o local trabalhar com “pedidos” por parte de outras empresas que solicitam a confecção de brindes voltados para seus eventos, sua demanda está relacionada ao sistema “renda por meta”.

Além de receber pedidos para a produção de bolsas, pastas e roupas feitos com a prática da reutilização de resíduos sólidos, também fornece cursos de costura, modelagem, informática e artesanato. Dentre os resíduos mais utilizados estão o banner, recebido de grandes empresas, e os tecidos, que recebem de fábricas ou da própria comunidade. Também o grupo já trabalhou com PET na confecção de *pufs*, com caixas de papelão na confecção de bolsas e com o couro da tilápia, recebido por uma associação de pescadores, também na produção de bolsas. Exemplos dos produtos nas figuras de 1 a 4.

Figura 1: Produtos produzidos pela Mulheres do Salgueiro



Fonte: Acervo Pessoal

A “Mig Jeans” se originou a partir da iniciativa de três amigas (e por isso o termo “Mig”) de criar um brechó, atuando em feiras com a venda de roupas customizadas. A partir de estudos e aprimoramentos, bem como participando de eventos e recebendo prêmios, a empresa então se tornou realidade em 2015. Pelo fato das fundadoras encontrarem quantidades significativas de jeans nos brechós e pela sua durabilidade, optaram por esse material como matéria-prima, o que inspirou também na escolha pelo nome da empresa.

A demanda se apresenta de forma variada, uma vez que tanto empresas contratam seus serviços como um público faz pedidos pessoais para transformar suas peças de roupa customizando-as. Em sua cadeia de produção, utiliza tecidos reaproveitados ou comprados, e oferecem oficinas para qualquer pessoa e de qualquer idade, são *workshops* voltados à prática do *upcycling*. Também nos trabalhos se faz uso manual de vassoura, escova de dente e esponja para o design da customização, bem como de corantes naturais, por exemplo, o açafrão e a cebola. Dentre os produtos do trabalho, estão roupas, tênis, bandeiras e afins. Exemplos dos produtos nas figuras de 5 a 8.

Figura 2: Produtos produzidos pela Mig Jeans



Fonte: MIG JEANS (2017)

A empresa “Trapiche Carioca” e a empresa “Insana Design” estão situadas na antiga fábrica de chocolates *Bhering*, localizada no bairro Santo Cristo, na zona portuária carioca. Esta fábrica foi instalada nos anos de 1930 e após seu fechamento, a partir de 2010, tornou-se um importante polo de produção de arte e cultura. A ocupação do local ocorreu por parte da insatisfação de artistas que apenas encontravam preços altos na procura de estabelecer

um local para seus trabalhos, e assim, encontrando custos menores na antiga fábrica, criou-se uma rede artística onde trabalham diversas lojas, compartilhando o ambiente (RIOTUR, 2018).

A “Trapiche Carioca” funciona há doze anos no mercado e não houve auxílio por parte do governo para sua formação. A motivação para criação da empresa deve-se pelo gosto do dono desde pequeno de guardar objetos e por apreciar as práticas tanto da restauração quanto da reutilização. O trabalho realizado no local corresponde à reutilização de madeira de demolição derivada da procura de madeiras nobres reaproveitadas de antigas edificações e que agregam grande valor, sendo que a mais utilizada é a Peroba Rosa, escolhida por ter entre uma de suas qualidades a de não infestar com cupim.

A empresa trabalha na construção e venda de móveis sob medida com as madeiras de demolição (principalmente mesas, cadeiras, armários, cômodas e camas) ou no aluguel de mobílias e objetos antigos para eventos ou filmagens, como por exemplo, latas antigas de sorvete, garrafas de leite e refrigerante, balanças, telefones, malas, máquinas fotográficas. A venda dos móveis encontrados ocorre por meio da divulgação pela internet ou pelo contato com pessoas conhecidas. Exemplos dos produtos da empresa nas figuras de 9 a 12.

Figura 3: Produtos produzidos pela Trapiche Carioca







Fonte: Acervo Pessoal.

Em relação à empresa “Insana Design”, também situada na antiga fábrica de chocolates *Bhering*, sua criação foi fomentada pela percepção sobre o desperdício de resíduos descartados e que apresentavam grande potencial de reuso, bem como pela insatisfação pela poluição gerada ao observar a sucata se deteriorando no local de sua disposição final. A partir disso, houve a motivação para a criação do projeto, onde outras pessoas da área naval que estavam precisando de um novo trabalho, se uniram a ideia de confeccionar móveis e artigos de decoração a partir da prática do *upcycling*.

O estabelecimento atende um perfil de cliente bastante variado, o qual, deseja transformar seu ambiente de casa, trabalho e até exposições, ao proporcionar a construção de móveis exclusivos sob encomenda.

Todo o material utilizado é recolhido de ferro velho, através de ligações ou recolhidos nos locais que foram descartadas para posterior coleta convencional. Como resultado são produzidas luminárias, mesas, cadeiras, sofá, assentos, portas de alumínio e de ferro e outros. Foram apresentados alguns dos materiais utilizados na elaboração dos produtos: ferro, madeira, alumínio, cobre, tampas de latão, entre outros. Exemplos dos produtos da empresa nas figuras de 13 a 16.

Figura 4 : Produtos produzidos pela Insana Design

<p>Figura 13- Aparador Naval</p>  <p>Fonte: Insana Design. (2018)</p>	<p>Figura 14 - Barzinho de Tonel</p>  <p>Fonte: Insana Design. (2018)</p>
<p>Figura 15 - Poltrona feita com Tonel</p>  <p>Fonte: Acervo pessoal</p>	<p>Figura 16 - Assento feito com Tonel.</p>  <p>Fonte: Acervo pessoal</p>

As empresas estudadas encaram de forma diferenciada os resíduos sólidos, podendo desta forma incorporá-las em um contexto sustentável devido ao trabalho que fazem com cada material em particular. Uma questão de grande importância também voltada a essas

empresas está no fato de contribuírem com o uso de resíduos para que estes não cheguem tão cedo nos aterros, prolongando a vida dos mesmos e diminuindo a carga dos aterros.

Com relação ao quadro 2, a ligação por meio de teoria e atividade produtiva das empresas estudadas possibilita entender, através das cinco dimensões do ecodesenvolvimento formuladas por Ignacy Sachs, se é possível ou não aplicar o conceito de sustentabilidade nas atividades das empresas visitadas, o qual se situa dentro do ecodesenvolvimento (DENARDIN, 2015, p.29).

As cinco dimensões do ecodesenvolvimento que Sachs apresenta, como aponta Jacobi (1999, p.176), “propõe ações que explicitam a necessidade de tornar compatíveis a melhoria nos níveis de qualidade de vida e a preservação ambiental”, desta forma, esta proposta de desenvolvimento busca dentro da questão econômica, social, ecológica, espacial e cultural, presente em cada local, resolver seus problemas característicos, e da mesma forma, permite a incorporação de questões ambientais no contexto do desenvolvimento econômico, oportunizando que melhores políticas ambientais venham a ser implantadas. O resultado da análise das organizações quanto aos elementos das dimensões do ecodesenvolvimento do quadro 3, estão apresentados no quadro 4.

Em relação à análise de cada organização sob o contexto da **dimensão social** a empresa “Mulheres do Salgueiro” se enquadra no sentido de que está se encontra no entorno de uma comunidade carente e proporciona a participação cidadã e o empoderamento local (elementos do Quadro 3), principalmente das mulheres. Já a “Mig Jeans” pelo fato de promover a qualificação profissional, capacitando pessoas que serão autônomas na produção para obter sua própria renda (Quadro 3). A “Trapiche Carioca”, por sua vez, também está inserida nesta dimensão, uma vez que trabalha a participação cidadã (elemento do Quadro 3), estabelecendo uma “rede de trabalho” que gera renda para todos os envolvidos nela, desde a pessoa que faz o transporte da matéria prima, até aquela que trabalha esta matéria prima para que se torne uma linda e nova peça. E por fim, ainda na dimensão social, a “Insana Design” está incorporada nesta dimensão no sentido da participação cidadã (elemento do Quadro 3), promovendo oportunidade a pessoas que estavam desempregadas e tinham grande potencial na área em que a empresa atua, como também oportunizando maior conhecimento com respeito aos resíduos sólidos e a prática do *upcycling*. Esta promoção social que a empresa traz, permite a socialização por parte dos atores envolvidos e o resgate do trabalho coletivo (DENARDIN, 2015, p. 38), onde por exemplo, um artesão e um soldador trabalham em conjunto.

Quanto à **dimensão econômica**, a organização “Mulheres do Salgueiro” se enquadra no sentido de permitir no âmbito oportunidades de trabalho com o fim de renda (elemento do Quadro 3) através da capacitação por cursos e renda, podendo ter representado subsistência de uns ou o acréscimo na renda de outros. Em relação à “Mig Jeans” está inserida na dimensão econômica, ao analisar o quadro 3 de Arruda, et.al. (2018) por pertencer a uma cadeia produtiva que gera trabalho e renda e promove *workshops* onde ensina as pessoas

através da prática do *upcycling* como fazer uso de uma peça de roupa não mais utilizada ou que seria descartada, transformando-a e dando um novo olhar à mesma. A “Trapiche Carioca”, por sua vez, se encaixa de modo a dar nova utilidade à sua matéria prima (madeira de demolição), sendo que essa organização está inserida em uma cadeia produtiva que gera renda (elemento do Quadro 3). Por fim, a “Insana Design” possui ideais que corroboram com a dimensão econômica quando Sachs aponta a importância econômica da atividade exercida para uma escala macrossocial (2007 apud DENARDIN, 2015), ou seja, com foco à grande parte da sociedade. A referida empresa faz uso de variadas matérias primas que iriam se deteriorar ao serem descartadas, promovendo um design contemporâneo e diferenciado e possibilitando a compra desta peça tanto ao público com menos renda, quanto ao público que possui maior renda e se interessa pela inovação tecnológica (elemento do Quadro 3), arte e criatividade que as peças do local apresentam.

No âmbito da **dimensão espacial** a empresa “Mulheres do Salgueiro” está incorporada por apresentar, de acordo com Andion (2003, p.1044), “possibilidades futuras de construção de uma nova realidade [...] e do uso dos próprios recursos existentes no local (desenvolvimento endógeno)”, bem como por estar localizada em uma área carente e oportunizar cursos para pessoas da própria comunidade caracterizando como “sentimento de pertencimento” (elemento do Quadro 3). Já a “Trapiche Carioca” e a empresa “Insana Design”, estão inseridos a esta dimensão pelo fato de estarem localizadas em um local com características portuárias, promovendo “melhor distribuição territorial de assentamentos urbanos e atividades econômicas” (ARRUDA et. al., 2018, p. 100), isto é, oportunizando uma diversidade maior de tipo de trabalho para essa região, diferente do portuário. Ademais, essas duas empresas se enquadram na antiga Fábrica *Behring*, estabelecendo um “sentimento de pertencimento” (quadro 3). Quanto à “Mig Jeans” não se enquadra nesta dimensão devido por não incorporar características dos 4 elementos que da dimensão espacial, presente no quadro 3.

Em relação à **dimensão cultural** a empresa “Mulheres do Salgueiro” incorpora os elementos “história, valores e cultura” (quadro 3) ao articular junto às pessoas que trabalham no local e que participam de seus cursos a forma de pensar sobre o descarte de resíduos sólidos. A empresa “Mig Jeans”, por sua vez, traz consigo um modelo de mudança cultural em relação à roupa usada por uma classe social que apresenta condições de comprar roupas novas, transformando assim a visão desta classe e aproximando-a do contexto de reutilização, relacionando assim ao elemento: “histórias, valores e cultura” (quadro 3). Quanto às empresas “Trapiche Carioca” e “Insana Design” pode-se associá-las à mudança cultural em relação à aquisição de mobiliários por uma classe social que apresenta condições de comprar móveis convencionais, dando assim valor a este trabalho e à reutilização dos resíduos, estando ambas relacionadas ao elemento: história, valores e cultura (quadro 3) ao transformar o ponto de vista das pessoas quanto aos resíduos e ao elemento: raízes endógenas (quadro 3).

Quadro 4 - Resultados das dimensões da sustentabilidade no contexto do ecodesenvolvimento.

DIMENSÕES	EMPRESAS			
	Mulheres do Salgueiro	Mig Jeans	Trapiche Carioca	Insana Design
Dimensão Social	Viabiliza a participação cidadã ao dar oportunidade a um público interessado, muitas vezes do entorno do local, de participar de oficinas que garantem o empoderamento local, qualificação profissional e geração de renda.	Capacita pessoas que serão autônomas na produção para obter sua própria renda, com a utilização do <i>upcycling</i> , portanto, trabalha a qualificação profissional.	Estabelece uma “rede de trabalho” que gera certa equidade na distribuição da renda obtida para todos envolvidos nesta rede.	Promove oportunidade a pessoas que estavam desempregadas, e oportuniza maior conhecimento a respeito dos resíduos sólidos e a prática do <i>upcycling</i> .
Dimensão Econômica	Gera renda para comunidade de seu entorno, proporcionando a algumas pessoas trabalho no processo de confecção das peças vendidas pelo local, e oferecendo cursos que garantem parte da renda da empresa, proporcionando trabalho com a prática utilizada.	Provê nova utilidade para sua matéria prima (resto de jeans) e gera renda, além de em seus workshops, proporcionar aos alunos oportunidade de gerar sua própria renda.	Gera trabalho e renda a partir do uso de sua matéria prima (madeira de demolição) que seria descartada provavelmente para um vazadouro a céu aberto ou um aterro.	Provê nova utilidade para as variadas matérias-primas e gera renda a partir do resgate de peças que foram descartadas e estavam se deteriorando com o tempo.
Dimensão Ecológica	Reutiliza banners e tecidos dentro de uma gestão sustentável.	Reutiliza o Jeans com a prática do <i>upcycling</i> , mostrando ser possível com a utilização de pouca energia e sem a retirada de recursos naturais, a produção através da customização.	Reutiliza madeira de demolição transformando-a em um mobiliário duradouro e de bonito design. Trabalha o uso responsável e social ao preservar os recursos naturais.	Reutiliza materiais que são encontrados em ferro velho, mostrando ser possível produzir uma mobília utilizando praticamente qualquer resíduo sólido.
Dimensão Espacial	Localiza-se em uma área carente e oportuniza cursos para pessoas da própria comunidade.	Não se enquadra nesta dimensão.	Por estarem em um local com características portuárias oportunizam uma diversidade maior de tipo de trabalho para essa região, diferente do trabalho portuário.	
Dimensão Cultural	Articula junto às pessoas que trabalham no local e aqueles que participam de seus cursos a forma de pensar sobre o descarte de resíduos sólidos.	Propicia mudança por uma classe social que apresenta condições de comprar roupas novas, aproximando-a do contexto de reutilização.	Trabalha uma mudança quanto à aquisição de mobiliários e produtos variados por uma classe social que apresenta condições de comprar móveis convencionais.	

Fonte: CALIFE (2018)

As empresas estão inseridas na **dimensão ecológica** por se incluírem na gestão sustentável (elemento do Quadro 3), porém cada uma delas com sua particularidade no que se refere ao material que utiliza na prática de seu reuso colocando-os na cadeia produtiva e comercial. A organização “Mulheres do Salgueiro” reutiliza principalmente banners e tecidos, porém já fizeram e fazem uso de outros materiais com menor frequência, como garrafas PET, caixas de leite e couro da tilápia. A “Mig Jeans”, faz uso principalmente do tecido de jeans com a prática do *upcycling* e customizam peças do vestuário tanto feminino quanto masculino. A “Trapiche Carioca” faz uso principalmente de madeira de demolição de Peroba Rosa para a produção de móveis. Esta é uma madeira de qualidade segundo o dono do local, devido a sua durabilidade e característica de não dar cupim como muitas outras madeiras e, portanto, não deveriam ser descartadas. Por fim, a “Insana Design”, faz uso de diversos materiais que usualmente são encontrados em ferro velho, como peças de alumínio, de ferro e tonéis. Logo, essas empresas fomentam o elemento, uso responsável e social (quadro 3) na busca de garantir a preservação dos recursos naturais e energéticos (quadro 2).

Vale ressaltar que pouco apoio financeiro e atenção pelos entes governamentais quanto às práticas de reutilização para geração de trabalho e renda no contexto da sustentabilidade, cuja problemática neste novo século cumpre um papel central na reflexão sobre as dimensões do desenvolvimento e nas possíveis alternativas (JACOBI, 2003). No modelo econômico vigente deve-se atentar quanto à possibilidade de escassez de insumos essenciais à subsistência dos padrões de vida humana, de modo que empresários ligados à geração de riquezas nacionais e gestores públicos deveriam discutir novas diretrizes de exploração e preservação do meio ambiente (BORGES *et al.*, 2018). Assim, torna-se importante o empenho do Estado em implantar políticas públicas quanto ao uso dos recursos, sejam naturais ou não, atendendo à demanda social e proporcionando o desenvolvimento sustentável.

4 CONCLUSÃO

As cinco dimensões do ecodesenvolvimento propostas por Ignacy Sachs apresentadas neste trabalho, viabilizam estudar e avaliar a sustentabilidade das práticas de reutilização dos resíduos sólidos com o fim de geração de renda e trabalho nas organizações visitadas.

A análise mostra que todas as organizações estão incluídas em uma cadeia que gera trabalho e renda (dimensão econômica) com base em práticas sustentáveis, de modo que estas fossem aplicadas em larga escala, desencadearia não só o aumento do tempo de vida útil de aterros sanitários, mas melhor distribuição de renda e conservação do meio ambiente. Dessa forma, contribui para a sustentabilidade do meio ambiente, mudando a perspectiva dos funcionários e provavelmente dos clientes quanto aos resíduos gerados e seu descarte (enquadram-se na dimensão cultural). Destaca-se que a própria reutilização de resíduos sólidos define que a prática dessas empresas abrange a dimensão ecológica, incentivando

uma mudança a respeito do grande descarte de resíduos e aos danos causados à natureza pela ação do ser humano. Ainda ao praticar a participação cidadã e o empoderamento local, ao gerar trabalho aos envolvidos direta e indiretamente com a empresa, encontram-se na dimensão social. Já quanto a estas empresas estarem inseridas na dimensão espacial, associa-se a elas, o sentimento de pertença, pois no local onde se apresentam (uma zona portuária e uma área carente), oportunizam maior diversidade de trabalho.

Fazer uma análise das visitas, através do uso das dimensões de Sachs, possibilitou concluir que o reaproveitamento dos resíduos sólidos se insere em uma opção tanto ambiental quanto economicamente adequada e viável de se trabalhar, tratando-se de uma prática sustentável, uma vez que é fundamentada nas dimensões e características que propõe o ecodesenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ANDION, C. Análise de redes e desenvolvimento local sustentável. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.37, n.5, p.1033-1054, set./out. 2003.

ARRUDA et.al. Dimensões e elementos de Ecodesenvolvimento Territorial: estudo de caso no Centro Sul Vale do Salgado. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS**. São Paulo, v.8, n.1, p. 94 – 115, Jan./Abr., 2018.

BESSEN, G. R.; RIBEIRO, H. **Indicadores de Sustentabilidade para Programas Municipais de Coleta Seletiva** – Métodos e Técnicas de Avaliação. Artigo. Universidade de São Paulo, 2018.

BORGES, A. E. de A. et. al. Sustentabilidade Socioambiental: princípio fundamental para a obtenção do desenvolvimento nacional. **Direito e Desenvolvimento**, João Pessoa, v.6, n.12, p. 11-26, 2018.

BRASIL. **Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Brasília, 2010**.

CALIFE, J. T. **Reutilização de resíduos sólidos com foco em sustentabilidade socioambiental, trabalho e renda**: o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência Ambiental). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/10986/TCC%20%20PDF%20finalizado.1.1%20-%20J%C3%A9ssica%20T.%20C..pdf?sequence=1>> Acesso em: 28 ago 2022

DENARDIN, V. F. Sustentabilidade de alternativa de produção desenvolvida por agricultores familiares em unidades de conservação no Litoral do Paraná. Guajú, **Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável**, Paraná, v.1, n.2, p.27-43, jan./jun. 2015.

INSANA DESIGN. Produtos. 2018. Disponível em:< <http://insanadesign.com/produtos/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

JACOBI, P. Meio Ambiente e sustentabilidade. In: CEPAM. **O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima, 1999, p 175 – 183. Disponível em: <<https://michelonengenharia.com.br/downloads/Sutentabilidade.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2022.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, n.118, p. 193-203, março 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cp/a/kJb kFbyJtmCrftmfHxktgnt/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 30 maio 2022.

LEFF, Henrique. **Epistemologia Ambiental**. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2000. 240 p.
MIG JEANS. 2017. Disponível em:<<https://migjeans.wixsite.com/migjeans/clipping>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

MIG JEANS. 2017. Disponível em:<<https://migjeans.wixsite.com/migjeans/clipping>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

OBYAMBIENTAL. **8 R's da Sustentabilidade**. 2016. Disponível em:< <http://www.obyambiental.com/8-rs-da-sustentabilidade/>>. Acesso em: 02 dez. 2017.

RIOTUR. **Fábrica Bhering**. 2018. Disponível em:< http://visit.rio/que_fazer/fabrica-bhering/>. Acesso em: 07 dez. 2018.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel: Fundação do desenvolvimento administrativo, 1993. 103p.

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Garamond, 95 p., 2008.

ZANETI, I. et.al. GENTIL, V. ; TORRES, H. . Cooperativas e Associações de Catadores de Resíduos Sólidos no DF. Questões socioeconômicas ambientais e sustentabilidade. In: **III Encontro Anual da ANPPAS, 2006**, BRASÍLIA: III Encontro Anual ANPPAS, 2006. Disponível em:< http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/>. Acesso em: 08 out. 2018.

Variação de temperatura na obtenção de Silica Amorfa e os benefícios no recobrimento de sementes como alternativa sustentável na produção

Elva María Benítez Herrera ^a, Daisy Leticia Ramirez Monzon ^a, Lucia Simeona Rios Valiente ^a, Ernesto José Bernal Gini ^a.

^a Facultad de Ingeniería Agronómica-Universidad Nacional del Este, Km 17/2 Ruta Internacional, Minga Guazú, Paraguay.

***Autor correspondente:** Daisy Leticia Ramirez Monzon, Doutor em Agornomia, Facultad de Ingeniería Agronómica-Universidad Nacional del Este. Telefone de contato; +595981175546, E-mail: daisyrami@gmail.com.

Data de submissão: 29-06-2022

Data de aceite: 19-08-2022

Data de publicação: 13-10-2022



10.51161/editoraime/108/88



RESUMO

Introdução: O uso de cinza de casca de arroz (CCA) no recobrimento de sementes de arroz, procurando o controle de doenças, mantendo a produção e diminuindo o uso de produtos químicos, vem sendo alvo de estudo no Paraguai. **Objetivo:** Avaliar o efeito de diferentes temperaturas de calcinação para a obtenção de cinza de casca de arroz (CCA), sobre a qualidade fisiológica e o controle dos fungos *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. e *Alternaria*, em sementes de arroz. **Material e Métodos:** O experimento foi realizado na Faculdade de Engenharia Agrônômica, UNE-Paraguai. Foi utilizada 4 temperaturas diferentes para a obtenção de sílice amorfa, T0: 400 ≈500°C; T1: 550 ≈600°C; T2: 650 ≈700°C; T3:750 ≈800°C, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 5 repetições. Para a avaliação da qualidade fisiológica foram realizados os testes, germinação, comprimento da plântula, largura da parte aérea e raiz, massa fresca e seca, teste de frio e sanidade. Foi efetuado análise de variância e os dados comparadas pelo teste Duncan a 5%. **Resultados:** Para a variável largura da parte aérea, massa fresca e seca, e teste de frio, apresentaram diferenciais significativas, onde o T3 apresentou-se diferentes aos demais tratamentos, para a variável germinação, largura da raiz e total não foram observadas diferenciais significativas. **Conclusão:** A aplicação de cinza de casca de arroz no recobrimento das sementes de arroz, não afetando a qualidade fisiológica, assim também, controla os fungos *Penicillium* sp. *Aspergillus* sp. e *Alternaria*, podendo ser considerado como uma alternativa viável com miras na diminuição de produtos químicos.

Palavras-chave: CCA, Controle, Resíduos agroindustriais.

1 INTRODUÇÃO

Paraguai tem tido um aumento significativo nos últimos tempos na produção de arroz, alcançando na safra 2019/20 uma área semeada de 162.328ha, e rendimento de 6,60t/ha (MAG, 2020 & ENCISO, 2020). Esse aumento gera um grande volume de resíduos agrícolas.

A casca de arroz é um dos principais subprodutos aproveitadas na indústria, este material tem a capacidade de ser utilizada em diferentes formas. Na indústria moderna, a casca é usada como fonte de combustível para a secagem de grãos e geração de energia (COLTRO et al., 2017). Entre outros sub produtos resultantes da agroindústria, encontra-se a cinza de casca de arroz (CCA), o qual dependendo da combustão contém um conteúdo de aproximadamente 85-95% de sílica amorfa (SiO_2) (TASHIMA, 2012; GONZALVES & BERGMANN, 2007), além de substâncias orgânicas 70-80%, principalmente celulose e lignina.

A cinza de casca de arroz, tem na sua composição o silício (Si), este elemento capaz de aumentar a resistência natural das plantas, possibilitando uma agricultura mais sustentável, com menor custo e ecologicamente correta (FERNANDES et al., 2009). O silício é considerado como um elemento essencial e não essencial para as plantas, isto porque não é necessário para a sobrevivência da mesma, no entanto existe evidência dos benefícios em diferentes condições bióticas e abióticas quando utilizado (LUYCKX *et al.*, 2017; HUSSAIN *et al.*, 2021). Esse elemento depositado nas paredes das células hospedeiras é a primeira barreira física presentes para os fungos induzindo restrição para a colonização (NING et al., 2014).

Em contrapartida estimasse que aproximadamente 20% do peso do grão a granel é o volume de produção da casca de arroz (HOSSAIN et al., 2018). O tipo de queima da casca de arroz, está relacionado com a morfologia da sílica presente na cinza, a temperatura que se obtém durante a combustão é o fator que determina a presença da sílica no estado amorfo (mas ativa) ou no estado cristalino (TASHIMA, 2012), se estima que a queima da casca de arroz, produz 18% de cinza com uma concentração de sílica >92,8% aproximadamente(SANDRINI, 2010).

Entre as preocupações existentes no cultivo de arroz, pode ser destacado a temperatura média para a produção de micotoxinas e os fungos (KJER et al., 2010). Conhecer a temperatura adequada que contenha o conteúdo de sílica apropriado para o recobrimento de sementes de arroz, vem sendo alvo de pesquisas, em busca de uma agricultura mais sustentável.

Assim, destaca-se que uma das condições que favorecem o aparecimento de fungos, é, o clima subtropical além da umidade relativa do ar o qual é muito alta em nosso ambiente. Espécies como a *Alternaria* estão associadas ao escurecimento e manchas dos grãos. Com o crescimento de micélio abundante e a produção de conidióforos e conídios,

que posteriormente se tornam manchas. Tanto que, infecções graves podem causar sérios impactos na lavoura. Da mesma forma, fungos relacionados à produção de micotoxinas (*Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp.), têm impacto significativo na saúde humana e animal (LIMA et al., 2000), sendo motivo de preocupação para os produtores.

Entre os métodos e tecnologia de produção que existe encontra-se o recobrimento de sementes, o qual tem como finalidade a proteção das sementes durante o estabelecimento inicial e durante o ciclo do cultivo (BAUDET & PESKE, 2006). Sendo que, a avaliação tanto fisiológica como sanitária depois do recobrimento de sementes é um componente essencial para os programas de controle de qualidade adaptados pelas instituições produtoras, o qual permite a adoção de práticas de manejo para garantir o bom rendimento (TUNES, 2014).

Como alternativa pode ser utilizado a CCA no recobrimento de sementes, podendo minimizar o uso de defensivos agrícolas, contribuindo por produtos de qualidade. É por isso, que avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de arroz recobertas com cinza de casca de arroz (CCA), pode ser considerada como uma alternativa eficiente no tratamento dessas sementes.

Posto isso, o objetivo do trabalho é avaliar o efeito de diferentes temperaturas de calcinação para a obtenção de cinza de casca de arroz (CCA), sobre a qualidade fisiológica e controles de fungos *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. e *Alternaria*, em sementes de arroz.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Sementes da Faculdade de Engenharia Agrônômica da Universidad Nacional del Este, Paraguai. A variedade de arroz utilizada foi IRGA 424 RI.

A fonte utilizada foi a casca de arroz carbonizada (CCA) com um 95% aproximadamente de (SiO_2) sílica amorfa, os tratamentos foram as diferentes temperaturas os quais consistiram em T0: 400 \approx 500°C; T1: 550 \approx 600°C; T2: 650 \approx 700°C; T4: 750 \approx 800°C, os quais foram obtidos por meio de muflas. Foi realizada a quantificação do Si para confirmar a existência do elemento nas cinzas obtidas pela calcinação, pela técnica de fonte isotópica de nêutrons conforme metodologia proposta por Michajluk et al. (2012).

O tratamento consistiu em recobrir as sementes de arroz com CCA a 90g por kg de sementes conforme metodologia descrita por Tunes et al. (2014) e Della et al. (2006), com algumas modificações, o produto utilizando para o recobrimento foi um polímero de *coating* o qual foi misturada com a CCA na dose de 300ml por 100kg de sementes.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamento e com cinco repetições. Para a análise de qualidade fisiológica foram utilizadas 1000 sementes por tratamento, cada repetição com 200 sementes cada, semeadas em papel *germitest*, o qual foi umedecido com água destilada com 2,5 vezes o peso do papel, a temperatura utilizada foi de 25°C conforme as ISTA (2021).

Para a avaliação da qualidade fisiológica foram realizados os testes, germinação (G),

comprimento da plântula (CPA), largura da parte aérea (LPA), largura da raiz (LR), massa fresca (MF), massa seca (MS), teste de frio (TF) e sanidade. Para a realização do teste de germinação foram efetuadas duas contagens, aos sete e 14 dias, e a apresentação dos resultados foi feita pela média aritmética das quatro repetições, em números percentuais inteiros (Brasil, 1992). O vigor foi estimado utilizando o mesmo procedimento para o teste de germinação o qual foi efetuado a contagem aos sete dias. A apresentação dos resultados foi feita pela média aritmética das quatro amostras, em números percentuais inteiros.

O comprimento da plântula foi realizado após 14 dias, com régua métrica, no qual foi medido o comprimento total da plântula. Largura da plântula da parte aérea e raiz, foi realizado aos 14 dias com auxílio de uma régua milimétrica. Largura total, foi calculada com a somatória da parte aérea y a raiz. A massa fresca foi determinada utilizando as mesmas plantas selecionadas para o comprimento das plântulas o qual foi pesado com balança de precisão. A massa seca foi determinada colocando em estufa a 60°C por 24 horas posteriormente pesadas em balança de precisão. Para o teste de frio, os rolos permaneceram por sete dias a 10°C. Após esse período, foram transferidas para um germinador e mantidas nas mesmas condições do teste de germinação, sendo avaliadas após sete dias (CICERO E VIEIRA, 1994).

Para o teste de sanidade foi utilizado o método sobre papel filtro. As sementes foram incubadas à temperatura de $20 \pm 2^\circ \text{C}$, no regime de 12 horas de luz e 12 horas de escuro, após sete dias cada semente foi examinada separadamente sob microscópio estereoscópico. A identificação foi feita com base na esporulação dos fungos.

Foi efetuada análise de variância e os dados foram comparadas pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os dados das variáveis avaliadas, onde pode ser observado que para largura da parte aérea, massa fresca, massa seca e teste de frio teve diferenças estatísticas significativas.

Para as variáveis germinação (G), largura de raiz (LR), largura total (LT) não foi observada diferenças significativas entre os tratamentos testados. Corroborando com os dados obtidos por Oliveira (2016), ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com CCA, não observou diferenças significativas para as variáveis primeira contagem de germinação e comprimento da raiz. Do mesmo modo, Santos et al. (2010), não encontrou diferenças significativas na variável de germinação em sementes recobertas com silicato de cálcio. Resultados semelhante foi encontrado por Matichenkov et al. (2005), em sementes de trigo verificaram aumento constante no teste de germinação com aumento das doses de silício via tratamento de semente.

Tabela 1. Dados das variáveis avaliadas

TEMP (C°)	G^{ns} %	LPA cm	LR^{ns} cm	LT^{ns} Cm	MF gr	MS gr	TF %
T0	89	9.67 AB	9.42	19.00	0.31 B	0.070 AB	82 A
T1	89	8.53 AB	9.20	17.73	0.29 B	0.068 B	74 B
T2	89	8.13 B	9.66	17.73	0.28 B	0.070 AB	81 A
T3	90	10.20 A	9.00	19.20	0.36 A	0.076 A	82 A

*As medias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

Legenda: Germinação (G), comprimento da plântula (CPA), largura da parte aérea (LPA), largura da raiz (LR), massa fresca (MF), massa seca (MS), teste de frio (TF) em sementes de arroz recobertas com sílica amorfa obtidas da CCA a diferentes temperaturas.

Para as variáveis comprimento da parte aérea (LPA), massa fresca (MF), massa seca (MS) e teste de frio (TF), apresentaram diferenças significativas para Duncan a 5% (Tabela 1). Na variável comprimento da parte aérea (LPA), o T3 se apresentou estatisticamente diferente ao T2 onde se observa 2,07 cm mais com relação ao tratamento com menor média. A diferença dos dados obtidos por Tunes et al. (2014), que observou para a variável de comprimento da parte aérea não encontrou diferenças significativas, quando utilizou cinza de arroz carbonizada, o qual propiciou em aumento à medida que aumentou a doses de silício obtendo um aumento de até 20%.

O comprimento da parte aérea (LPA), e considerado um parâmetro fisiológico muito importante, isto porque, quanto maior a aérea foliar maior será a área para a captação da luz e a realização dos processos fotossintéticos, assim também raízes mais largas resultam em maior captação de nutrientes e água (TAIZ & ZEIGER, 2012), corroborando com os dados obtidos nesta pesquisa onde a média na variável de largura da raiz (LR) foi observada no tratamento T2. Podendo afirmar que o recobrimento de sementes de arroz com cinza de casca de arroz a diferentes temperaturas não afeita o desenvolvimento das plântulas.

Com relação a variável massa fresca, o tratamento que se apresentou estatisticamente diferente foi T3 com relação aos demais tratamentos, com uma diferença de 0,05g com relação ao T0. Lu e Cao (2001), utilizando silicato de sódio em cultivo hidropônico de melão, observaram um aumento no desenvolvimento da parte aérea o qual influenciou positivamente.

Quando observado a massa seca se apresenta diferenças significativas entre o T3 e o T1 com 0,008 g de diferença entre tratamento (Tabela 1). Para medir o efeito de silício via recobrimento de semente Sousa (2017), observou que a massa seca não foi influenciada pelas doses de silicato de potássio. Do mesmo modo, Sousa et al. (2010), observaram que a aplicação de silicato de cálcio em uma concentração de 12,2% de silício, não afetou o peso de massa seca das raízes em sementes de *Braquiária brizantha*.

Para o teste de frio, foi verificada diferenças significativas com o teste de Duncan ao 5%, onde os tratamentos T0, T2 e T3 não apresentaram diferenças entre eles, mais sim apresentaram diferença com relação ao T1. Em estudos realizados por Oliveira et al. (2016),

quando avaliado o efeito de dose e fonte de silício no tratamento de semente de arroz, na variável de teste de frio encontrou uma relação entre o fator fonte de silício onde a cinza de casca de arroz (CCA) apresentou-se superior em relação as demais fontes. A diferença dos dados obtidos por Tunes et al. (2014), onde trabalharam com fonte e doses de silício em cultivares de arroz, não apresentaram diferenças significativas para o teste de frio. Assim como Fonseca (2012) e Oliveira (2013), que não observaram diferenças significativa nesta variável no tratamento de sementes com silício em cultivos de trigo e soja, respectivamente.

A presença de silício pode propiciar o aumento da capacidade biológica das sementes e plântulas em resistência a condições adversas do ambiente (Rafi et al., 1997). No entanto, sabendo que o fator determinante e a qualidade fisiológica das sementes são intrínsecos e depende do controle genético as características próprias do cultivar, podemos afirmar que a qualidade fisiológica também é influenciada pelas condições ambientais prevaletentes onde as características benéficas do silício podem contribuir (OLIVEIRA, 2013).

Pode ser observados os benefícios que o silício tem trazido às plantas na resistência ao estresse abiótico são divididos em dois grupos: físicos e fisiológicos (CANTUÁRIO *et al.*, 2014). Sendo que, o acúmulo do Si na parede celular das plantas se relaciona aos benefícios físicos, assim, criando uma barreira contra a perda de água e melhorando a arquitetura das plantas (KORNDORFER et al., 2002). Segundo Baudet e Peske (2006), o tratamento de sementes é um processo para melhorar o desempenho das sementes, onde o principal objetivo é a proteção das sementes, melhorando o desempenho no campo, assim como o estabelecimento inicial ou durante o ciclo da cultura.

Na tabela 2 apresentam-se a presença dos fungos de interesse *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. e *Alternaria*, em sementes de arroz, como a frequência foi pouco frequente não foi possível realizar análise estatística, mesmo assim são apresentados, onde é possível observar as colônias de maior importância nos tratamentos.

Tabela 2. Incidência de fungo, em teste de sanidade de sementes de arroz recobertas com CCA, obtidas em diferentes temperaturas.

Fungos			
Tratamentos	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Alternaria</i>	<i>Aspergillus</i> sp.
T0	2	8	0
T1	2	8	7
T2	0	0	0
T3	2	2	1
T4	1	4	2

No caso do *Penicillium* sp. *Aspergillus* sp e *Alternaria* o T2 foi o que não apresentou incidência destes fungos, já o T4 que foi a temperatura de (750 ≈800°) apresentou-se com o número de colônias menor. Estudos tem demonstrado que o fornecimento de Silício, de forma

isolada, tem contribuído significativamente com a relação da intensidade de inumeráveis enfermidades de importância econômica (DATNOFF et al., 2007). E por isso, que o fator biótico que mais influi na perda de qualidade é a relacionada aos microrganismos na semente, motivo pelo qual a proteção das sementes é uma prática de suma importância (ZORATTO & HENNING, 2001). Por que o recobrimento de sementes de arroz com cinza de casca de arroz (CCA), aumenta a proteção contra doenças nas mesmas sementes, já que as sementes que apresentaram menos colônias foram as que tiveram os tratamentos com o CCA.

4 CONCLUSÃO

O uso da cinza de casca de arroz (CCA) como uma alternativa no recobrimento de sementes de arroz mostrou que não afeta a qualidade fisiologia, assim também, teve controle dos fungos de importância agrícola como *Penicillium* sp. *Aspergillus* sp. e *Alternaria*, deixando evidente que o CCA pode ser considerado como uma alternativa viável no tratamento de sementes em vista da diminuição de produtos químicos utilizados na produção.

REFERÊNCIAS

BAUDET, L. E PESKE, T.S.A logística do tratamento de sementes. **Revista Seed News**, ano X, n 1, p. 22-25. 2006

CANTARELLI, L. D., SCHUCH, L. O. B., DE ARAUJO RUFINO, C., TAVARES, L. C., & VIEIRA, J. F.. Physiological seeds quality: spatial distribution and variability among soybean plant population. **Bioscience Journal**, n.31, v.2, 2015.

CANTUÁRIO, F. S., LUZ, J. M., PEREIRA, A. I., SALOMÃO, L. C. & REBOUÇAS, T. N Podridão apical e escaldadura em frutos de pimentão submetidos a estresse hídrico e doses de silício. **Horticultura Brasileira**, n.32, p.215-219. 2014.

CÍCERO, S.M. E VIEIRA, R.D. Teste de frio. In: Vieira, R.D. e Carvalho, N.M. (Eds.) Testes de vigor em sementes. Jaboticabal, FUNEP, p.151-164. 1994

COLTRO, L.; MARTON, L. F. M.; PILECCO, F. P.; PILECCO, A. C. & MATTEI, L. F. Environmental profile of rice production in Southern Brazil: A comparison between irrigated and subsurface drip irrigated cropping systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 153, n. 1, p. 491-505. 2017.

DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. Silicon and plant disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. Mineral nutrition and plant disease. St. Paul: **The American Phytopathological Society Press**, p. 233- 246. 2007. ISBN 978-0-89054-346-7

DELLA, V. P., HOTZA, D., JUNKES, J. A., & OLIVEIRA, A. P. N. D.Estudo comparativo entre sílica obtida por lixívia ácida da casca de arroz e sílica obtida por tratamento térmico da cinza de casca de arroz. **Química Nova**, v.29, n.6, p.1175-1179. 2006.

ENCISO. V (2020) Arroz: Datos, estadísticas y comentarios. Boletín informativo. Disponível: <http://www.agr.una.py/ecorural/ecorural_arroz.php> Acesso em: 20 maio 2022.

FERNANDES, A. L. T., MERRIGHI, A. L. N., SILVA, G. A., & FRAGA JÚNIOR, E. F. F.. Utilização do silício no controle de pragas e doenças do cafeeiro irrigado. FAZU em **Revista, Uberaba**, n.6, p.11-52. 2009.

FONSECA, Daniel Andrei Robe. **Desempenho de sementes de trigo recobertas com silicato de alumínio**. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2012.

GONÇALVES M.R.F, BERGMANN C.P. Thermal insulators made with rice husk ashes: production and correlation between properties and microstructure. **Construction and Building Materials**. v.21, n. 12, p. 2059–2065, 2007.

HOSSAIN, S. S., MATHUR, L., & ROY, P. K. Rice husk/rice husk ash as an alternative source of silica in ceramics: A review. **Journal of Asian Ceramic Societies**, v.6, n.4, p.299-313. 2018.

HUSSAIN, S., MUMTAZ, M., MANZOOR, S., SHUXIAN, L., AHMED, I., SKALICKY, M., ... & LIU, W. Foliar application of silicon improves growth of soybean by enhancing carbon metabolism under shading conditions. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.159, p. 43-52, 2021.

KJER, J.; DEBBAB, A.; ALY, A. H.; PROKSCH, P. Methods for isolation of marine-derived endophytic fungi and their bioactive secondary products. **Nature Protocols**, London, v. 5, n. 3, p. 479-490, 2010.

KORNDORFER G. H., PEREIRA H. S. & CAMARGO M. S. Silicato de cálcio e magnésio na agricultura. Uberlândia: UFU/ICIAG, 3p (GPSi-ICIG-UFU). **Boletim Técnico**, nº 01, 2002

LIMA CAP, ORSI RB, DILKIN P, CORREA B. Mycoflora and aflatoxigenic species in derivatives of milled rice. **Food Science and Technology**. n.20, v.1. 2000.

LU, G.; CAO, J. S. Effects of silicon on earliness and photosynthetic characteristics of melon. **Acta Horticulturae Sinica**, Wageningen, v. 28, n. 5, p. 421-424. 2001.

LUYCKX M, HAUSMAN JF, LUTTS S, GUERRIERO G. Silicon and plants: current knowledge and technological perspectives. **Front Plant Sci** v.8: p. 411, 2017.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganaderia). **Síntesis estadísticas**. Producción agropecuaria. 2020. Disponível:< <http://www.mag.gov.py/indx.php/institucion/dependencias/sintesis-estadistica> > Acesso em: 21 maio 2022.

MATICHENKOV, V.V.; KOSOBROUKHOV, A.A.; SHABNOVA, N.I. E BOCHARNIKOVA, E.A. - Plant response to silicon fertilizers under salt stress. **Agrokhimiya**, vol.. 10, p. 59-63. 2005.

MICHAJLUK B. GÓMEZ, R. BÓVEDA, L. GONZALEZ, Y., CABELLO J. Evaluación preliminar del contenido de silicio en hojas y tallos de *Saccharum o icinarum*, “caña de azúcar” a través de técnicas analíticas nucleares. **ROJASIANA**. v.18, n.1, p.9-14, 2019.

NING, D., SONG, A., FAN, F., LI, Z., & LIANG, Y. Effects of slag-Based silicon fertilizer on rice growth and brow-spot resistance. **Plos One**. v.9, 2014.

OLIVEIRA FILHO, F. S., CASSIMIRO, C. A. L., DA SILVA SOUSA, P., ALENCAR, L. V. C., DOS SANTOS FEITOSA, S., & DA SILVA, E. A. Biofertilizante como solução nutritiva para produção de alface hidropônica no Alto Sertão paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.15; n.1, p.111-117, 2013.

OLIVEIRA, SANDRO DE, BRUNES, ANDRÉ P., LEMES, ELISA S., TAVARES, LIZANDRO C., MENEGHELLO, GERI E., LEITZKE, IGOR D., & MENDONÇA, ANDRÉ O. Tratamento de sementes de arroz com silício e qualidade fisiológica das sementes. **Revista de Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.202-209.2016. D

RAFI, M. M.; EPSTEIN, E.; FALK. R. H. Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Journal of Plant Physiology**, v. 151, n. 4, p.497-501. 1997

SANDRINI, W. C. **Alterações químicas e microbiológicas do solo decorrentes da adição de cinza de casca de arroz**. Originalmente apresentado como dissertação de mestrado, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas. 2010 Disponível:<<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/123456789/2465>> Acesso em: 16 junho 2022

SANTOS, L. B., PEREIRA DE SOUZA JÚNIOR, J., DE MELLO PRADO, R., FERREIRA JÚNIOR, R., FERNANDES DE SOUZA, V., MACHADO DOS SANTOS, S. M., & MARTINS SOARES, P. L. Silicon Allows Halving Cadusafos Dose to Control Meloidogyne incognita and Increase Cotton Development. **Springer Nature**, v. 14 p. 3809-3816, 2021.

SARANGI M, BHATTACHARYYA S, BEHERA RC. Effect of temperature on morphology and phase transformations of Nano crystalline silica obtained from rice husk. **Phase Transitions**. v.82, n.5, p.377–386, 2009.

SOUSA, V H. De Carvalho.. **Efeito do silício aplicado via sementes na emergência e no crescimento inicial de variedades de soja**. Universidade Federal de Paraíba. 34p. 2017. Disponível:<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/2659>

SOUSA, J. V.; RODRIGUES, C. R.; LUZ, J. M. Q.; CARVALHO, P. C.; RODRIGUES, T. M.; BRITO, C.H. 2010. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Bioscience**. Jornal, v.26, n.4, p.502-513. 2010.

TASHIMA, M. M., FIORITI, C. F., AKASAKI, J. L., BERNABEU, J. P., SOUSA, L. C., & MELGES, J. L. P. Cinza de casca de arroz (CCA) altamente reativa: método de produção e atividade pozolânica. **Ambiente Construído**, 151-163. 2012.

TAIZ, L. ZEIGER, E. 2012. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre, Artmed. 95p. 2012.

TUNES, L. V. M., FONSECA, D. Â. R., MENEGHELLO, G. E., DOS REIS, B. B., BRASIL, V. D., DE ARAÚJO RUFINO, C., Y VILELLA, F. A. Qualidade fisiológica, sanitária e enzimática de sementes de arroz irrigado recobertas com sílicio. **Revistas Ceres**, v.61, n.5, 2014.

ZORATO, M. F.; HENNING, A. A. Influência de tratamentos fungicidas antecipados, aplicados em diferentes épocas de armazenamento, sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**.v.23,n.2, p.236-244, 2001.

Balanço Hídrico em sub-bacias Hidrográficas com diferentes percentuais de cobertura vegetal

Elisangela Ronconi Rodrigues ^a, Arisvaldo Vieira Mello Junior ^b, Lina Maria Osório
Olivos ^b, Alexander Sergio Evasor ^a.

^a Departamento de Engenharia, Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas. Av. Brigadeiro Luís Antônio, 917 - Bela Vista, São Paulo - SP, 01317-001

^b Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões em Engenharia Ambiental e de Recursos Hídricos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Av. Prof. Almeida Prado, 83 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-070

***Autor correspondente:** Elisangela Ronconi Rodrigues, Doutora, Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas. Av. Brigadeiro Luís Antônio, 917 - Bela Vista, São Paulo - SP, 01317-001 Telefone de contato: (11) 33466200
E-mail de contato: elisangela.rodrigues@fmu.br

Data de submissão: 15-08-2022

Data de aceite: 08-10-2022

Data de publicação: 21-10-2022



10.51161/editoraime/108/90



RESUMO

Introdução: As mudanças climáticas globais acenderam um alerta em toda sociedade sobre os cenários de extremos hidrológicos e seus efeitos negativos para toda a sociedade.

Objetivo: Diante deste cenário, esta pesquisa teve como objetivos avaliar o balanço hídrico em duas sub-bacias pertencentes à Bacia Hidrográfica PCJ, com diferentes condições de uso e ocupação do solo, sendo a sub-bacia Cabeceira com maior percentual de cobertura florestal e a sub-bacia Ribeirão Cachoeira com maior uso antrópico, especialmente agrícola.

Metodologia: Para tanto, foram analisadas comparações entre os regimes pluviométricos das duas sub-bacias, bem como a estimativa da evapotranspiração em um período de 19 anos, para realização do balanço hídrico, procurando evidenciar o papel da cobertura florestal na geração de escoamento.

Resultados: Os resultados, como esperados, mostraram que na sub-bacia Cabeceira, que possui maior cobertura florestal (66,78%) as médias anuais de precipitação e escoamento foram maiores no período analisado (2000-2018) que quando comparado com a sub-bacia Ribeirão Cachoeira, que possui apenas 8,80% de cobertura florestal nativa. Também ficou claro que na sub-bacia Ribeirão Cachoeira, as taxas de evaporação foram superiores, evidenciando o papel da cobertura florestal na manutenção da umidade do solo, evitando perdas diretas pela evaporação de superfície. Apesar de não ficar evidenciado que as maiores taxas de precipitação e escoamento na sub-bacia Cabeceira seja decorrentes de sua cobertura florestal, fica claro que no cenário atual, com uma perspectiva de crescimento populacional e maior demanda por água, que as florestas desempenham um importante papel na segurança hídrica e no controle dos eventos climáticos extremos em bacias hidrográficas, além de desempenhar serviços ecossistêmicos indispensáveis a qualidade de vida humana.

Palavras-chave: Escoamento; Hidrologia Florestal; Bacia Hidrográfica PCJ. .

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica pode ser considerada um ente sistêmico. É onde se realizam os balanços de entrada proveniente da chuva e saída de água através do exutório, permitindo que sejam definidas bacias e sub-bacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos (PORTO e PORTO, 2008).

De acordo com a Lei Federal 9.433/97, conhecida como Política Nacional de Recursos Hídricos, a bacia hidrográfica deve ser considerada como uma unidade territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos. Isto devido ao fato de que a bacia hidrográfica é um sistema geomorfológico aberto, que recebe energia através de agentes climáticos e perde através do deflúvio. A bacia hidrográfica como sistema aberto pode ser descrita em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão e desta forma, uma bacia quando não perturbada por ações antrópicas, encontra-se em equilíbrio dinâmico (LIMA, 2005). A análise desses aspectos envolve características de clima, geomorfologia, solo, vegetação, deflúvio e evapotranspiração, com o que se pode quantificar os processos hidrológicos da bacia e correlacioná-los com as diferentes variáveis relacionada à quantidade e qualidade da água, assim como sua dinâmica (CARDOSO et al., 2006).

Dentre essas variáveis, a cobertura vegetal pode ser descrita como a de maior influência no ciclo hidrológico. O processo de ciclagem de água que ocorre por meio da vegetação, graças ao processo de evapotranspiração, irá influenciar diretamente no volume de água que circula na bacia. A presença de florestas nativas pode desempenhar diversas funções eco-hidrológicas, como a regulação da quantidade de água, o controle da erosão e aporte de sedimentos e, conseqüentemente, influenciando os parâmetros físico-químicos dos cursos d'água (LIMA et al., 2013).

Mas para compreender a ação da vegetação, primeiramente, é preciso analisar as relações hídricas dentro da bacia que proporcionam o equilíbrio dinâmico citado por Lima (2005). Quando a precipitação atmosférica atinge a superfície superior da cobertura florestal de uma bacia hidrográfica, ela se torna um elemento básico em hidrologia florestal, que é a entrada (*input*) do sistema hidrológico. Considerando a equação simplificada do balanço hídrico em uma bacia hidrográfica, de um modo geral apenas cerca de um quarto da precipitação anual se torna disponível para o escoamento dos rios. A maior parte, portanto, retorna à atmosfera pelo processo de evaporação (SILVA, 2015).

O balanço hídrico pode ser uma importante ferramenta para avaliação do ciclo hidrológico em escala regional, visto que ele é a representação matemática de todas as etapas do ciclo hidrológico. Amplamente utilizado para avaliação de demanda hídrica na agricultura, considerando o armazenamento da água no solo por meio do modelo de Balanço Hídrico Climatológico, desenvolvido por Thornthwaite e Mather em 1955 (PEREIRA, 2005), atualmente se torna indispensável também para uma eficiente gestão dos recursos hídricos, vistos que é um modelo hidrológico que permite avaliar cenários presentes e futuros de

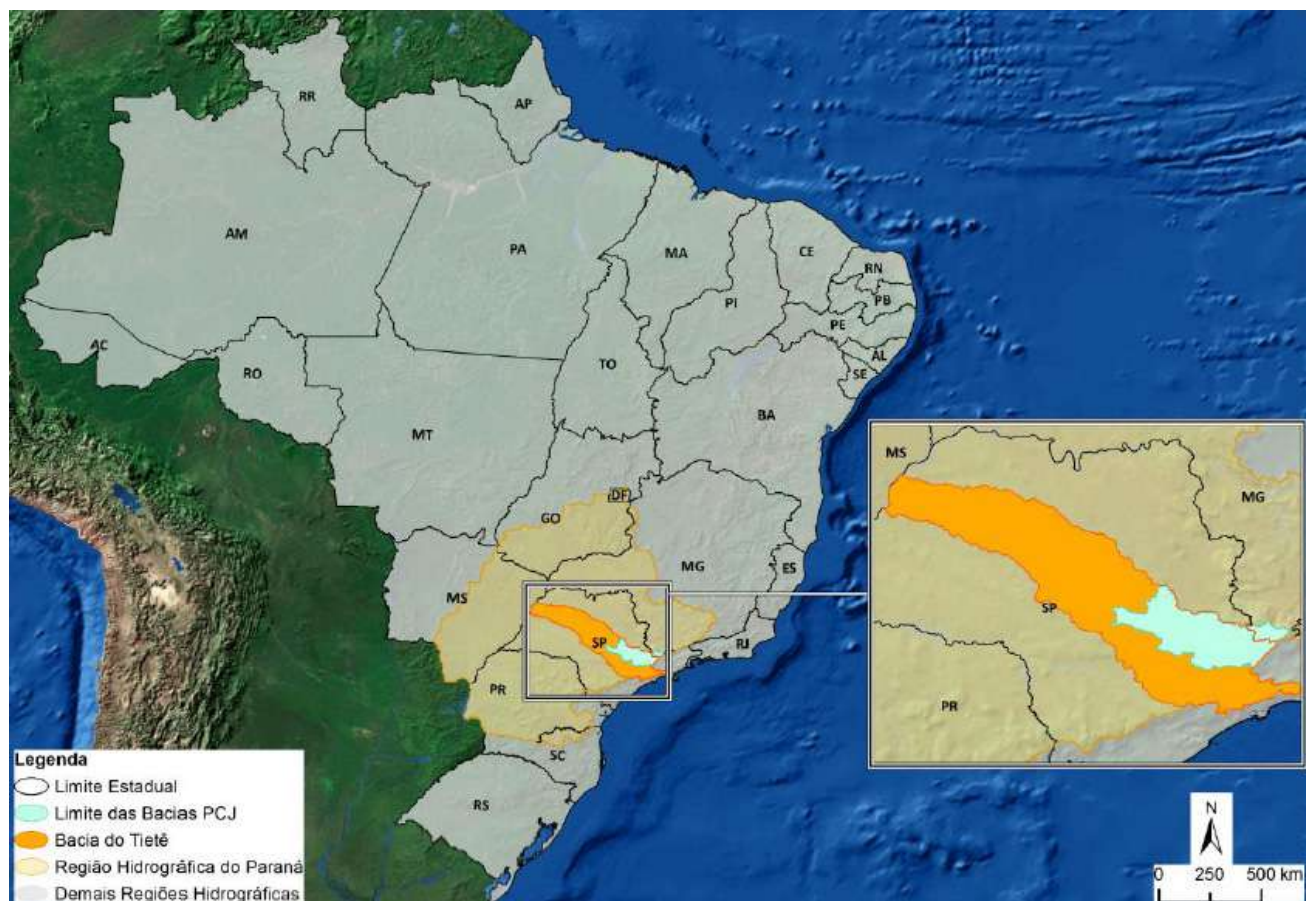
disponibilidade x demanda e, conseqüentemente, fomentar políticas públicas mais eficientes.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo principal realizar o balanço hídrico em duas sub-bacias hidrográficas localizadas em uma região de grande demanda hídrica, para fins de comparação dos efeitos da cobertura florestal, através da estimativa indireta da evapotranspiração, contribuindo, desta maneira, para estudos futuros sobre demanda de água em um momento de grandes discussões sobre escassez hídrica decorrente do cenário atual de mudanças climáticas globais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas duas sub-bacias hidrográficas que compõe a Bacia Hidrográfica PCJ (Piracicaba-Capivari-Jundiá), que possui uma área total de 15.377,81 km² e abrangem, total ou parcialmente, territórios de 76 municípios sendo que 71 pertencem ao estado de São Paulo e 05 ao estado de Minas Gerais. A localização e delimitação da Bacia PCJ pode ser vista na figura 01.

Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica PCJ



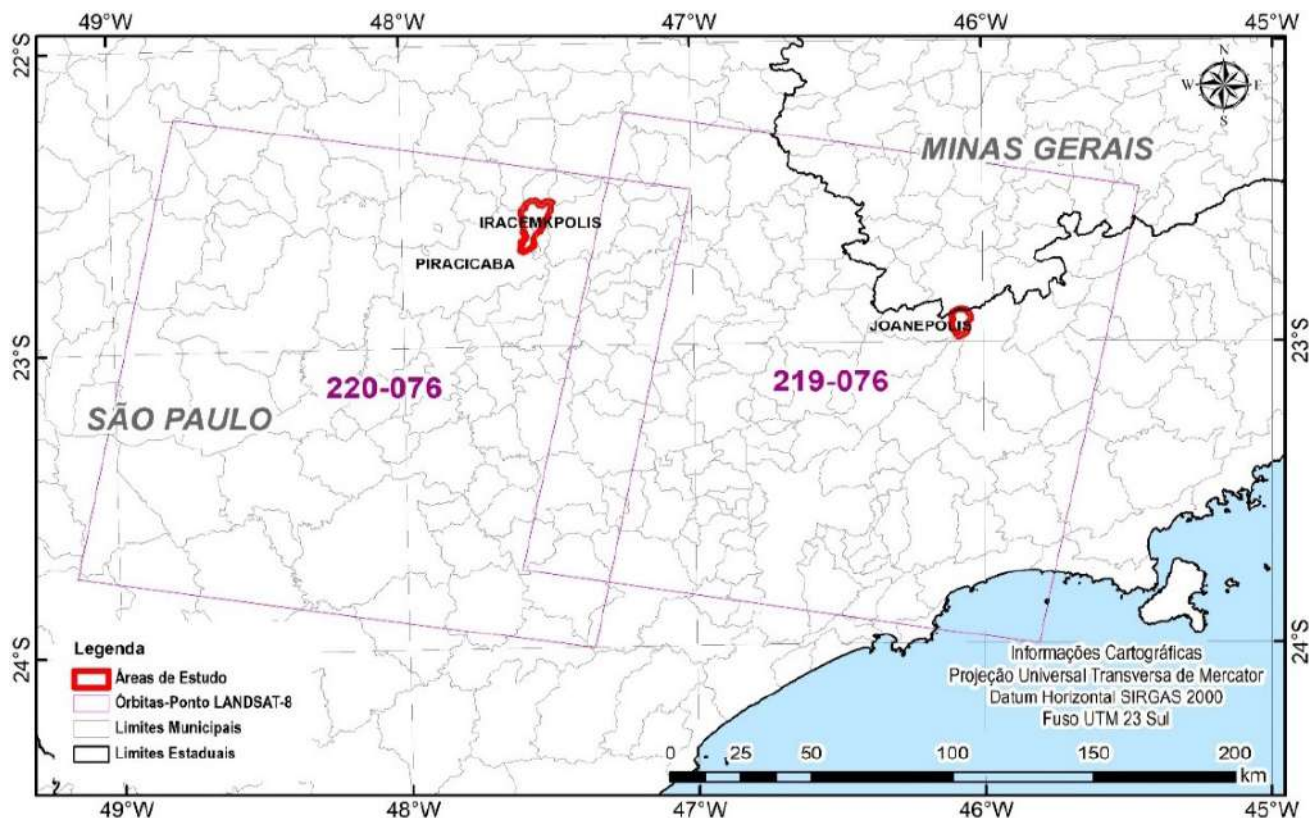
Fonte: Comitês PCJ (2020)

A área das bacias PCJ apresenta 20,35% de cobertura vegetal nativa florestal de Mata

Atlântica (principalmente Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual, além de 2,08% de campos úmidos. A maior parte desses remanescentes de vegetação nativa estão inseridas em unidades de conservação, com destaque para a APA Sistema Cantareira, fundamental para manutenção da qualidade hídrica e para o abastecimento de cerca de 9 milhões de pessoas e a Reserva Biológica Serra do Japi, localizada no município de Jundiá. A ocupação predominante do solo é a vegetação campestre, que envolve tanto a presença dos campos naturais como as pastagens, representando 25,30% da área total da bacia. O plantio de cana-de-açúcar também se mostra expressivo, ocupando 19,01% da bacia. Com relação ao potencial erosivo dos solos, a Bacia PCJ 28% de sua área classificada como área de “Alta” e 21% como “Muito Alta” suscetibilidade à erosão (COMITÊS PCJ, 2020)

Para esta pesquisa foram selecionadas duas sub-bacias hidrográficas localizadas dentro da bacia PCJ, sendo uma com grande percentual de cobertura florestal nativa e outra com maior uso rural predominante e baixa cobertura florestal, verificando a disponibilidade de dados de postos pluviométricos que pudessem servir como base para levantamento da precipitação dessas áreas. A localização das duas sub-bacias selecionadas podem ser vistas na figura 02.

Figura 2: Localização das sub-bacias de estudo.



Fonte: IBGE (2006; 2010); ANA (2010). Elaborado por Alexander Sergio Evaso.

A sub-bacia selecionada com baixa cobertura vegetal está localizada no município de Iracemápolis, que de acordo com o Comitê PCJ (2020) é um município classificado como

“de muita alta criticidade”, ou seja, cujo balanço entre demanda e disponibilidade hídrica é considerado como nulo ou negativo. A sub-bacia possui 117,53 km² de área e é chamada de Ribeirão Cachoeira. A segunda sub-bacia, a qual se pretende comparar com a Ribeirão Cachoeira se encontra no município de Joanópolis, de média criticidade quanto a demanda hídrica e possui 53,42 km² e neste estudo foi denominada como Cabeceira. O nome se deu pelo fato de o município estar localizado na região das “Cabeceiras dos rios PCJ” (na bacia Jaguari), concentrando grande parte das nascentes que produzem água ao Sistema Cantareira, um importante sistema de abastecimento público das regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas (COMITÊS PCJ, 2020).

Para determinação do uso e cobertura do solo em cada uma das duas sub-bacias de estudo foram obtidas imagens do satélite Landsat 8, dos sensores OLI (Operation Land Imager), referente as órbitas-ponto 219-076 e 220-076, disponibilizadas pelo United States Geological Survey, do ano de 2019. As imagens foram processadas pelo software de uso livre Quantum Gis, delimitando-se as seguintes categorias de uso do solo: Silvicultura, Mata nativa, Campo (pecuária ou outros usos de vegetação rasteira, não identificados), Campos úmidos, Cana-de-açúcar, Lavoura Permanente, Corpos d’água, Afloramento rochoso e Área urbanizada.

Os postos pluviométricos para análise da precipitação nas duas sub-bacias foram selecionados a partir da base de dados de informações hidrológicas do DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - do Estado de São Paulo, num total de 5 postos de monitoramento existentes dentro das áreas de estudo, sendo quatro na sub-bacia Ribeirão Cachoeira e um na sub-bacia Cabeceira. Em decorrência de um maior número de postos ocorrendo na área Ribeirão Cachoeira, utilizou-se o método de Thiessen que é indicado quando não existe uma distribuição uniforme de pluviômetros no interior da bacia. O método possibilita obter-se a média ponderada das alturas de chuva obtidas nos diferentes pluviômetros, por meio do qual o fator de ponderação para o cálculo da média é a área de influência de cada aparelho (RAGHUNATH, 2006). Para a obtenção da média de Thiessen, foi utilizado o software Quantum Gis, no qual foi considerado apenas a área de influência dos pluviômetros que estão dentro da bacia, com suas respectivas áreas, percentual de cada área, e precipitação média anual.

Para determinação do balanço hídrico, foi necessário a estimar as taxas de evapotranspiração das duas sub-bacias de maneira indireta, visto que os dados disponíveis das estações meteorológicas utilizadas para determinação da precipitação não possuem dados suficientes. Conforme metodologia determinada pelo documento FAO 56 (ALLEN et al., 1998), a evapotranspiração real foi determinada pela fórmula:

$$ETr^1 = Kc \cdot ETp^2$$

Onde:

ETr = Evapotranspiração Real

Kc = Coeficiente de Cultura

ETp = Evapotranspiração Potencial

¹ A fórmula original em Allen et al. (1998) usa a terminologia de Evapotranspiração de Cultura, visto que foi desenvolvida para fins de planejamento agrícola. Por se referir aos mesmos princípios da ETr, foi adaptada nesta pesquisa. ² A fórmula original em Allen et al. (1998) traz a Evapotranspiração de Referência, sendo adaptada como Potencial para esta pesquisa, conforme já mencionado por Carvalho et al. (2011).

O Kc foi determinado a partir do NDVI, levando em consideração as classes de uso e cobertura do solo presentes nas duas sub-bacias, conforme equação dada por Terink et al., (2015).

$$k_c = k_{c_min} + (k_{c_máx} - k_{c_min}) \cdot ((NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min}))$$

Onde:

Kc = Coeficiente de Cultura

K_{c_min} = Coeficiente de Cultura Mínimo

$K_{c_máx}$ = Coeficiente de Cultura Máximo

$NDVI_{min}$ = Normalized Difference Vegetation Index Mínimo

$NDVI_{max}$ = Normalized Difference Vegetation Index Máximo

Para cálculo do Kc, foi selecionado um período de 19 anos, entre 2000 e 2018, usando como base os usos de solo identificados pelo Mapbiomas v 5.0, produzidos a partir da classificação pixel a pixel, das imagens de satélite Landsat com resolução de 30 metros, que estão disponíveis gratuitamente na plataforma Google Earth Engine. De acordo com a classificação adotada, foi possível identificar as seguintes categorias de uso na área de estudo: floresta, formação natural não florestal, agropecuária (diferenciando agricultura de pastagem), área não florestada (infraestrutura urbana ou mineração, por exemplo) e cursos d'água.

A partir dos dados de Precipitação e Evapotranspiração, foi possível realizar o balanço hídrico nas duas sub-bacias, para o período analisado, a partir da equação global do balanço hídrico, que considera como vazão a diferença entre precipitação e evapotranspiração (SILVA, 2015), dado pela fórmula:

$$Q = P - ET$$

Onde:

Q = Vazão, mm;

P = Precipitação, mm;

ET = Evapotranspiração, mm.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi gerado um mapa de uso e cobertura do solo para cada uma das áreas de estudo, mostradas na Figura 3 (sub-bacia Cabeceira) e 4 (sub-bacia Ribeirão Cachoeira).

A sub-bacia Cabeceira possui maior cobertura florestal nativa, com um total de 66,78%, seguido de silvicultura, com 19,65%, havendo apenas uma pequena área com a presença de vegetação rasteira. Nesta sub-bacia não existe área urbanizada, pois a sede do município de Joanópolis fica fora da área da sub-bacia. Os dados completos de uso e ocupação do solo estão detalhados no quadro 01.

Quadro 01: Quantitativo do uso e ocupação do solo na Sub-bacia Cabeceira

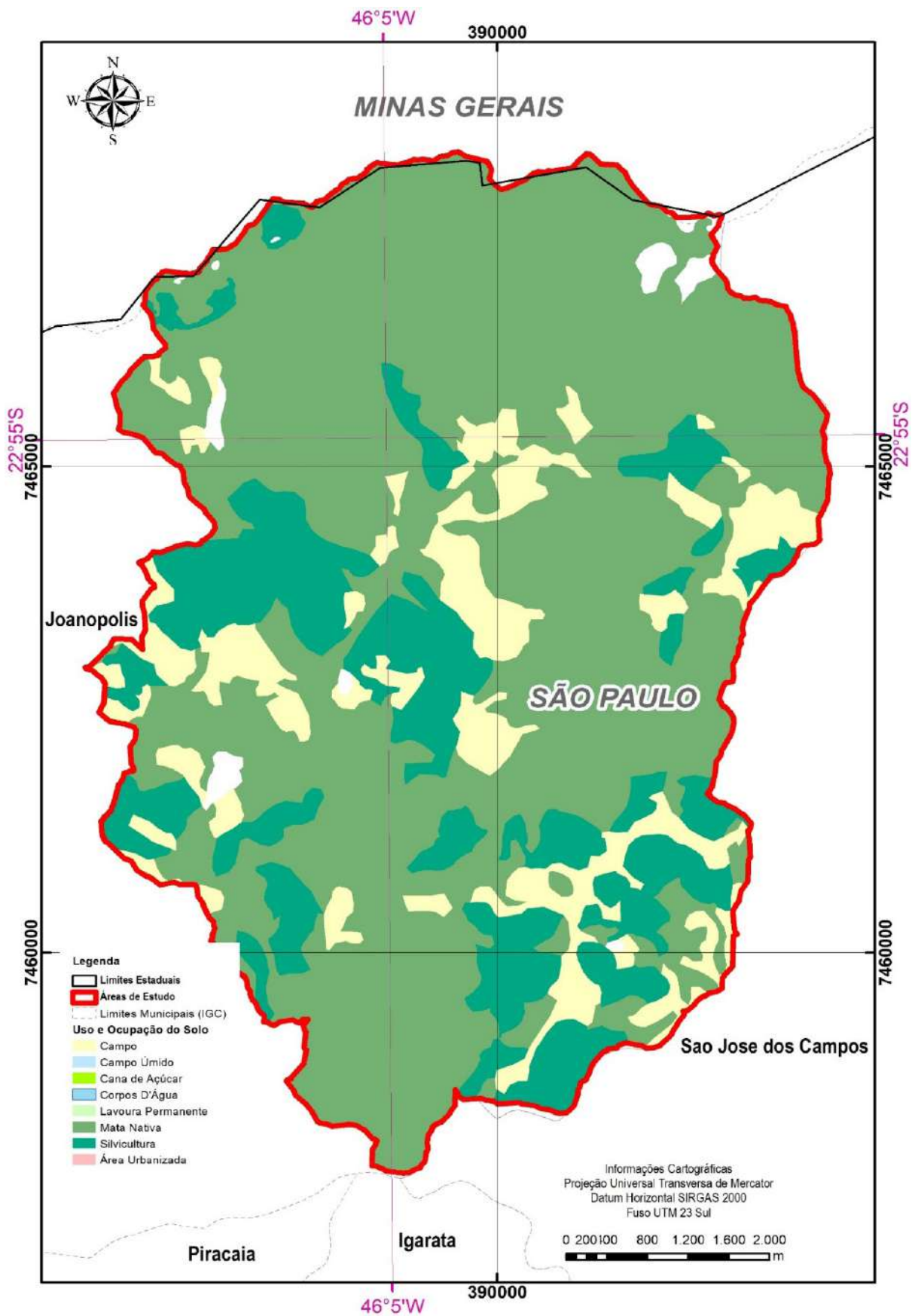
USO E OCUPAÇÃO	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Afloramento rochoso	0,29	0,54
Campo	6,69	12,52
Corpos d'água	0,27	0,51
Vegetação nativa	35,67	66,78
Silvicultura	10,49	19,64
TOTAL	53,42	100

Já sub-bacia Ribeirão Cachoeira possui sua maior ocupação com cana-de-açúcar, com quase 80% de sua área total, com a presença, no interior da sub-bacia da área urbanizada. Fica evidente um baixo percentual de cobertura florestal nativa, com apenas 8,80%, distribuída ao redor dos cursos d'água e compondo Áreas de Preservação Permanente. O descritivo total da sub-bacia está no quadro 02.

Quadro 02: Quantitativo do uso e ocupação do solo na Sub-bacia Ribeirão Cachoeira.

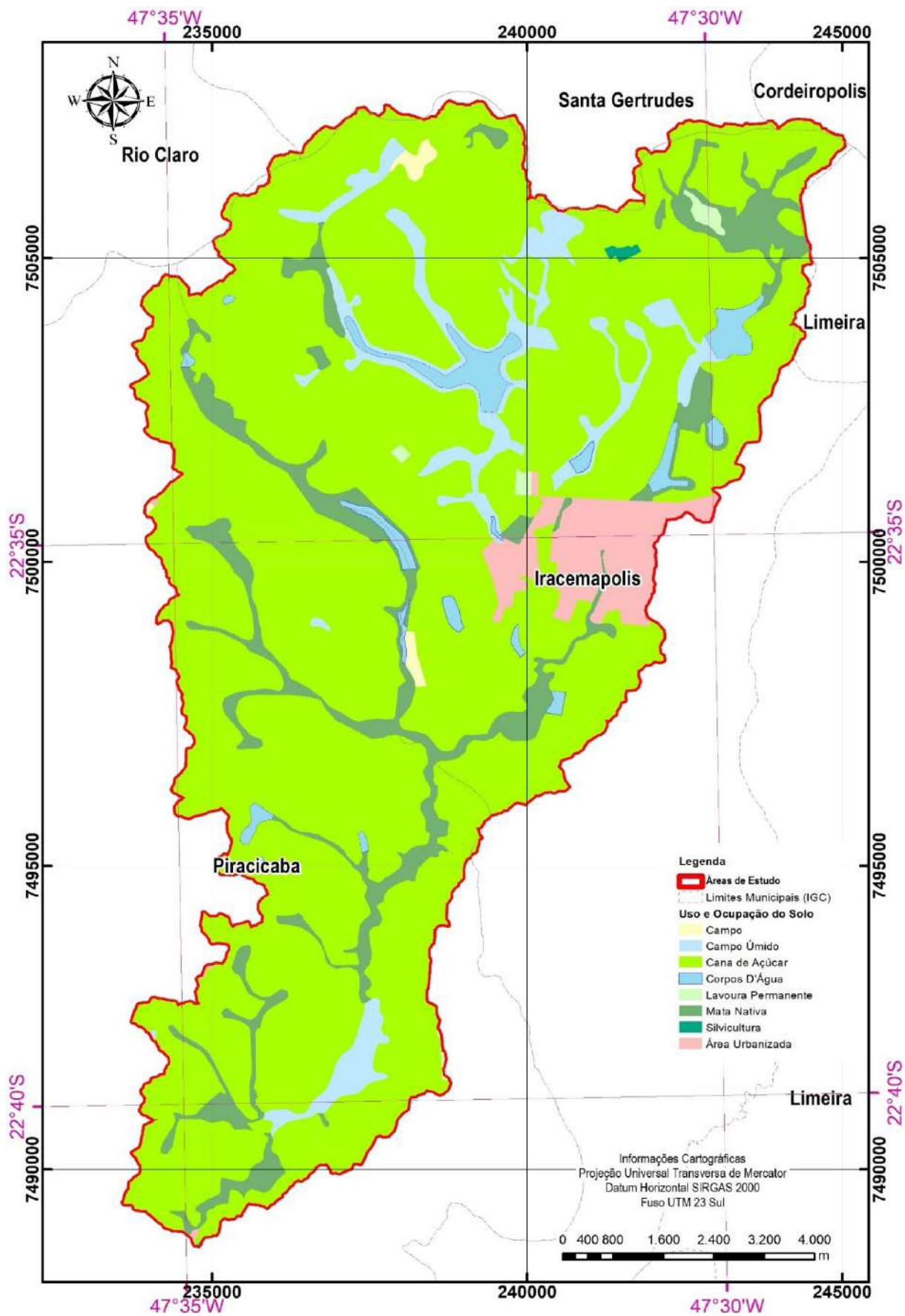
USO E OCUPAÇÃO	ÁREA (km ²)	ÁREA (%)
Área urbanizada	4,15	3,53
Campo	0,42	0,35
Campo úmido	5,90	5,02
Cana-de-açúcar	93,46	79,52
Corpos d'água	2,80	2,39
Lavouras permanentes	0,36	0,31
Vegetação nativa	10,34	8,80
Silvicultura	0,10	0,08
TOTAL	117,53	100

Figura 3: Uso e ocupação do solo na sub-bacia Cabeceira.



Fonte: Elaborado pelos autores.

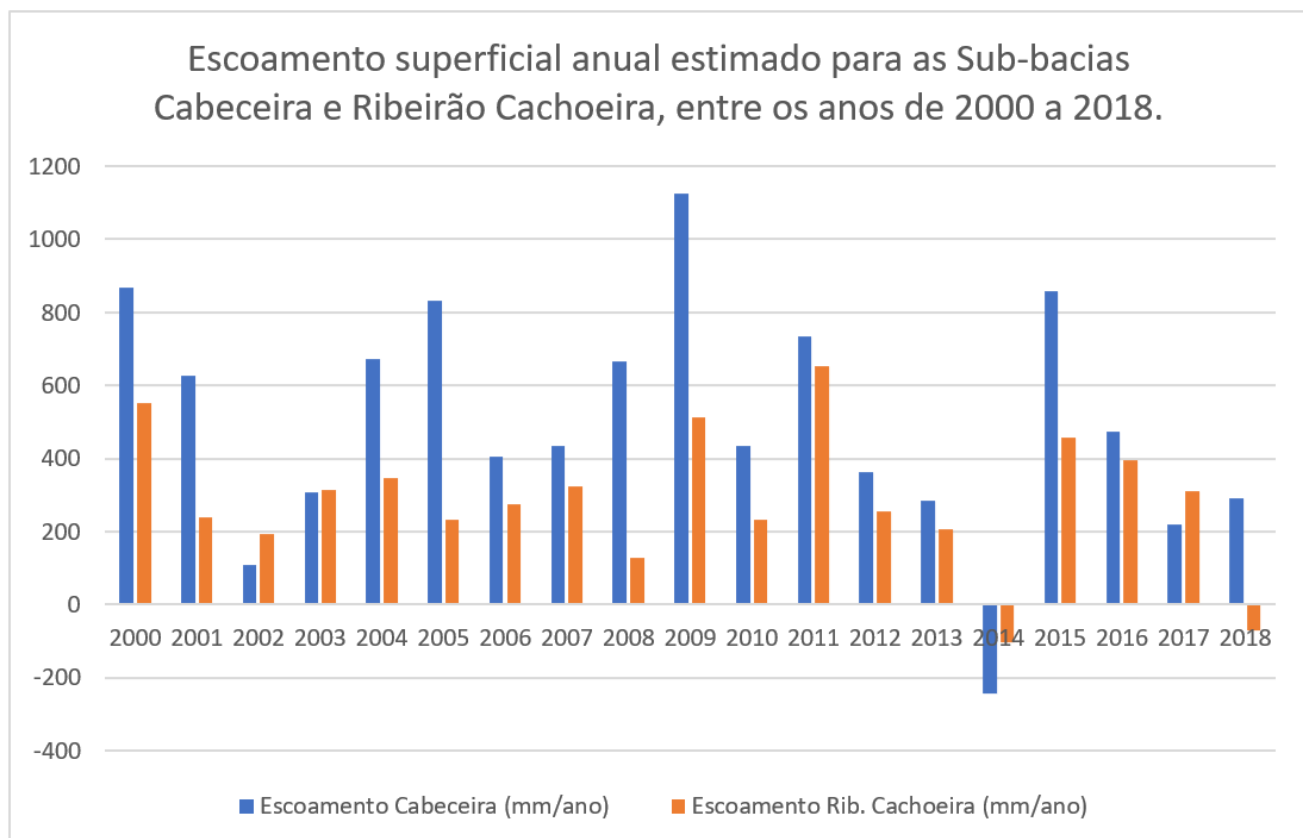
Figura 4: Uso e ocupação do solo na sub-bacia Ribeirão Cachoeira.



Fonte: Elaborado pelos autores

O Balanço Hídrico calculado para as duas sub-bacias com diferentes percentuais de cobertura florestal está apresentado na figura 05. Os dados obtidos permitem observar que nas duas sub-bacias houve déficit hídrico no ano de 2014, ano em que a taxa de evapotranspiração foi superior a precipitação. No ano de 2018 o mesmo fenômeno foi observado, porém, somente na sub-bacia Ribeirão Cachoeira. Diante disso, pode-se fazer algumas inferências sobre os fatores que regulam o balanço hídrico em bacias hidrográficas, além da cobertura florestal. Na sub-bacia Ribeirão Cachoeira, os três anos mais chuvosos foram 2011, 2000 e 2009, respectivamente. Já na sub-bacia Cabeceira, os anos mais chuvosos foram 2009, 2000 e 2015, este último, quarto no ranking da Ribeirão Cachoeira, mostrando que os eventos chave do ciclo hidrológico são muitos semelhantes nas duas áreas, apesar das diferenças no uso e cobertura do solo.

Figura 05: Escoamento superficial anual estimado para as sub-bacias Cabeceira e Ribeirão Cachoeira, entre os anos 2000 a 2018.

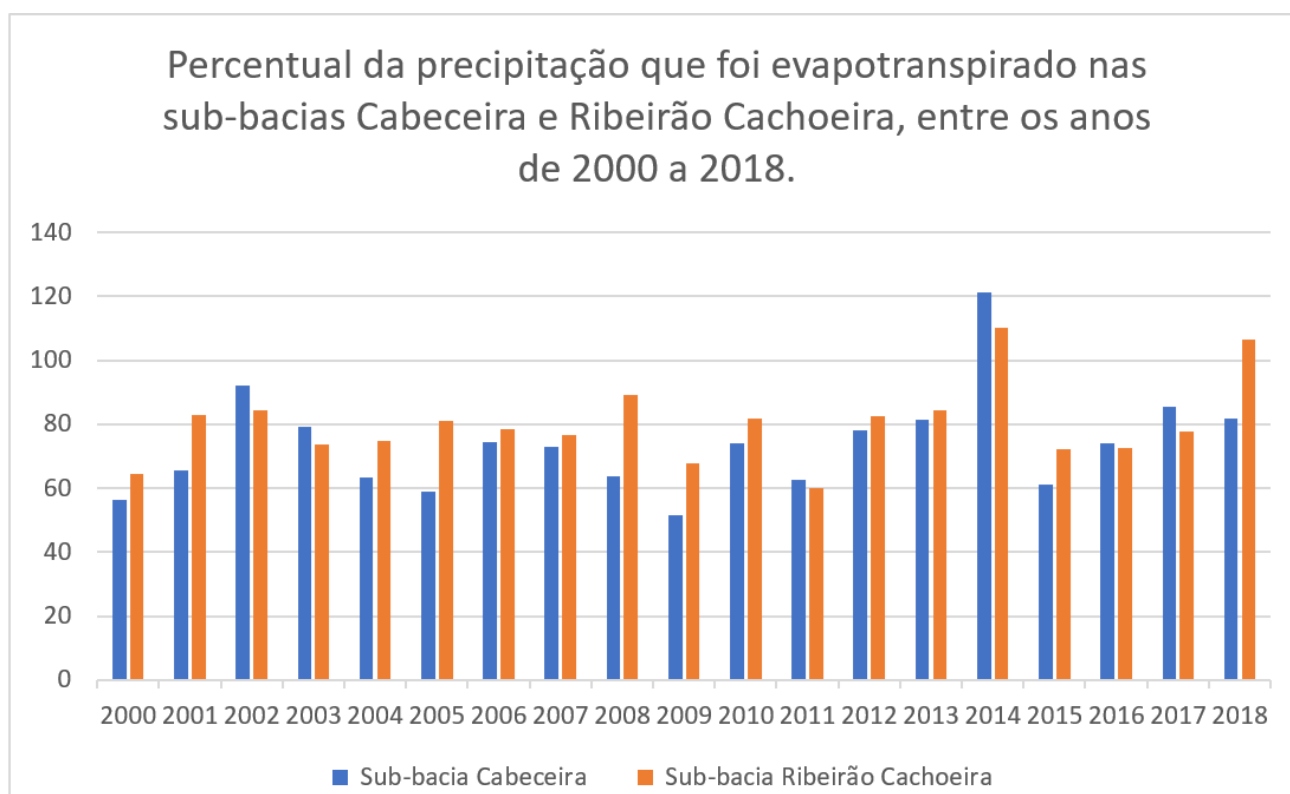


Fonte: Elaborado pelos autores.

Sabe-se que o volume de água que deixa uma bacia na forma de vapor depende de inúmeros fatores físicos e biofísicos, como os mecanismos biológicos das florestas e demais tipos de vegetação, chamado de evapotranspiração vegetal. (TUCCI e BRAGA, 2003). Essa irá contribuir para maiores taxas de perda de água na bacia quanto maior for a atividade metabólica vegetal. Comparando o potencial de evapotranspiração florestal com

áreas agrícolas, por exemplo, Farias (2000) afirma que as florestas são aerodinamicamente mais rugosas que os campos agrícolas, conseqüentemente, havendo maior troca energética na forma de calor entre dossel e atmosfera, contribuindo também para uma maior advecção, mesmo em regiões de clima úmido. Porém, quando consideramos a transferência de água do solo para a atmosfera, o processo físico será mais intenso em áreas menos florestadas, uma vez que as florestas também são responsáveis pela maior retenção de umidade no solo devido ao sombreamento ofertado pelo dossel. A figura 06 mostra o comparativo do percentual de evapotranspiração entre as duas sub-bacias de estudo.

Figura 06: Percentual da precipitação que foi evapotranspirado nas sub-bacias Cabeceira e Ribeirão Cachoeira, entre os anos 2000 a 2018



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na sub-bacia Cabeceira o valor médio obtido mostra que 71,29% de toda precipitação da sub-bacia foi evapotranspirado. Em bacias florestadas, essa taxa não se refere precisamente ao valor evaporado diretamente do solo ou pela área foliar, mas também envolve parte do valor interceptado pelo dossel florestal, que tende a retornar para a atmosfera na forma de vapor pela evaporação direta (LEOPOLDO et al, 1982).

Já na sub-bacia Ribeirão Cachoeira, que possui maior extensão e uso predominante de cana-de-açúcar, a taxa de evaporação média da sub-bacia foi de 80%, valor superior ao encontrado na sub-bacia Cabeceira, o que pode indicar que a ausência de cobertura florestal aumenta a incidência de radiação solar e as taxas de evapotranspiração do solo

devido à ausência do controle microclimático oferecido pelo dossel florestal.

Isso mostra uma tendência do comportamento hidrológico das bacias, que se caracteriza por uma maior influência dos aspectos climáticos do que do uso do solo em si. A sub-bacia Cabeceira apresenta maior geração de escoamento, com exceção dos anos de 2002 e 2017. Porém, em todos os anos analisados, a precipitação anual foi claramente maior na sub-bacia Cabeceira que na sub-bacia Ribeirão Cachoeira, o que explica as suas maiores taxas de escoamento. Porém, os dados coletados nesta pesquisa não permitem afirmar que essa maior precipitação esteja relacionada a presença da cobertura florestal. Seria preciso avaliar, em estudos futuros, em caso de perda da vegetação na área, o impacto que isso teria nas taxas pluviométricas e conseqüentemente, no balanço hídrico da sub-bacia.

Portanto, sendo a sub-bacia Cabeceira com maiores taxas de precipitação anual e com maiores índices de geração de escoamento anual total na bacia, fica evidenciado a importância do componente florestal não somente na regulação do balanço hídrico, mas também na prestação dos serviços ecossistêmicos prestados pela floresta em uma bacia hidrográfica para manutenção da qualidade da água e da biodiversidade. Além disso, a presença de cobertura florestal em uma bacia hidrográfica ajuda no controle de cheias, reduzindo-se, desta maneira, as chances de pico de enchente no exutório da bacia e favorecendo a regulação da drenagem.

4 CONCLUSÃO

Existem interações muito complexas que precisam ser analisadas quando discutimos uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas. A compreensão destas interações são fundamentais para o correto planejamento da utilização dos recursos hídricos, principalmente no cenário atual, onde as mudanças climáticas globais podem alterar os ciclos hidrológicos, afetando o abastecimento humano e a produção de alimentos. Também é importante lembrar que independente de possíveis cenários de mudanças climáticas, a população brasileira está aumentando e a demanda pelo consumo de água será cada vez maior. Portanto, trabalhos que busquem analisar o comportamento hidrológico em regiões de alta demanda consuntiva, como é o caso da Bacia PCJ, são importantes para contribuir com os debates sobre a gestão de bacias hidrográficas e os impactos negativos para os recursos hídricos causados por ações antrópicas desalinhadas com a conservação ambiental.

Por fim, ainda são muitas as lacunas científicas sobre os reais efeitos das mudanças climáticas e suas interações com o uso do solo e a oferta de serviços ecossistêmicos, que como já mencionado, vão muito além de estudos e modelos para avaliar a disponibilidade hídrica atual e futura. Todos esses fatores devem ser considerados no momento da tomada de decisões, e estudos que auxiliem nessa compreensão, por si só, já justifica sua realização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; et al. **Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements**. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy, 1998. Disponível em: <http://www.fao.org/3/X0490E/x0490e06.htm#TopOfPage> Acesso em 15 ago. 2022.
- CARDOSO, C.A. et al. Caracterização hidroambiental da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.249-256, 2006.
- CARVALHO, L. G. et al. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**. V. 41, n. 3, 2011.
- COMITÊS PCJ. Relatório Final - Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2020 a 2035. Setembro de 2020. Disponível em: <https://plano.agencia.baciaspcj.org.br/o-plano/documentos> Acesso em 27 set. 2022.
- FARIAS, S. E. M. **Estimativa da Evapotranspiração de Áreas de Floresta e Pastagem na Amazônia pelo Método Priestley-Taylor**. (Dissertação). Programa de pós-graduação em Agronomia, ESALQ/USP, 2000.
- LEOPOLDO et. al. Estimativa de evapotranspiração de floresta amazônica de terra firme. **Acta Amazonica**, v. 12, n.3, p. 23-28. 1982.
- LIMA, W. P. Floresta natural protege e estabiliza recursos hídricos. **REVISTA VISÃO AGRÍCOLA**. N. 4, 2005
- LIMA, W. P. et. al. Interações bióticas e abióticas na paisagem: uma perspectiva eco-hidrológica. In: CALIJURI, M. do C.; CUNHA, D. G F. (Ed.) **Engenharia ambiental conceitos tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, p.215-44, 2013.
- PEREIRA, A. R. Simplificado o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. **Bragantia** v.64, n.2, 2005.
- PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Gestão De Bacias Hidrográficas. **Revista estudos avançados** v. 22, n. 63, 2008.
- RAGHUNATH, H. M. **Hydrology: principles, analysis and design**. 2. ed. New Delhi: New Age International, 2006.
- SILVA, L. P. Hidrologia: engenharia e meio ambiente, 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- TERINK, W. et al. SPHY v2.0: Spatial Processes in HYdrology. **Geoscientific Model Development**, v. 8, p. 2009–2034, 2015.
- TUCCI, C. E. M; BRAGA, B. **Clima e recursos hídricos**. In: TUCCI, C. E. M; BRAGA, B (Org). **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. Porto Alegre: ABRH, v.9, p.1-30, 2003.

Hidrografia em foco: identificação e mapeamento de microbacia urbana no Município de Marabá – PA

Bruna de Fátima Corrêa Lima^a, José do Carmo Dias Neto^b.

^a Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. Rua Vinte, 1600, Bloco D, 2º andar, Sala 300 - Bairro Tupã.

^b Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. Rua Vinte, 1600, Bloco D, 2º andar, Sala 300 - Bairro Tupã.

***Autor correspondente:** brunacorrealima.9@gmail.com, Universidade Federal de Uberlândia. Rua Vinte, 1600, Bloco D, 2º andar, Sala 300 - Bairro Tupã.

Data de submissão: 04-08-2022

Data de aceite: 06-10-2022

Data de publicação: 21-10-2022



10.51161/editoraime/108/91



RESUMO

Objetivo: Este trabalho tem como objetivo a identificação e mapeamento de um canal hidrográfico na área urbana do município de Marabá, estado do Pará. **Metodologia:** Para atingir o objetivo, a metodologia para efetivar o mapeamento fará uso das proposições de Miyazaki e Oliveira (2020) que utiliza como ferramenta uma imagem anaglifo 3D que permite a visualização de profundidade em imagens de satélite de alta resolução. Assim, fragmentando-se em duas etapas importantes, a pesquisa realiza a coleta de imagens de satélite de alta resolução pelo Google Earth Pro e a transforma em imagem 3D, que será tratada e trabalhada no Qgis para que ocorra o mapeamento dos compartimentos geomorfológicos da bacia hidrográfica. **Resultados:** Como resultado, obtém-se os canais hídricos e o limite da bacia, permitindo que seja gerado mapas de declividade e uso e ocupação do solo para compreender a dinâmica de usos que ocorrem no limite da microbacia urbana. **Conclusão:** Este trabalho ainda abre oportunidade para que seja realizado o mapeamento completo dos compartimentos geomorfológicos presentes na bacia hidrográfica, a fim de dar mais detalhe a este estudo.

Palavras-chave: Geomorfologia; Geoprocessamento; Relevo; Fotointerpretação.

1 INTRODUÇÃO

O planejamento possui inúmeras frentes interpretativas aos olhos de quem vê e pensa. Esta ação está atrelada à gestão, seja financeira, administrativa, política ou ambiental e, neste quesito, é a principal aliada dos sistemas naturais e do ser humano pois efetiva o direito fundamental ao ambiente ecologicamente equilibrado e sadio que todo brasileiro possui, sendo garantido, através do equilíbrio ecológico, a disposição desse ambiente preservado para as futuras gerações, conforme Artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988).

Souza (2004) pontua que o planejamento visa pensar nas cidades do futuro, pretendendo moldá-las a maneira em que os problemas pudessem ser sanados quando houvesse ocorrência de adversidades indesejadas. Dror (1968, p. 10) entende o planejar como “o processo que consiste em preparar um conjunto de decisões tendo em vista agir, posteriormente, para atingir determinados objetivos”.

Para Rodriguez, Silva e Leal (2011, p. 30) Um sistema ambiental se compreendem como “a superfície terrestre drenada por um sistema fluvial contínuo e bem definido; as águas escolhem outro sistema fluvial ou outros objetos hídricos; seus limites estão geralmente determinados pela divisão principal, segundo o relevo; é o conjunto de terras drenadas por um corpo principal de águas; É um espaço físico-funcional.”

A necessidade de planejamento e a segurança hídrica são peças principais para o desenvolvimento da vida e das relações econômicas. Por este motivo, a disseminação de estudos sobre planejamento em bacias hidrográficas tem tomado espaço, onde as bacias hidrográficas são vistas como “unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos hídricos” (VILAÇA et al, 2009).

Apesar de indispensável, as bacias hidrográficas como matéria de análise de planejamento “são facilmente comprometidos, sejam no âmbito da qualidade e/ou quantidade, sejam por características como alteração de cursos d’água ou diminuição dos canais de drenagem, tornando o atual cenário de degradação e descaso preocupante” (SILVA, 2003).

Mota (1995) relembra que a criação de um planejamento territorial para as bacias hidrográficas é a melhor maneira de estabelecer planos, metas e ações de recuperação, requalificação e preservação para estas unidades, definindo os critérios ao caminhar das peculiaridades ambientais específicas de cada bacia, promovendo debates técnicos acerca do planejamento sustentável.

Neste cenário hidrográfico, a região amazônica se destaca por sua configuração hídrica, possuindo inúmeros canais extensos que dão forma a região. Desses rios, boa parte não possui mapeamentos, identificação muito menos planos de gestão. Encarando essa realidade, o município de Marabá, localizado no sudeste do estado do Pará, também encara a mesma realidade de outros municípios amazônicos: falta de informações detalhadas e planos de gestão dos sistemas naturais.

Lima et al. (2020), publicou um estudo onde identificou e mapeou sete canais urbanos

nos Núcleos Nova Marabá e Cidade Nova, os quais não possuem nenhuma informação, definindo os limites da bacia e situação dos canais que, em sua maioria, estavam assoreados, estrangulados e desconfigurados ambientalmente. No mesmo trabalho, identificou as classes de ocupação do solo das microbacias urbanas e apontou medidas para recuperação destas áreas.

Entretanto, a pesquisa identifica as microbacias hidrográficas presentes em somente dois núcleos, certificando-se de mapear aqueles que estão localizados em áreas mais adensadas e que possuem mais facilidade de acesso. Assim, julga-se importante compreender as dinâmicas hídricas que existem na área urbana de Marabá bem como promover a identificação dessas microbacias para que haja planos de recuperação e qualificação destas áreas, construindo, desta forma, uma base de dados para o município e fomentando os estudos destes canais.

Logo, este trabalho surge na disciplina de Tópicos Especiais III: Cartografia Temática Aplicada aos Estudos Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. Objetivando a identificação e mapeamento dos compartimentos geomorfológicos, em especial de canais hidrográficos, este trabalho utilizará o geoprocessamento como ferramenta de análise, fazendo uso de imagens de satélite do Google Earth para gerar um anaglifo (imagem com efeito tridimensional) através do Stereo Photo Maker e, para trabalhar o mapeamento, o Qgis.

2 MATERIAL E METÓDOS

A área de estudo possui população estimada de 233.669 (duzentos e trinta e três mil, seiscentos e sessenta e nove) habitantes conforme último censo do IBGE em 2010, o município de Marabá possui localização privilegiada na região. Sendo o centro da região de Carajás, o município possui uma área total de 15.128,058 km², dividido pelos Rios Tocantins e Itacaiúnas, sendo porta de entrada para o estado do Pará por meio da Rodovia Transamazônica bem como conecta os municípios da porção sul e sudeste do Pará com a capital Belém através da Rodovia PA 155.

Para além disso, o município possui a economia estabelecida no tripé da metalurgia, pecuária e exploração mineral, sendo um dos municípios que mais recebe royalties pela exploração mineral. As dinâmicas urbanas se moldam ao passo em que a economia varia, as ocupações e migrações para Marabá seguem essa mesma linha.

O município integra a bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia e, além do Rio Tocantins, o rio mais importante é o Itacaiúnas, que perpassa quase toda a extensão territorial do município, compondo uma bacia hidrográfica com outros nove rios ao longo do município. Apesar de significativo, a gestão municipal não possui informações, mapeamentos, análises hídricas ou quaisquer informações acerca destes canais, situação essa que se repete na área urbana. Dividida entre cinco núcleos, (Figura 1), a área urbana se consolidou as margens dos Rios Itacaiúnas e Tocantins, pressionando e exaurindo as margens dos canais, do mesmo

modo em que esse processo se espalhava ao longo do território e dos canais urbanos.

Figura 1 – Localização do Município de Marabá, estado do Pará.

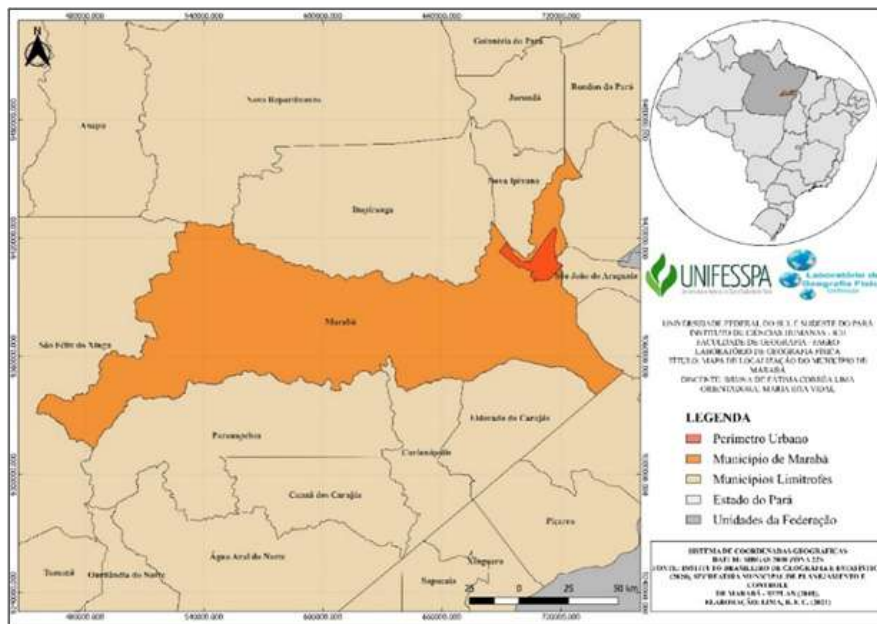
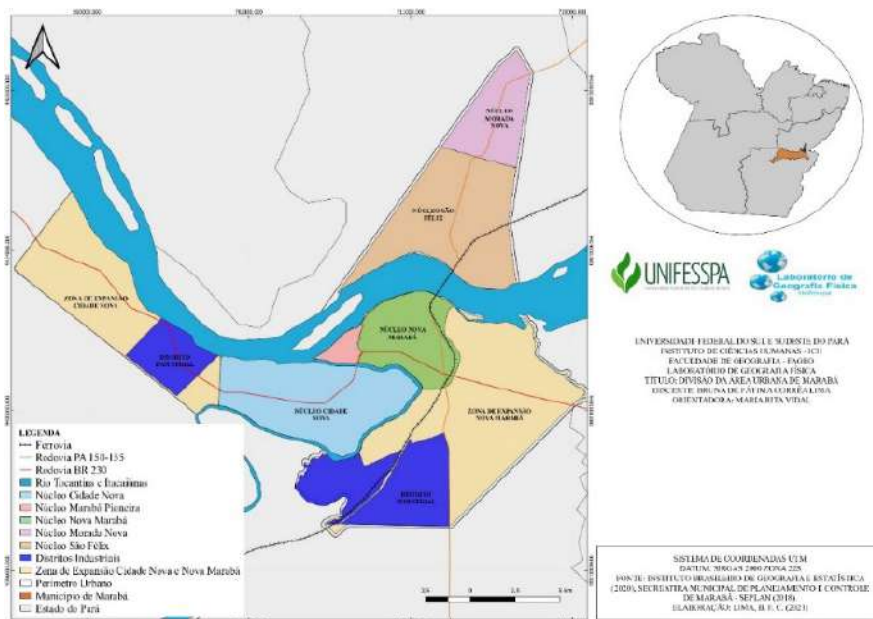


Figura 2 – Distribuição Espacial dos Núcleos Urbanos de Marabá



Fonte: Lima, B. F. C. (2021)

Assim, após observar a área urbana do município, é notório a presença de água em abundância nesse sistema, entretanto, não é possível observar os canais de menor ordem que compõe o território urbano. Por este motivo, esta pesquisa, de caráter quantitativa e exploratória, visa a aplicação da técnica proposta por Miyazaki e Oliveira (2020) para identificação de compartimentos e feições geomorfológicas, aplicado em microbacias

urbanas, neste caso.

A fim de subsidiar a elaboração deste estudo, foram necessárias ferramentas computacionais e materiais, listadas a seguir:

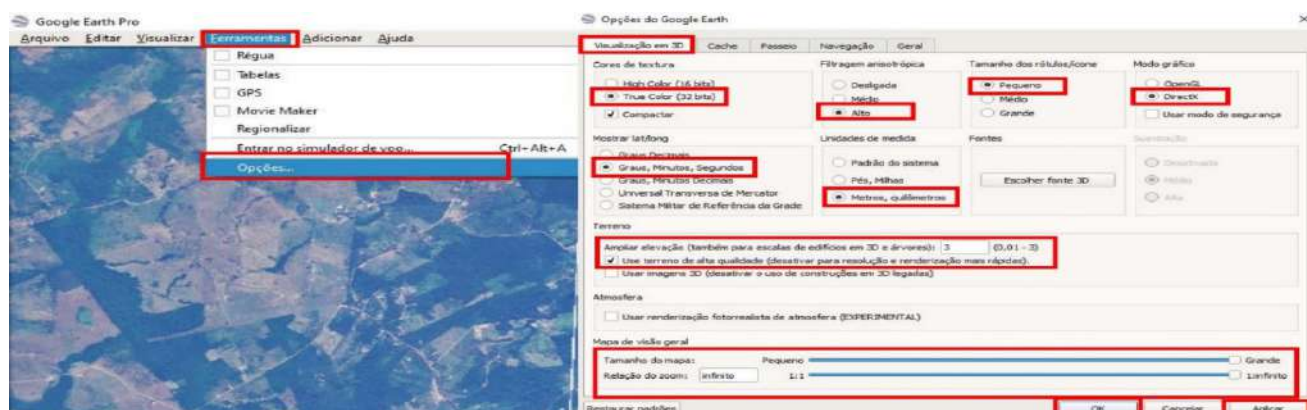
- Imagens de satélite capturadas através do *Google Earth Pro*;
- Software *StereoPhoto Maker*, disponível para download gratuito em <https://stereo.jpn.org/eng/stphmkr/>;
- Óculos 3D de lentes vermelha e azul;
- Software Qgis;
- Notebook.

Portando todas as ferramentas, segue-se detalhadamente a descrição das configurações e passos que foram executados a fim de chegar ao resultado.

2.1 Coleta de Imagens de Satélite

Em um primeiro momento, deve-se coletar as imagens de satélite para compor o mosaico a ser utilizado. Para isso, após escolher a área de estudo dentro do perímetro urbano, foi executada a delimitação desta através de um polígono quadrado no Google Earth Pro. Após, configura-se o software para que esteja habilitado na coleta das imagens. Assim, ao abrir o programa, as configurações da barra lateral esquerda e superior devem desaparecer, deixando o campo mais limpo. Para renderizar a imagem e garantir a coleta de forma correta, deve-se ir em ferramentas > opções > visualização 3D, neste momento, uma nova aba irá abrir, então deve-se selecionar a configuração True Color 32bits; Alto; Pequeno; DirectX; Graus Minutos e Segundos; Metros quilômetros; Ampliar elevação em 3 e Use terreno de alta qualidade; Modo de visão habilitada para grande e infinito; Aplicar e OK, conforme figura.

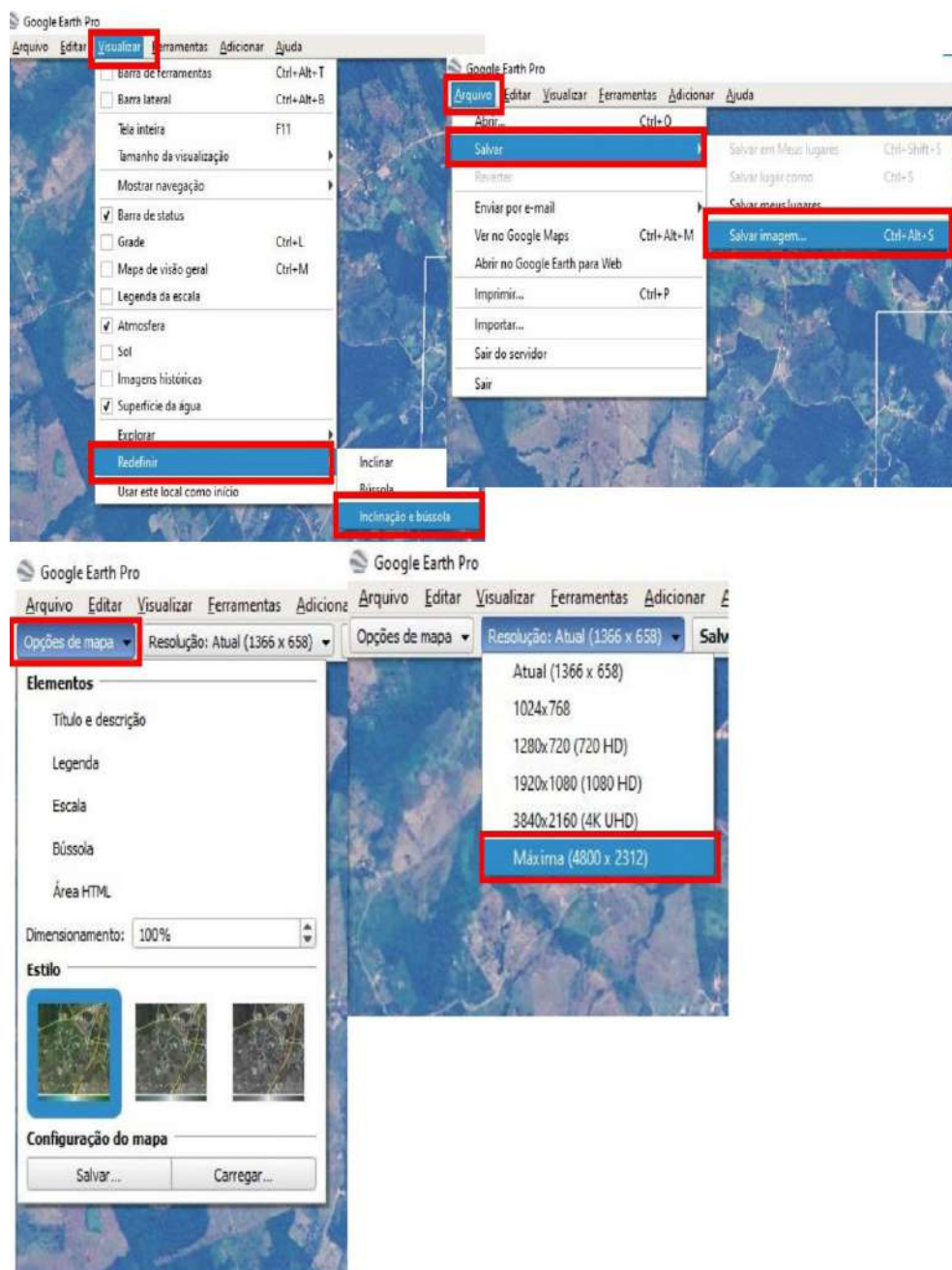
Figura 3 – Instruções de habilitação para o Google Earth Pró



Fonte: Lima, B. F. C. (2022)

Em seguida, é importante fechar e abrir o software novamente para garantir que as configurações foram aplicadas. Dessarte a reinicialização, precisa realizar a última configuração de inclinação e bússola, para isso, seleciona-se a opção visualizar > redefinir > inclinação e bússola, conforme demonstração em figura abaixo. Para preparar a tela para a coleta, selecione arquivo > salvar imagem > opções de mapa, desmarcando todas as opções > resolução > máxima, de acordo com o detalhamento na figura.

Figura 4 – Instruções de coleta de imagem

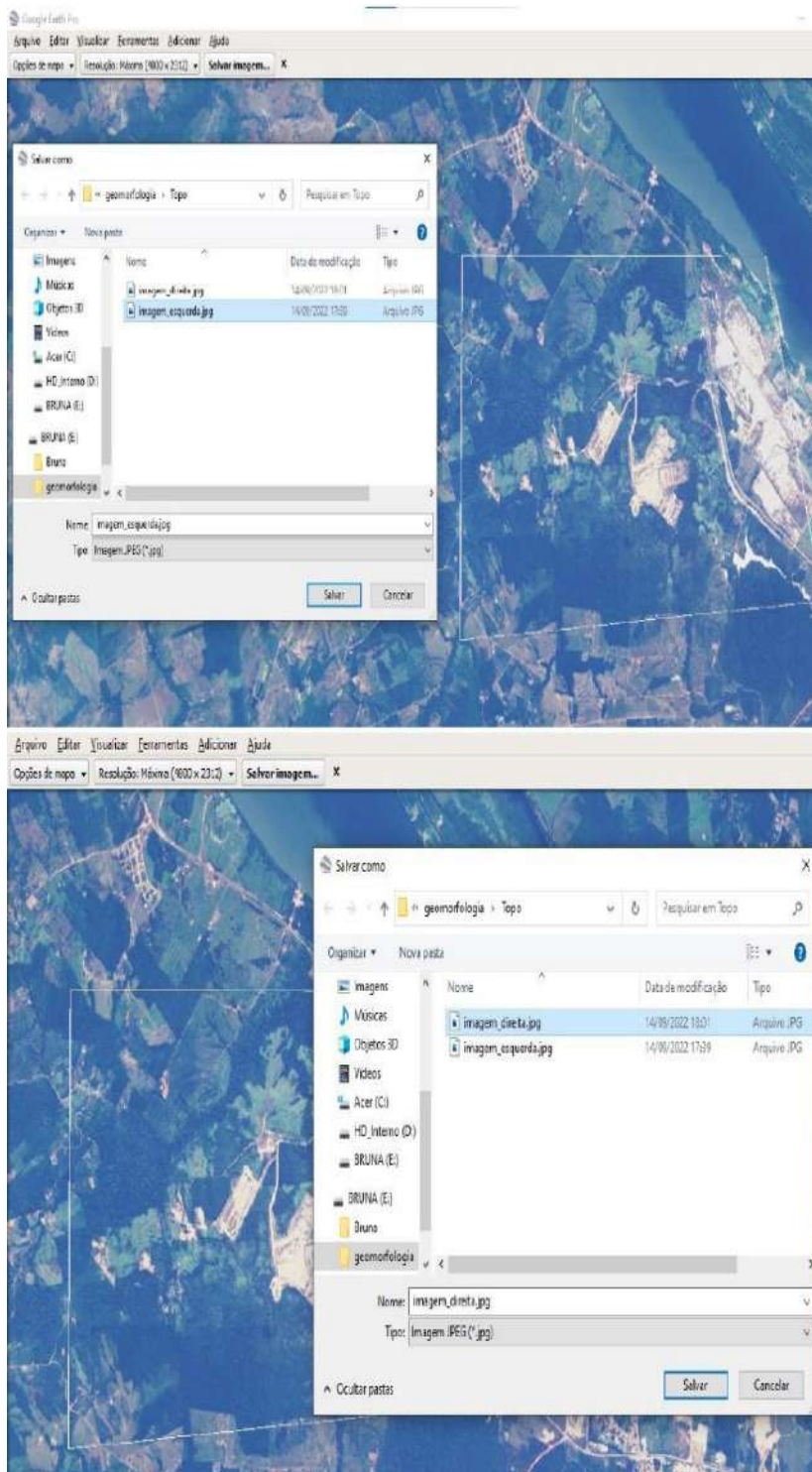


Fonte: Lima, B. F. C. (2022)

Ao final, para coletar a dupla de imagens, move-se lentamente a imagem para direita e esquerda, com cuidado, capturando, desta forma, imagem de direita e esquerda. Assim,

deve-se deixar um bom espaço do polígono e o restante da área, para que haja uma margem que evite desconfiguração da imagem. A primeira a ser coletada, a esquerda, movimenta a imagem para a margem esquerda da tela, nas orientações da figura abaixo. A segunda, coletada a direita, movimentando a imagem para o lado direito da tela, lembrando de deixar uma margem entre o polígono e o resto da imagem, como a figura representa.

Figura 5 – Instruções para salvar as imagens



Fonte: Lima, B. F. C. (2022)

Aqui finaliza-se a etapa de coleta das imagens, dando vez ao passo de elaboração do anaglifo.

2.2 Confeção do Anaglifo

Com a dupla de imagens coletadas, a próxima fase refere-se à confecção do anaglifo que será utilizado nesta pesquisa. Com download grátis, o StereoPhoto Maker é um software que permite a transformação de imagens em um na áglifo 3D, nas cores vermelho-verde, vermelho-ciano, amarelo-azul e vermelho-azul. Para efetivar a geração, o primeiro passo é abrir as imagens coletadas no programa, utilizando file > open left/right images. Neste momento, deve-se selecionar as imagens de acordo com o que o programa pede, marcando a imagem da esquerda (left) e depois direita (right).

Quando as imagens aparecerem na tela do software, estarão ambas lado a lado, de acordo com o selecionado, estando aptas para a fase de coloração. Logo, na barra de funções, deve-se selecionar os itens stereo > color anaglyph > color (red/cyan), deste modo, a imagem ganhará cor e, após este passo, é preciso ajustar as imagens indo em adjust > easy adjustment, o que abrirá uma nova aba.

Utilizando os óculos 3D de lentes vermelha e azul para visualizar o anaglifo na nova aba, deve-se mover as imagens a fim de que se sobreponham uma a outra o mais fiel possível, ao finalizar a sobreposição, clique em Ok para salvar as alterações. Como resultado, obtém-se a imagem em 3D onde, com o auxílio dos óculos, é possível verificar a profundidade da imagem. Para exportá-la, clique em file > save stereo image, escolhendo o formato que possa ser lido pelo software Qgis que se trata da próxima fase do processamento da imagem.

2.3 Georreferenciamento e identificação do relevo

Com a imagem 3D salva, deve-se levar ao Qgis no formato raster para o georreferenciamento a fim de que se sobreponha a área de estudo conforme coleta. Assim que esta etapa for concluída, fazendo a utilização óculos 3D para que seja possível observar a tridimensionalidade da figura, é possível enxergar a profundidade do relevo, o que possibilita a visualização das formas geomorfológicas a partir de uma nova ótica.

Deste modo, foi possível observar na área de estudo as feições presentes, viabilizando o desenho dos canais hídricos e do limite da bacia hidrográfica. Para vetorizar estas feições dispostas na área, utilizou-se o software Qgis 3.16 Hannover, criando uma camada shapefile para o canal hídrico e o limite de sua bacia hidrográfica.

2.4 Uso e Ocupação da Terra

Como subsídio a identificação do uso do solo e visualização de cobertura vegetal,

elaborou-se um mapa de uso e cobertura da terra na através de um vasto banco de dados que contém informações de 1985 até 2020, lançado em agosto de 2021, fornecido pelo Projeto MapBiomas – Coleção 6 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil, acessado em 18/04/2022 através do link: <https://mapbiomas.org/>.

Considerando as dinâmicas do relevo como principais agentes transformadores da paisagem, também elaborou-se um mapa de declividade adquirindo uma imagem através da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), de resolução espacial de 30 metros, que abrangesse a área de estudo, fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponível no link <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>, realizando a correção hidrológica e fazendo uso da base matricial de declividade seguindo o proposto pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisar e compreender os padrões da dinâmica hídrica permite uma série de ações corretivas e mantenedoras para estas áreas, gerando um local seguro para disseminação e equilíbrio da biota além de proporcionar ambientes de qualidade para a população, o que explicita nas considerações que Lima (2020, p. 29) ao apontar que, nos estudos de bacias hidrográficas, devem “além de classificar as unidades espaciais, verificar os principais usos e ocupação nos diferentes setores e identificar os problemas e estado ambiental dela, para elaborar propostas compatíveis com as potencialidades e limitações da área”.

Considerando a necessidade de observar as dinâmicas nas microbacias urbanas, a utilização da metodologia disseminada por Miyazaki e Oliveira (2020) compreende-se como eficiente para a efetivação da análise dos compartimentos e feições geomorfológicas. Cabe destacar, entretanto, que o desenvolvimento da coleta de dados deve ser realizado de maneira cuidadosa e segura visando não haver problemas largos de sobreposição das camadas de imagens de direita e esquerda. Para além disso, identificar os compartimentos geomorfológicos requer prática e conhecimentos expressos sobre as formas de relevo que podem ou não estar presentes na área de estudo, sendo observado nos resultados a seguir.

3.1 Mapeamento da Microbacia

Sendo o objeto principal da pesquisa, o mapeamento da microbacia hidrográfica, presente no Núcleo Cidade Nova, foi finalizado com sucesso. Localizado em uma área que, em boa parte, seria destinado a implantação do projeto Aços Laminados do Pará – Alpa, a posição é estratégica uma vez que iria abrigar um complexo metalúrgico, com disposição de água para os processos de beneficiamento industrial sendo imprescindíveis para o decurso da cadeia produtiva.

Figura 6 – Localização da Microbacia Hidrográfica na Área Urbana

Fonte: Lima, B. F. C. (2022)

Observando o mapa acima, é possível verificar uma massa d'água no canto superior direito, correspondente ao Rio Tocantins e, na margem esquerda do rio, uma grande área desnudada, onde deveria se inserir o complexo metalúrgico. Já no quadrante direito inferior é possível notar timidamente o Rio Itacaiúnas. O canal descoberto não possui nomenclatura nem indícios de identificação ou mapeamento através do Poder Público Municipal ou qualquer outro, por este motivo, será adotado o termo "Grotta da Alpa", considerando que o nome comum dos canais urbanos no município dar-se-á por grotta.

É notório que não existem projetos ou processos gestão para esta microbacia dada sua localização mais afastada do centro urbano do Núcleo Cidade Nova e a falta de dados sobre ela. Vale ressaltar que, ao que afirma do Plano Diretor de Marabá (2018), existe uma política que incentiva o uso ecologicamente adequado destes recursos hídricos, descrita como um acervo de princípios, objetivos e instrumentos que buscam este fim.

Outra vez, a legislação esbarra em um ponto crucial: a inaplicabilidade. Desta forma,

considerando o exposto no Plano Diretor, nada é aplicado, não há identificação das bacias hidrográficas em área urbana muito menos plano de gestão para estas, na seção de política para recursos hídricos, pouco se fez. Isso pode se explicar pela baixa de profissionais nos órgãos públicos em prol das demandas, a pouca cobrança dos órgãos legislativos que também são agentes fiscalizadores, dentre outros que se tornam comuns.

3.1 Uso e Ocupação da Terra

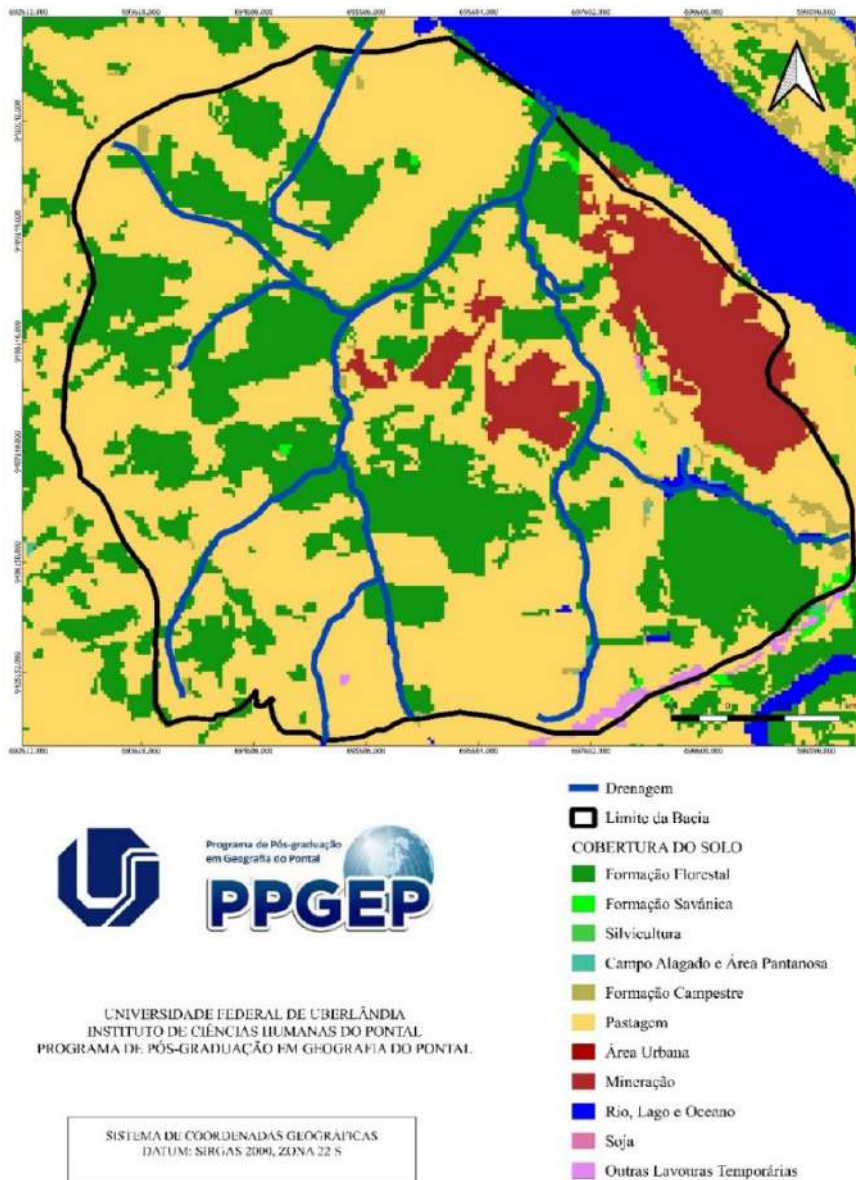
Nas considerações de Nunes e Roig (2015), as bacias hidrográficas estão dispostas a mercê dos usos que se dão ao seu redor, podendo ter sua integridade e ecologia desalinhas a medida em que esses usos se efetivam sem controle e adequação. Ações afirmativas como uso urbano, plantação, transformação da floresta em pasto geram impactos significativos em regiões com a predominância de irrigação por parte dos canais que compõe esses sistemas.

Ao pensar que a hidrografia tem conexão com os sistemas da paisagem terrestres, Chaves e Santos (2009) afirmam que as bacias acabam se tornando coletor massivo de poluentes, desestabilizando o sistema e a qualidade da água destes canais. Para os autores, essa qualidade hídrica está relacionada diretamente a certos fatores, dentre eles o geomorfológico, pedológico, climático, biológico e outros, logo, a disponibilidade deste recurso com qualidade está intrinsecamente alinhada ao uso e ocupação do solo.

Por este motivo, compreende-se que é necessário verificar o uso e cobertura do solo uma vez que este é aliado para a análise ambiental, importante para compreender as dinâmicas e nuances que ocorrem na bacia hidrográfica. Deste modo, confeccionou-se o mapa na figura a seguir a fim de espacializar esse dado.

Para as classes atribuídas, foram encontradas três categorias significativas, de acordo com o IBGE (2013): 1ª) Formação Florestal, que demonstra uma maior inserção de cobertura vegetal na região, áreas essas que estão reservadas como porcentagem de proteção ou pertencem a União; 2ª) Pastagem, explicada pelo fato da área ser uma faixa de transição entre o urbano e rural, próximo a Estrada do Rio Preto, que conecta a área urbana com as demais vilas ao longo da faixa territorial municipal, possui uma grande disseminação de estancias e chácaras; 3ª) Área Urbana, apesar de não haver ocupação na área da Alpa, não há disseminação de nenhum tipo de vegetação devido a manutenção da área, deste modo, o processamento compreende como área urbana já que não possui índice de vegetação significativo para o processo.

Os usos do solo, a medida em que vão se efetivando sem regulamentação, são fatores que proporcionam, atrelada a outras condições, a degradação do espaço. Essas interferências que se transformam em impactos, podem ser significativos a medida em que se consolidam sem planejamento.

Figura 7 – Mapa de Uso e Ocupação da Terra na Grota da Alpa

Fonte: Lima, B. F. C. (2022)

3.1 Declividade

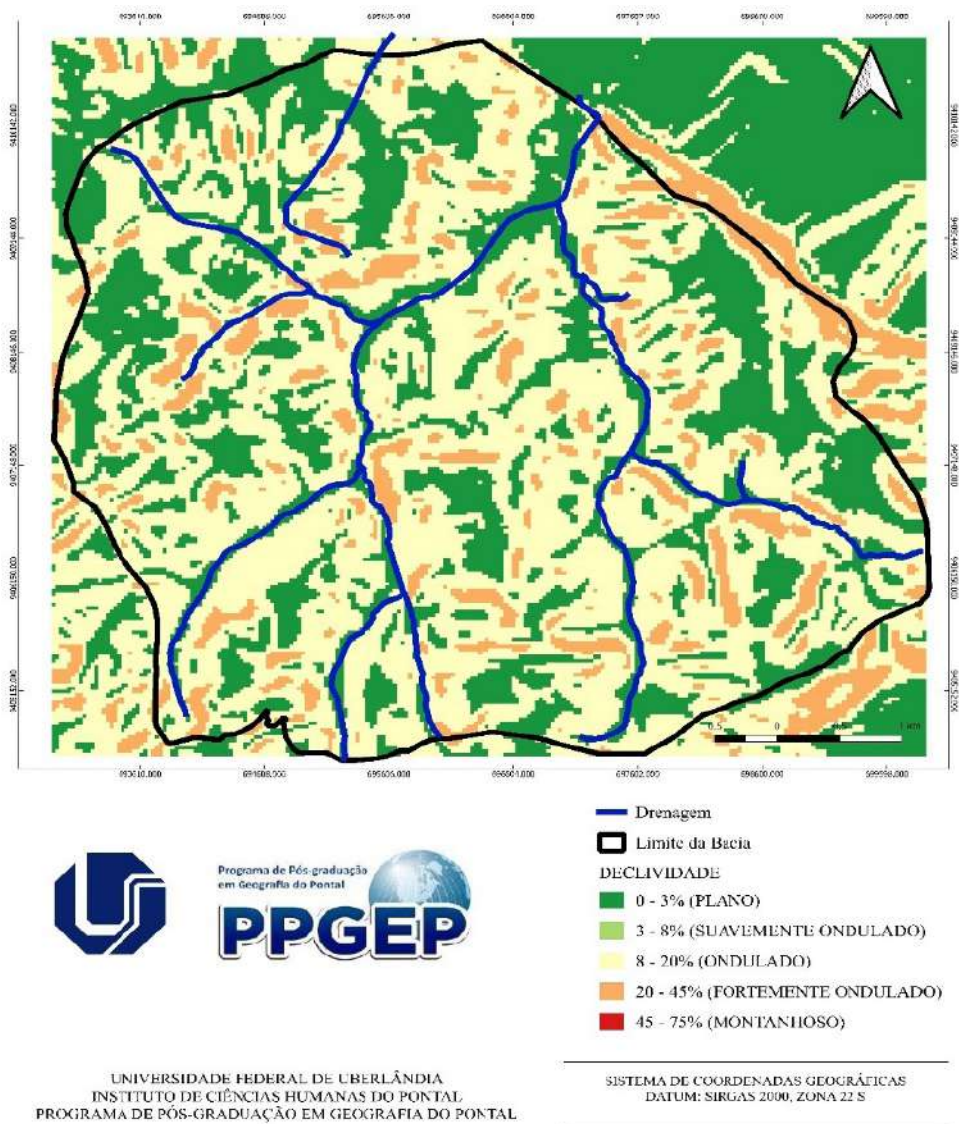
Identificar as formas de relevo e sua disseminação pelo espaço visa a compreensão das relações de troca de matéria e energia que ocorrem nestas áreas. Esta interpretação, aliada aos usos que ocorrem na área, permite que sejam passíveis analisar os impactos causados por estas dinâmicas e como a morfologia do relevo se modifica ao passo em que os usos se efetivam. Para isso, realizou-se o mapeamento da declividade na área de estudo, conforme figura.

Quando analisamos a declividade estabelecida na microbacia hidrográfica, pode-se verificar a exacerbação três classes específicas. Composta em sua maior parte por relevos

planos, Marabá possui algumas animações na paisagem que se diferem do comum, a representação de relevos suavemente ondulados vão ganhando força a medida em que se afasta da área urbana. A microbacia, por se localizar em uma área de transição em entre o urbano e rural, apresenta animações no relevo em sua área.

Apesar disso, De Biasi (2011) pondera que declividades que apresentem variações de até 5% não oferecem riscos e, por este motivo, não possuem muitas restrições de uso. Entretanto Cooke e Doornakamp (1974) avaliam as áreas planas que possuam classificação de declividade em até 2% como áreas que possuem solos problemáticos referentes a drenagem, podendo acarretar risco de inundações urbanas. Quanto a erosão, os processos tendem a se representar em áreas com declividade superior a 5%, o que se representa na área da bacia, processo esse que pode ser evitado com ações corretivas e de preservação da vegetação do entorno.

Figura 8 – Mapa de Declividade na Grota da Alpa



Fonte: Lima, B. F. C. (2022)

4 CONCLUSÃO

A partir da confecção deste trabalho tornou-se passível a compreensão da configuração hídrica do município de Marabá, em especial a área urbana. As trocas de relações, matérias e energia que se dão em um recorte espacial moldam a paisagem ao passo em que a degrada, sem supervisão. Sendo uma cidade resiliente, Marabá peca quando no que diz respeito aos canais hídricos existentes no município.

O processo de enchentes que desabriga, todos os anos, inúmeras famílias, não ocorre só pelo simples fato de os Rios Itacaiúnas e Tocantins estarem cheios, mas sim de toda uma rede hidrográfica que a área urbana ocupou e desmatou estar saturada neste período. A retirada da vegetação dificulta os processos de escoamento e, em um efeito cascata, irá acarretar outras ocorrências que irão variar em grau e magnitude.

Apesar disso, a utilização do anaglifo para mapear as formas de relevo e os componentes hidrográficos é considerável estável e aplicável, uma vez que atingiu o objetivo desejado, mesmo precisando de ferramentas específicas e sistemas computacionais. A microbacia identificada, nomeada para este trabalho como Grota da Alpa, possui uma rede de canais significativamente importantes e completos, que deve ser observado e acompanhado de perto, especialmente em momentos de precipitações intensas na região.

Por fim, este trabalho ainda abre oportunidade para que seja realizado o mapeamento completo dos compartimentos geomorfológicos presentes na bacia hidrográfica, a fim de dar mais detalhe a este estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, à Universidade Federal de Uberlândia – UFU e ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal – PPGEF.

REFERENCIAL TEÓRICO

BARTH, F.T. e POMPEU, C.T. Fundamentos para gestão de recursos hídricos. In: BARTH, F.T. et al. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Nobel: ABRH, (Coleção ABRH de recursos hídricos), 1987.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

CAMPOS, N.; SOUZA, R. de Oliveira de. Planos de Bacias Hidrográficas. In: CAMPOS, N. (ed.). **Gestão das Águas**. 2. ed. Fortaleza-CE: ABRH v. 1, cap. 4, p. 48 – 62, 2003.

CASTRO, C. M.; LEMOS, C. C. **Planejamento Ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/recurso/17058>. Acesso em: 26/07/2022.

CHAVES, H. L. M.; SANTOS, L. B. dos. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v. 13, n. 6, p. 922 – 930, dezembro 2009.

COOKER, R. U.; DOORNKAMP, J. C. **Geomorphology in environmental management – an introduction**. Oxford: Clarendon, 1974.

DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], v. 6, p. 45-60, 2011.

DROR, V. In: ANDERSON, C.A. **Le contexte social de la palnificacion de l'education**. Paris, UNESCO, p. 10, 1968.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume/Fapesp. Acesso em: 15 julho 2022. , 2000.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. 170 p. ISBN 978-85-240-4307-9. URL: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>

LIMA, B. de F. C. et al. Planejamento e gestão ambiental em bacias hidrográficas: mapeamento e medidas de gestão para as microbacias urbanas de Marabá-PA. In: POLETO, C. (org.). **Bacias Hidrográficas e Gestão de Recursos Naturais**. Porto Alegre: GFM, v. 2, cap. 28, p. 435 – 450, 2020.

LIMA, G. C. A. de. **Geoecologia das paisagens aplicada ao planejamento ambiental na bacia hidrográfica do Rio Pitimbu/RN - Brasil**. Dissertação (PPGe Mestrado em Geografia) — Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 123 p. 2021.

MARABÁ. Lei Nº 17.846. **Revisão do Plano Diretor Participativo do Município de Marabá**, Marabá-PA, p. 1 – 131, 2018. Disponível em: http://www.governotransparente.com.br/transparencia/documentos/4466490/download/29/Plano_Diretor_Participativo_%2017.846_Mar%C3%A7o_2018.pdf. Acesso em: 31/07/2022.

MIYAZAKI, L. C. P.; GOMES, A. A. G. de O. Anáglifo, fointerpretação e imagens do Google Earth como alternativa para elaboração do mapeamento geomorfológico da Serra do Corpo Seco- Ituiutaba-MG (Brasil). **Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 43 – 65, janeiro 2021.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2. ed. Rio de Janeiro-RJ: ABES, 200 p., 1995.

NUNES, J. F.; ROIG, H. L. Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa. *Revista Árvore - Journal of Brazilian Forest Science*, **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 39, n. 1, p. 25 – 36, Jan-Fev 2015.

RODRIGUEZ, J.M.M., SILVA, E.V. da e LEAL, A.C. **Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas desde a visão da Geoecologia das Paisagens**. In: Severo, A. e Folheto, E. (org.) Diálogos em geografia Física. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

SILVA, M. A. R. Economia dos recursos naturais. In: MAY, P.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. (Orgs.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2003.

SOUZA, M. L.; RODRIGUES, G. B. **Planejamento urbano e ativismos sociais**. São Paulo: UNESP, 136 p.: in il. Coleção Paradidáticos; Série sociedade, espaço e tempo, 2004.

TUCCI, C. E. M. **Controle de Enchentes**. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH-Edusp, 1993.

VILAÇA, M.F.; GOMES, I.; MACHADO, M. L.; VIEIRA, E. M.; SIMÃO, M. L. R. **Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: O estudo de caso do ribeirão conquista no município de Itaguara/MG**. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13, Viçosa. Anais...Viçosa/MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

RESUMO

Introdução: O Soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni* Coelho e Silva, 1988) é uma ave endêmica do cariri cearense, ocorrendo somente nas encostas da Chapada do Araripe, e está em grave risco de extinção segundo dados do União Internacional para Conservação da Natureza - IUCN. Com isso, é essencial entender se essa espécie pode ser considerada uma espécie bandeira dentro do território para auxiliar na sua conservação e proteção. **Objetivo:** O estudo busca entender se a espécie pode ser considerada uma espécie bandeira com base em categorias pré-estabelecidas. **Material e Métodos:** Foi realizada uma pesquisa quantitativa exploratória de pesquisa bibliográfica nas bases de dados disponíveis, no Google Acadêmico, Scielo e Periódico Capes, assim como também uma observação assistemática dentro das cidades de ocorrência do Soldadinho-do-araripe. **Resultados:** Foi obtido que a ave se encaixa em todas as categorias pré-estabelecidas, e assim pode ser chamada de espécie bandeira dentro do território. **Conclusão:** A pesquisa foi realizada de forma satisfatória e observado que o objetivo foi cumprido, além de se levantar novas propostas de trabalhos futuros.

Palavras-chave: Espécie bandeira; *Antilophia bokermanni*, Conservação, Preservação.

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de espécies ameaçadas de extinção todo o esforço é válido para a sua proteção e conservação, visto que as espécies têm seu valor intrínseco, principalmente quando essa extinção é notoriamente causada pela ação humana. O monitoramento e a criação de unidades que atuam na perpetuação das espécies são as formas mais comuns de proteção, porém outros meios também possuem sua eficácia, tais como o apelo midiático, trabalhos constantes de educação ambiental entre outros.

Sendo assim destaca-se as espécies bandeiras, estas que são importantes símbolos e servem como marco na identidade de uma comunidade, de um povo, de marcas e/ou instituições. O *status* de espécie bandeira também marca principalmente o desejo de sua proteção e conservação no seu ambiente natural, objetivando dar-lhe visibilidade (OEKO, 2014). Para tanto, Bowen-Jones e Entwistle (2002), estabelecem características importantes para se entender se uma espécie pode receber o *status* de espécie bandeira, como por exemplo sua distribuição, nome popular, importância ecológica etc.,

Dessa forma para o estudo em questão encontra-se o Soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni*) uma ave da família Pipridae endêmica na Chapada do Araripe, no sul do Ceará, descoberta por Coelho e Silva (1998), encontrado nas encostas da chapada e distribuída nos municípios do Crato, Barbalha e Missão Velha. Entre seus pontos de avistamento mais conhecidos podemos citar a nascente do Farias, no distrito de Arajara no município de Barbalha, na fazenda Serra do Mato, no Município de Missão Velha e a Fazenda Bebida Nova, no município do Crato (GIRÃO; RÊGO, 2004). Entretanto, esses locais não são os únicos, e Girão e Rêgo (2004) levantam ainda outras localidades que se é possível avistar o Soldadinho-do-araripe.

Assim sendo, o Soldadinho-do-araripe poderia ganhar formalmente na literatura *status* de espécie bandeira no Cariri cearense, e entender essa relação e a importância para essa espécie faz-se necessário. Além do mais, espécies bandeiras podem ser um importante chamariz para o turismo, e mais especificamente o turismo ambiental ou ecoturismo, girando a economia local em seus mais diferentes aspectos. Com isso pode-se alinhar o interesse de preservação com o interesse econômico (BOAS, 2008).

Entretanto, embora haja distribuição dentro das cidades do Cariri cearense e seu conhecimento por parte da população, a espécie é levantada como uma espécie criticamente ameaçada segundo dados da União Internacional para Conservação da Natureza-IUCN, aparecendo na *Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN*, de 2018, tendo entre 150-700 indivíduos e com declínio na população (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2018).

Assim sendo, planos de conservação e proteção da espécie são fundamentais, e o entendimento desta como símbolo e espécie bandeira da região pode trazer um apelo ainda maior para sua conservação. O apelo midiático da figura do Soldadinho-do-araripe

junto a população pode acarretar pressão popular, além da já exercida pela academia e pesquisadores (BRASIL, s/d).

Dessa forma é essencial que a espécie seja preservada e que seu *habitat* seja conservado de diferentes formas possíveis. Para tanto, foi criado o Plano de Ação Nacional (PAN) para Conservação do Soldadinho-do-araripe, a criação da Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Oásis Araripe II e Refúgio da Vida Silvestre (REVIS) Soldadinho-do-Araripe. Além das unidades de conservação já existentes e consolidadas a mais tempo, como a Floresta Nacional (FLONA) do Araripe-Apodi e a Área Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe. Ainda mais, alinhado às Unidades de Conservação (UC) existe o Geopark Araripe, que atua na geoeducação, geoconservação e geoturismo (GIRÃO E SILVA; LINHARES, 2011; GEOPARK ARARIPE, 2012).

Portanto, a pesquisa se justifica na medida que se faz necessário suprimir essa lacuna no conhecimento acadêmico e nesse aspecto da relação entre o Soldadinho-do-araripe e a sociedade. Entender os aspectos que giram em torno do Soldadinho-do-araripe é essencial para que se solidifique a sua importância natural e seu papel na cultura local, na sua forma didática e importância para incentivar atitudes sustentáveis.

Partindo desse pressuposto a presente pesquisa objetiva evidenciar se a espécie *Antilophia bokermanni* pode ser identificada como espécie bandeira, a fim de descrever os fatores que favorecem essa concepção na região do cariri cearense, principalmente nas cidades de sua ocorrência, além de procurar entender a relação entre o social e o natural. Visa-se, além disso, explorar quais ações estão sendo feitas atualmente pelo poder público, ações de intuições privadas e não governamentais para que haja a proteção da espécie de forma efetiva, demonstrando-se assim a sua importância para o cenário ambiental atual.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa, visto que tem como propósito analisar a partir da ótica do pesquisador as relações dos fenômenos. A pesquisa de cunho qualitativo possibilita uma interação concisa entre o mundo real e o sujeito, trazendo a objetividade do mundo com a subjetividade do sujeito (PRODANOV; FREITAS, 2013). Tendo isso em mente, fez-se uma análise das relações entre a conservação do Soldadinho-do-araripe e sua interação com a questão social.

Para tanto, a pesquisa usou a técnica exploratória em um primeiro momento, pois está, segundo Prodanov e Freitas (2013), possibilita a delimitação de hipóteses e descobrir um novo tipo de enfoque para o assunto a ser tratado. Dessa forma, foi feito em um primeiro momento uma pesquisa bibliográfica, sem o interesse de ser uma revisão propriamente dita, mas sim com o foco de explorar e abordar aspectos relevantes para o embasamento do estudo. Nas bases de dados do Google Acadêmico, no Periódico Capes e na Scientific Electronic Library Online (SCIELO), como também em sites oficiais como o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), visando assim embasar teoricamente

sobre o *status* de conservação do Soldadinho-do-araripe. Além de embasar toda a parte teórica, as pesquisas também serviram para estabelecer os parâmetros que seriam usados para considerar a ave como espécie bandeira de modo formal, seguindo as categorias estabelecidas por Bowen-Jones e Entwistle (2002) e replicada por Buss *et al.* (2007).

Para que houvesse maior verossimilhança dentro da pesquisa, foi também realizado uma observação assistemática entre os dias 01 de agosto de 2022 a 15 de agosto de 2022 nos municípios de Crato, Barbalha e Missão Velha separando-se 5 dias para observação em cada cidade respectivamente. Foi escolhido esse tipo de observação, pois o acaso contou para realização da pesquisa, visto que as observações foram essenciais para vislumbrar como a figura e a simbologia do Soldadinho-do-araripe é tratada dentro das cidades de sua ocorrência. Foram considerados qualquer expressão artística que remetesse a figura da espécie.

Com isso, foram realizadas fotografias para ilustrar as observações feitas, a produção de mapas para facilitar o entendimento do que está sendo abordado e a produção de uma tabela para aumentar a dinâmica e o entendimento das categorias utilizadas para que o Soldadinho-do-araripe seja considerado formalmente uma espécie bandeira.

3 RESULTADOS

3.1 Soldadinho-do-araripe como espécie bandeira

Espécies bandeiras são uma categoria dentro da biologia da conservação, e que dependem de critérios para que um organismo se enquadre como tal, pois essas demonstram o desejo por parte do meio científico e das comunidades pela proteção e conservação da espécie, servindo como símbolo sócio-cultural e científico (O ECO, 2014). Tendo isso em mente, a pesquisa usou os parâmetros utilizados por Bowen-Jones e Entwistle (2002) para espécie, e com inspiração e modelagem da pesquisa desenvolvida por Buss *et al.* (2007) sobre o bugio-ruivo (*Alouatta guariba*).

De acordo com o cenário supracitado, Bowen-Jones e Entwistle (2002) trazem critérios que podem ser usados para se realizar esta análise, empregando os seguintes parâmetros: distribuição geográfica, *status* de conservação, papel ecológico, reconhecimento, uso preexistente, carisma, significância cultural, associações positivas, conhecimento tradicional e nomes populares. A partir desses parâmetros, tem-se base para uma discussão mais ampla sobre o Soldadinho-do-araripe e sua dinâmica e importância dentro da região do Cariri (Tabela 1).

O alinhamento dessas categorias é importante ponto para reflexão, base para estudos e para se entender o Soldadinho-do-araripe como uma espécie bandeira da região do Cariri, levando em conta sua importância intrínseca. Na sua distribuição geográfica, a espécie deve ocorrer em uma área focal, sendo essa endêmica, para que assim seja efetivado o

seu simbolismo de espécie bandeira, assim como seu estado de conservação é relevante, pois isso lhe garantirá com que as pessoas tenham um olhar maior voltado a espécie, demonstrando sua preocupação a população da ave (BOWEN-JONES; ENTWISTLE, 2002; HOME et al.. 2009).

Tabela 1 – Critérios e discussão sobre o Soldadinho-do-araripe como espécie bandeira

Critérios	Discussão
1. Distribuição geográfica	A espécie é endêmica de uma faixa nas encostas da Chapada do Araripe, vivendo próximo a córregos e rios (GIRÃO; RÊGO. 2004; BRASIL, 2011).
2. <i>Status</i> de conservação	O Soldadinho-do-araripe é apresentado como criticamente ameaçado de extinção pela IUCN (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2018).
3. Papel ecológico	Papel dinâmico entre o Soldadinho-do-araripe e espécies vegetais na construção de ninhos, fazendo a distribuição de sementes dentro das matas (LINHARES, 2009).
4. Nível de reconhecimento	A espécie é amplamente reconhecida pela sua elegância e seu topete vermelho, assim como a fêmea, e pela sua vocalização ao longa de trilhas nas encostas da região
5. Uso preexistente	Usado como símbolo de marcas dentro do território com fins econômicos, mas também como símbolo de projetos de conservação, como o Projeto Oásis Araripe.
6. Carisma	Ave notável e de fácil reconhecimento, possuindo um topete vermelho no alto de sua cabeça e as fêmeas em um tom marcante de verde-oliva.
7. Significância cultural	O Soldadinho-do-araripe é comumente usado em obras de artesanato, como esculturas, xilogravuras, pinturas etc., e em obras de produção literária, como o cordel.
8. Associações positivas	Associado comumente com os córregos e sua conservação, assim como a associação com a <i>Psychotria colorata</i> (Willd. Ex Roem. & Schult.) Mull, Arg., a rosa-da-mata
9. Conhecimento Tradicional	Facilmente é possível encontrar habitantes do entorno das comunidades que conhecem e distinguem os hábitos e o ciclo de vida do Soldadinho-do-araripe.
10. Nomes populares	Lavadeira-da-mata, Galo-da-mata, Cabeça vermelha-da-mata, Língua-de-tamanduá (onomatopéia da voz), Uirapuru-matreiro e outros.

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Bowen-Jones e Entwistle, 2002 e Buss et al., 2007

Analisando o Soldadinho-do-araripe, temos que é uma espécie com um espaço de distribuição muito reduzido, sendo encontrado somente em 3 cidades, sendo essas cidades Missão Velha, Barbalha e Crato. Em parte, por conta desse cenário, a espécie é considerada criticamente ameaçada de extinção, segundo dados da União Internacional para a Conservação da Natureza-IUCN, restando apenas entre 150-700 indivíduos adultos e aptos para reprodução (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2018). É uma espécie que habita nas encostas da Chapada do Araripe, próximas a córregos, sempre em matas úmidas, locais que são normalmente sensíveis à ação antrópica dentro da região (GIRÃO E SILVA; LINHARES, 2011), tais ambientes correm risco de degradação de seus recursos naturais e hídricos, o que afetaria diretamente as populações do Soldadinho-do-araripe (FERNANDES, 2011).

Um dos grandes fatores que auxiliam no estabelecimento de uma espécie bandeira é seu aspecto visual, seu carisma e como ela se popularizou dentro da sociedade ou comunidade do seu entorno (BOWEN-JONES; ENTWISTLE, 2002). Dessa forma, o Soldadinho-do-araripe está entremeado dentro na região do Cariri das mais diversas formas e jeitos, grandemente por seu fácil reconhecimento, tanto da fêmea quanto do macho, e pela sua beleza natural.

Na espécie existe um claro dimorfismo sexual, ou seja, diferenças morfológicas entre machos e fêmeas. O macho (Figura 1-A) possui um topete vermelho vistoso, que vai desde sua cabeça até parte da região dorsal do animal, na ponta das suas asas existe uma coloração preta e seu peito é branco, enquanto a fêmea (Figura 1-B) possui um topete menor na cabeça e suas penas são de cor verde-oliva.

Figura 1: A Macho do Soldadinho-do-araripe, **B** Lavandeira-da-mata, fêmea da espécie



Fonte: Compilação do autor

Tendo isso em mente, ao andar pelas ruas da região do Cariri será possível observar diversas representações da ave pelas cidades, com foco maior naquelas de sua ocorrência. Fachadas de prédios, logomarcas de pequenos negócios, grafite em paredes, roupas estampadas com o soldadinho-do-araripe, postos de gasolina, transportes e diversos artesanatos diferentes em alusão à ave são encontradas. No artesanato (Figura 2) pode ser destacado esculturas, xilogravuras, pinturas em pratos ou cerâmicas, assim como também

existem cordéis tendo a ave como tema central.

Figura 2: Artesanatos do Soldadinho-do-araripe



Fonte: Compilação do autor

Todos esses pontos são associações positivas que são feitas, entretanto não é somente na geração de renda local que isso é observado, para além da questão simbólica na economia e na cultura local, a figura do Soldadinho-do-araripe é vista como símbolo e foco do Projeto Oásis do Araripe, que visa a proteção da ave (BOWEN-JONES; ENTWISTLE, 2002; HOME et al.. 2009).

Figura 3: (A) Paineis Soldadinho-do-araripe nos muros da Universidade Regional do Cariri (B) Paineis Soldadinho-do-araripe e guajá do araripe, nos muros da Universidade Regional do Cariri (C) Fachada do Geopark Araripe



Fonte: Compilação do autor

Além disso, pontos fundamentais para o reconhecimento e estabelecimento de uma espécie bandeira, é o de que a comunidade e o conhecimento tradicional tratem sobre a espécie, sendo de grande valia que o nome popular não seja relacionado com elementos negativos e conotações que desfavorecem a visão popular da espécie (HOME et al., 2009; QIAN et al., 2020). No caso do Soldadinho-do-araripe a espécie é amplamente conhecida da população do entorno de sua ocorrência, sendo muito comum existirem condutores que se especializam no turismo de trilhas de locais que sejam possíveis o avistamento da espécie, além de a população reconhecer os hábitos do animal. O nome Soldadinho-do-araripe tornou-se sua forma usual a partir de sua descrição e descoberta formal, entretanto é bastante comum seus nomes populares, como: lavadeira-da-mata, galo-da-mata, cabeça vermelha-da-mata, língua-de-tamanduá (onomatopéia da voz), uirapuru-matreiro e outros (GIRÃO E SILVA; LINHARES, 2011).

3.2 A conservação do Soldadinho-do-araripe

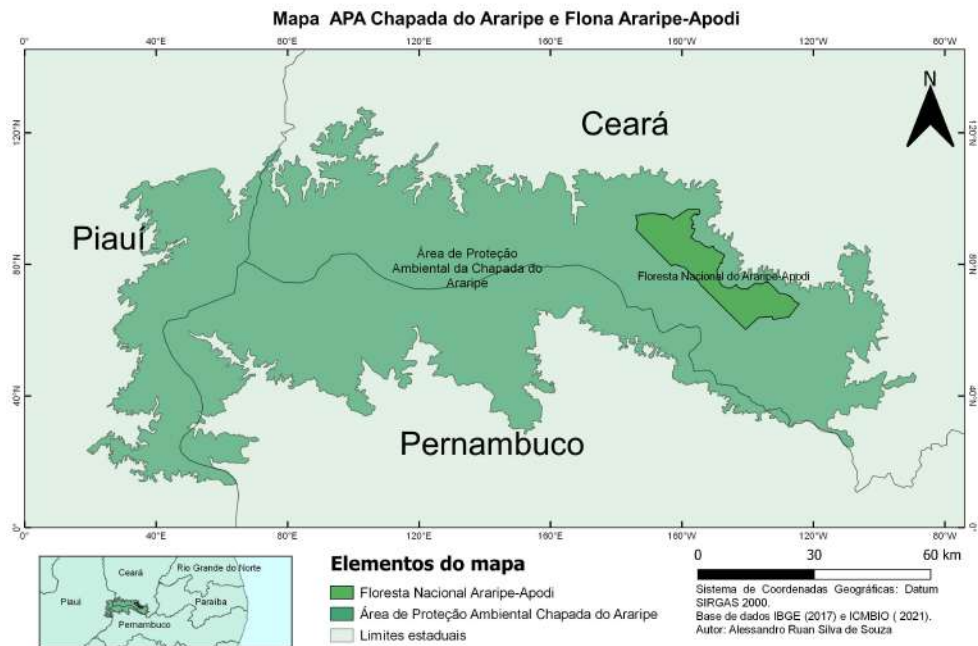
Para a conservação do Soldadinho-do-araripe, tem-se várias propostas e unidades de conservação que vem ao auxílio para sua proteção. Dentre essas unidades têm-se duas mais antigas, a Floresta Nacional (Flona) do Araripe-Apodi de 1946, que ocupa uma área de 39.262,326 ha, que preserva vegetação característica de mata úmida, que são típicas do *habitat* do Soldadinho-do-araripe, e a Área de Preservação Ambiental (APA) Chapada do Araripe de 1997, ocupa uma área 972.605,18 ha e ocupa toda a extensão do *habitat* do Soldadinho-do-araripe (GIRÃO E SILVA; LINHARES, 2011) (Figura 4). Dentro do seu plano de manejo da FLONA, busca-se a interação entre o humano e a natureza, sendo que a Flona se caracteriza por estar na categoria de Unidade de Conservação de Uso Sustentável, com isso temos o extrativismo familiar, desde que regularizado dentro das normas do plano de manejo. Uma das principais fontes desse extrativismo é o pequi, que ajuda na economia das comunidades do entorno da Flona Araripe-Apodi (MONTEIRO; SANTOS, 2018).

É possível observar, que apesar de o Soldadinho-do-araripe não ser observado comumente dentro da área da Flona Araripe-Apodi (somente em algumas áreas é possível observar essa convergência), é notório a proximidade da ocorrência da espécie em paralelo com o limite da unidade de conservação (Figura 5). A unidade de conservação atua na proteção de diversas espécies vegetais, como a Fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth), o Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), Janaguba (*Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel) etc, essas estão ligadas diretamente com o extrativismo comunitário (BALDUF, 2015; ALCÂNTARA, 2018), assim sendo, o uso sustentável desses recursos atua diretamente na proteção do patrimônio natural. Pode-se inferir, a partir desses dados, que de forma indireta e por vezes diretas ocorre a proteção do Soldadinho-do-araripe através da Unidade de Conservação da Floresta Nacional do Araripe-Apodi.

Em comparação com a Flona a Área de Preservação Ambiental (APA) Chapada do

Araripe, apesar da importante atuação, sua categoria de preservação é mais flexível no que diz respeito às ações antrópicas que são causadas no ambiente natural, apesar de possuir algumas restrições. A APA passa por um processo de degradação maior do que é observado na Flona, com maiores focos de incêndio, os quais aumentam nos períodos de estiagem, construções e plantio de cultivares (OLIVEIRA, OLIVEIRA; PINHEIRO, 2016).

Figura 4: APA Chapada do Araripe e Flona Araripe-Apodi



Fonte: Produção própria

Figura 5: Extensão da área de ocorrência do Soldadinho-do-araripe



Fonte: Produção própria

O Plano de Ação Nacional (PAN) para a Conservação do Soldadinho-do-araripe é uma das estratégias do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) para ser mais uma frente na conservação da espécie. Foi criada com o objetivo de desenvolver estratégias que visem a proteção para que a ave não seja efetivamente extinta, compilando e levando informações relevantes para pesquisadores e gestores para que haja um norte para ações a serem realizadas, para que assim haja um ganho positivo. A proposta de metas e objetivos a serem alcançadas e a produção científica são algumas das ações que são tomadas, além de compilar pesquisas para ações conjuntas (GIRÃO E SILVA; LINHARES, 2011). Através de tais metas, como a proteção da mata úmida dos municípios de ocorrência ou a proteção do *habitat* do Soldadinho-do-araripe, ocorrerá a proteção, além da ave, de outras espécies que compartilham o mesmo *habitat* ou zonas do entorno.

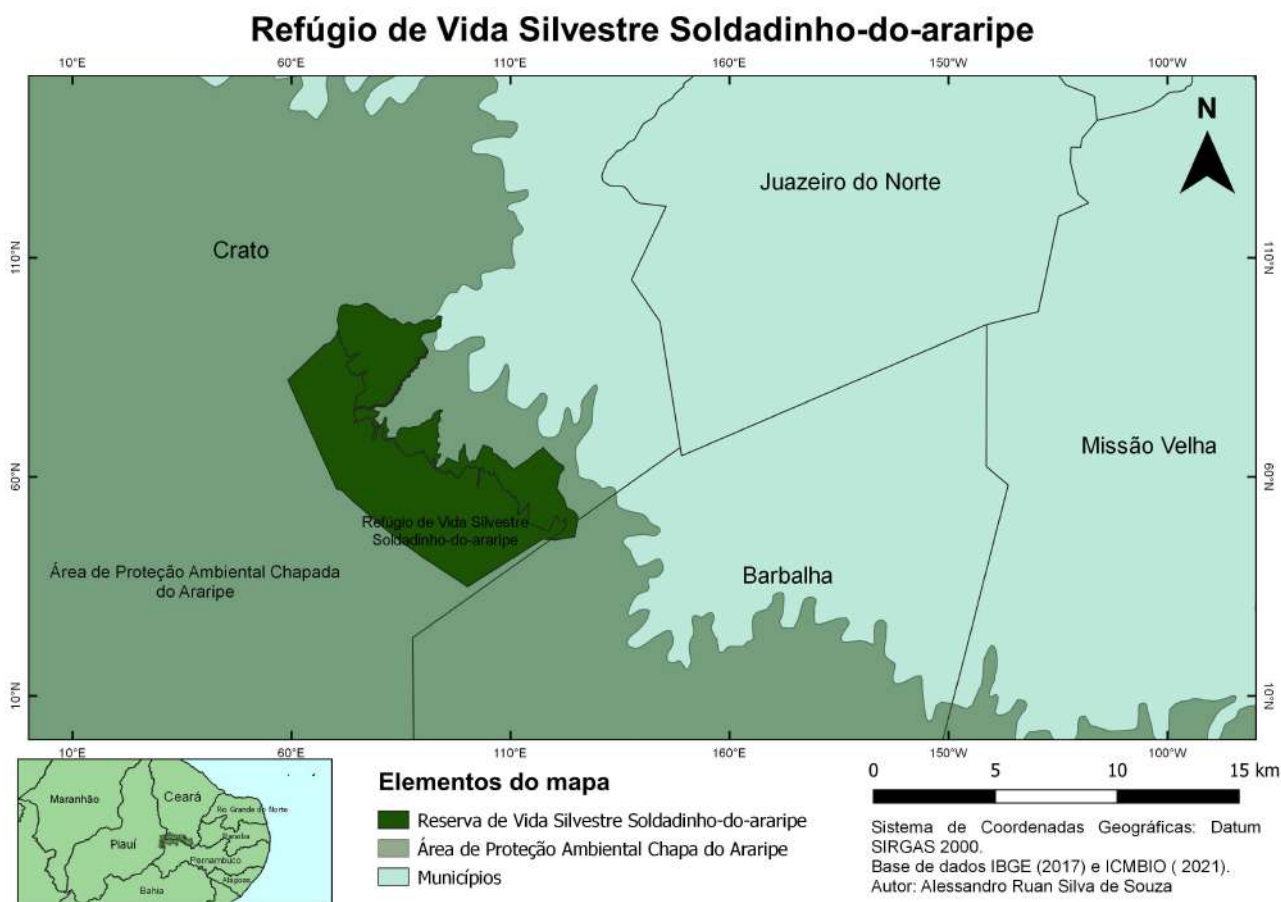
Além do PAN e das UCs APA e Flona, existem também duas Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), a RPPN Oásis Araripe e a RPPN Oásis Araripe II, no Crato tendo uma área 50,00 ha e 52,70 ha respectivamente e a RPPN Arajara Park, em Barbalha com 27,81 ha de área (ICMBIO, [s.d]; ICMBIO, [s.d]; ICMBIO, [s.d]). As UCs auxiliam na conservação e proteção dos ambientes naturais, sendo a RPPN Arajara Park voltada para o turismo ecológico e a RPPN Oásis Araripe e a RPPN Oásis Araripe II voltado para a conservação do ambiente e sede da AQUASIS, atuando diretamente na proteção do Soldadinho-do-araripe e de outras espécies de aves que vivem próximos a rios e córregos. Tais áreas são importantes pontos para a proteção do ambiente natural e conservação de espécies e de suas relações ecológicas, inclusive a do Soldadinho-do-araripe, além disso, esse é uma das formas que organizações ou indivíduos podem ter para auxiliar ainda mais na proteção do meio natural. Entretanto, é essencial que essas UCs tenham um plano de manejo adequado e público, para que assim seja possível haver uma dinâmica entre o proprietário, que tem a posse da unidade e pesquisadores interessados em desenvolver atividades científicas, sempre respeitando os princípios constitucionais.

Ainda mais, justificou-se a criação de uma nova Unidade de Conservação de uso integral, o Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) Soldadinho-do-araripe (Figura 6), que foi decretado por ação do poder público municipal do Crato de 2019 e visando ainda mais a proteção da ave. É possível observar que sua localização está sobreposta tanto a áreas da Flona Araripe-Apodi e APA Chapada do Araripe quanto as RPPNs Oásis Araripe e Oásis Araripe II, além de outras áreas que não eram protegidas por unidades, facilitando uma integração e um diálogo entre a gestão e administração das unidades, visto que elas possuem níveis de gestão diferentes e objetivos, a priori, diferentes.

Outras ações são tomadas em diferentes níveis para desenvolver a proteção do Soldadinho-do-araripe. Pode-se destacar o Projeto Oásis Araripe, anteriormente Projeto Soldadinho-do-araripe, o qual realiza atividades que visam a educação ambiental, efetuando palestras nas comunidades e espaços de conhecimento, como escolas e no meio acadêmico. Além de que seus integrantes participam na realização do censo de quantos indivíduos

ainda existem do Soldadinho-do-araripe utilizando-se de diferentes métodos, como a escuta da vocalização dos machos da espécie, acompanhamento da nidificação e da postura, a incubação e a eclosão para que seja feito o anilhamento dos filhotes para contagem. O projeto também atua no reflorestamento dos espaços em um sistema de agroflorestas para que haja o manejo adequado de áreas degradadas (AQUASIS, 2021).

Figura 6: REVIS Soldadinho-do-araripe



Fonte: Produção própria

Além do Projeto Oásis Araripe, tem-se a atuação promotora do desenvolvimento sustentável do Geopark Araripe, que no setor da geoduação também atua com o propósito de desenvolver ações que visem a educação ambiental (Figura 7). Essas ações são feitas de forma lúdica, principalmente com crianças em diferentes locais, como escolas, praças, exposições dentro do território do geoparque, áreas de lazer etc. São desenvolvidas máscaras, contação de histórias e pinturas que aludem ao Soldadinho-do-araripe e a vivência territorial, sempre procurando dar visibilidade para que seja promovida uma educação significativa ligando a cultura, a história, a natureza e as experiências vivenciadas pelas crianças e dos que participarem de tais oficinas (Figura 5).

Tendo isso em mente, o Geopark Araripe também atua na divulgação da espécie, visto

que por ser um programa internacional da UNESCO leva o nome da espécie a ser conhecido por observadores de pássaros e cientistas de todo o mundo (BRASIL, s/d). A solidificação da espécie, assim, se expande para além do território da sua ocorrência e ganhando visibilidade internacional, ajudando dessa forma a ressaltar a importância do Soldadinho-do-araripe como espécie bandeira.

Figura 7. (A) Pintura soldadinho-do-araripe



Fonte: Compilação do autor¹

A partir do presente estudo contatou-se a importância em várias vertentes da espécie *Antilophia bokermanni*. Também foi possível fundamentar que a ave da presente pesquisa se enquadra na categoria de espécie bandeira possuindo os requisitos necessários para tal, observou-se que um grande aparato de conservação e preservação vem sendo realizado e que mais ações ecológicas devem ser efetuadas com base em retirar o status de espécie criticamente ameaçada e favorecer a distribuição da ave endêmica como também a manutenção sustentável de seu habitat.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho surge a partir da necessidade de estabelecer a ave *Antilophia bokermanni* formalmente como espécie bandeira, visto que apesar de ser tratado como símbolo no cariri, na literatura científica não existe nenhum trabalho que busque analisar e explorar essa questão. Mediante essa lacuna, buscou-se entender como essa dinâmica se dá dentro do cariri cearense, em especial nas cidades as quais a ave é avistada. Os resultados obtidos foram os esperados, e os objetivos foram alcançados, na medida em que a exploração e observações feitas foram satisfatórias.

Outro ponto importante que foi alcançado, é de que o Soldadinho-do-araripe se encaixa em todas as categorias propostas por Bowen-Jones e Entwistle (2002) para ser considerado uma espécie que é realmente emblemática ou bandeira. Entretanto, a pesquisa não deve parar nesse ponto, deve-se prosseguir nesse caminho para que novas abordagens possam ser tomadas a partir desse trabalho inicial. É preciso que novas hipóteses sejam

levantadas, tais como se a proteção do Soldadinho-do-araripe protege por consequência outras espécies, assim podendo o considerar como espécie guarda-chuva, como também deve ser fortalecido a imagem do Soldadinho-do-araripe como espécie bandeira para além das cidades de sua ocorrência.

Esse tipo de pesquisa é importante, para dar ainda mais visibilidade a espécie e a sua conservação através dos trabalhos científicos. Um dos maiores empecilhos para a pesquisa foi a falta de bases bibliográficas que se debruçassem sobre a temática da conservação e de seu simbolismo, a ampliação dessas pesquisas são essenciais para que haja uma maior visibilidade da espécie no meio acadêmico para sua conservação e proteção.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, M. S. de. **Cadeia produtiva, manejo e conservação da fava d'anta (*Dimorphandra gardneriana tulasne*) da floresta nacional do Araripe-Apodi, região semiárida do nordeste do Brasil**. 2018. Tese (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/11750/1/Arquivototal.pdf> . Acesso em 18 de jul de 2022.

BALDAUF, C. et al. Ecologia política e extrativismo vegetal na Floresta Nacional do Araripe: o exemplo do manejo participativo da janaguba (*Himatanthus drasticus*; Apocynaceae). **Pessoas, plantas e animais do semiárido brasileiro– Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe**, [s.], 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/278024837_Ecologia_politica_e_extrativismo_vegetal_na_Floresta_Nacional_do_Araripe_o_exemplo_do_manejo_participativo_de_janaguba_Himatanthus_drasticus_Apocynaceae. Acesso em 15 de julho.

BirdLife International. 2018. *Antilophia bokermanni*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2018**: e.T22728410A130774493. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22728410A130774493.en>. Acesso em 18 de jul. de 2022.

BOAS, M. H V. Biodiversidade e turismo: a importância das espécies-bandeira. *In: SEMINÁRIO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM TURISMO*, 5., 2008, Belo Horizonte. **Anais eletrônico**. Disponível em: < <https://anptur.org.br/anais/anais/files/5/28.pdf> >. Acesso em: 23 de jul. de 2022.

BOWEN-JONES, E.; ENTWISTLE, A. Identifying appropriate flagship species: the importance of culture and local contexts. **Oryx**, v. 36, n. 2, p. 189-195, 2002.

BRASIL, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Ação Nacional para Conservação do Soldadinho-do-araripe** (Org.). Biodiversidade, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-soldadinho-do-araripe>. Acesso em: 19 de jul. 2022

BUSS, G. et al. A abordagem de espécie-bandeira na Educação Ambiental: estudo de caso do bugio-ruivo (*Alouatta guariba*) e o Programa Macacos Urbanos. C. Gorczewski, C.(Org.). Direitos Humanos, **Educação e Meio Ambiente**, p. 165-185, 2007

CEARÁ. Secretaria do Meio Ambiente. **Governo do Ceará cria Unidade de Conservação para preservar o soldadinho-do-Araripe**. Fortaleza, s/d. Institucional. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/2019/07/22/governo-do-ceara-cria-unidade-de-conservacao-para-preservar-o-soldadinho-do-araripe/#:~:text=O%20decreto%20de%20cria%C3%A7%C3%A3o%20da,Meio%20Ambiente%2C%20Artur%20Bruno%3B%20De> . Acesso em: 23 de jul. de 2022.

CESÁRIO, L Ave-símbolo do Cariri, soldadinho-do-araripe completa 25 anos de descoberta. **O Povo**, [S.], 15 de dez. de 2021, Notícia. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/2021/12/15/ave-simbolo-do-cariri-soldadinho-do-araripe-completa-25-anos-de-descoberta.html>. Acesso em: 18 de jul. de 2022.

COELHO, G.; SILVA, W. A new species of *Antilophia* (Passeriformes: Pipridae) from Chapada do Araripe, Ceará, Brazil. **Ararajuba**, v. 6, n. 2, p. 81-84, 1998.

FERNANDES, Maria de Fátima. **Degradação ambiental e vulnerabilidade no município de Araripina (PE), Crato e Barbalha (CE) e Marcolândia (PI)-chapada do Araripe: um estudo comparativo**. 2011.

GIRÃO E SILVA, Weber Andrade de; RÉGO, Silva Pérciles Sena do. ***Antilophia bokermanni* (AVES: Pipridae)**. CEP, v. 50, p. 340.

GIRÃO E SILVA; Weber Andrade de; LINHARES; Karina Vieiralves. **Plano de Ação Nacional para a conservação do soldadinho-do-araripe**. Brasília, 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan/pan-soldadinho-do-araripe/1-ciclo/pan-soldadinho-do-araripe-livro.pdf>. Acesso em: 21 de ago. de 2022.

HOME, Robert et al. **Selection criteria for flagship species by conservation organizations**. *Environmental Conservation*, v. 36, n. 2, p. 139-148, 2009.

LINHARES, Karina Vieralves. **Espécies vegetais estratégicas à conservação de *Antilophia bokermanni*, ave ameaçada e endêmica da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil: riqueza, uso e distribuição temporal de recursos**. 2009. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal)- Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

MONTEIRO, Barbara Leandro; DOS SANTOS, Charle Costa. Extrativismo do pequi em comunidades do Crato na Flona Araripe/CE. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 9-9, 2018.

O que é uma espécie bandeira. **O Eco**, [s.l], 08 de abr. de 2014. Dicionário Ambiental. Disponível em: <https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/28190-o-que-e-uma-especie-bandeira/>. Acesso em: 18 de jul. de 2022

O que é?. **Geopark Araripe**, , [s./]. [2012?].Ed. Ambiental. Disponível em: http://geoparkararipe.urca.br/?page_id=1553 . Acesso em: 23 de jul. de 2022

Oásis Araripe, **Aquasis**, [s./]. [2021?]. Como atuamos. Disponível em: <https://www.aquasis.org/oasisararipe>>. Acesso em: 20 de ago. 2022.

OLIVEIRA, U. C. de; OLIVEIRA, P. S. de; PINHEIRO, C. J. V. Análise da concentração de focos de calor na área de proteção ambiental (apa) da chapada do araripe nos anos de 2010 a 2015. In: **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Campina Grande/PB– 21 a.** 2016. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/VI-023.pdf>. Acesso em 23 de jul. de 2022

QIAN, J. et al. Selecting flagship species to solve a biodiversity conservation conundrum. **Plant diversity**, v. 42, n. 6, p. 488-491, 2020.

REDAÇÃO. Soldadinho-do-araripe é símbolo de proteção. **Diário do Nordeste**, [s./], 04 de mai. de 2006. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/soldadinho-do-araripe-e-simbolo-de-protecao-1.272812>. Acesso em: 18 de jul. de 2022.

Meio Ambiente e Sustentabilidade: conceitos e aplicações

ISBN: 978-65-88884-17-1

Capítulo 20

As Aves da Praça: conhecendo a avifauna da praça Flávio Boianovski, Capão da Canoa, Litoral Norte do Rio Grande do Sul

Lisiane Acosta Ramos ^a

^a Curso de Ciências Biológicas, ênfase de Gestão Ambiental Costeira, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Litoral Norte-Osório. Rua Machado de Assis, 1456 – Sulbrasileiro, Osório - RS – Brasil. 95520-000.

***Autor correspondente:** Lisiane Acosta Ramos, Doutorado em Oceanografia Biológica, Unidade Litoral Norte-Osório. Rua Machado de Assis, 1456 – Sulbrasileiro, Osório - RS – Brasil. 95520-000. Telefone de contato: E-mail de contato: lisiane-ramos@uergs.edu.br

Data de submissão: 28-06-2022

Data de aceite: 01-10-2022

Data de publicação: 29-10-2022



10.51161/editoraime/108/94



RESUMO

Introdução: As praças são espaços verdes localizados dentro da área urbana dos municípios. A presença de aves torna esses ambientes mais acolhedores e agradáveis. **Objetivo:** Apresentar o inventário das aves observadas na Praça Flávio Boianovski, localizada na área central da cidade litorânea de Capão da Canoa - RS. **Material e Métodos:** A Praça Flávio Boianovski está localizada nas quatro primeiras quadras da avenida homônima, a partir da orla marinha. Foram realizadas observações mensais, entre março de 2018 e agosto de 2020. **Resultados:** Foram catalogadas 30 espécies de aves, pertencentes a nove ordens e 19 famílias. A avifauna usa este ambiente antropizado para alimentação, para repouso (dormitório) e, possivelmente para reprodução. Quanto à guildas alimentares, as espécies onívoras foram as de maior ocorrência (11 spp.), seguidas pelas carnívoras não seletivas (8 spp.) e pelos herbívoros granívoros (4 spp.). **Conclusão:** A Praça Flávio Boianovski constitui-se como ponto conectivo entre a orla de influência marinha e as áreas úmidas representadas pelas lagoas costeiras e seus canais de ligação. Estando em um ambiente limítrofe é compreensível que a composição de espécies, especialmente da avifauna, seja bastante variável em função de sua potencial mobilidade e pela própria influência antrópica.

Palavras-chave: Praça, Avifauna, Capão da Canoa – RS.

1 INTRODUÇÃO

As praças são espaços verdes localizados dentro da área urbana dos municípios. Em algumas cidades estas são as únicas áreas em que as pessoas podem entrar em contato com a natureza. " Os parques que apresentam condições ambientais adequadas são determinantes [...] para o desenvolvimento de atividades físicas e o lazer. Ou seja, podem contribuir na redução da prevalência de sedentarismo e auxiliar na promoção da saúde e bem estar [...] " (SZEREMETA; ZANNIN , 2013, p. 178).

Mesmo que a intenção ao frequentar uma praça ou um parque não seja observar aves, a presença desses animais pode tornar o ambiente mais acolhedor e agradável. As aves, por sua aparência e/ou pelo seu canto são agradáveis aos humanos. Como afirma Costa (2007, p. 38), as aves constituem "[...] a ordem animal dentre as mais apreciadas pela beleza do seu canto, formas e cores".

Esse é um importante grupo sinantrópico, que nas cidades encontra alimentos e proteção contra predadores (RAMOS; MARIA 2016; BUCHMANN et al., 2017; CUNHA, 2019; OPPLIGER et al., 2019). Dessa forma, as áreas arborizadas em ambiente urbano são locais relevantes de interação entre humanos e aves.

"A vegetação urbana é a principal responsável pelo fornecimento dos recursos básicos e essenciais para as espécies de aves presentes na cidade. [...] a riqueza arbórea e o tamanho da área disponível são as principais responsáveis pelo enfraquecimento dos efeitos negativos causados pelo ruído e pela ação antrópica" (SILVA, 2019, p. 30).

O objetivo do presente estudo foi apresentar o inventário das aves observadas na Praça Flávio Boianovski, localizada na área central da cidade litorânea de Capão da Canoa, Rio Grande do Sul, local bastante frequentado por veranistas e moradores, fornecendo informações sobre os aspectos do comportamento de algumas dessas espécies no local.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A Avenida Flávio Boianovski localiza-se no limite entre os bairros Centro e Zona Nova, na cidade Capão da Canoa, Litoral Norte do Rio Grande do Sul. Possui cerca de quinze quadras de diferentes extensões. Seu canteiro central é usado para diversas finalidades, desde abrigar prédios de relevância social, tais como o Casa de Cultura Érico Veríssimo e a ESF (Estratégia Saúde da Família) São Jorge, mas também é utilizado para realização de eventos, prática de esportes, entre outras. A chamada Praça Flávio Boianovski está localizada nas primeiras quadras da avenida homônima, a partir da orla marinha (Figura 1).

Figura 1. Localização da Praça Flávio Boianovski, Capão da Canoa, Litoral Norte – RS. Quadras numerada de 1 a 6 a partir da orla marinha



Fonte: Google Maps modificado pela autora (2022)

2.2 Coleta de dados

Foram realizadas observações mensais entre março de 2018 e agosto de 2020. Para realização da coleta de dados, foram percorridas as seis primeiras quadras a partir do mar ($29^{\circ}75'64''S/50^{\circ}01'12''W$ - $29^{\circ}75'43''S/50^{\circ}01'16''W$). As quadras 1 a 4 são as mais frequentadas e mais arborizadas. Estas são as seções mais usadas por moradores e veranistas que as utilizam para tomar sol, praticar esportes (há quadras de vôlei e futebol de areia, canchas de bocha e equipamentos para ginástica) e para o lazer das crianças (pracinha e parque com infláveis). Já as quadras 5 e 6, além de menos frequentadas, apresentam configuração distinta das anteriores: a quadra 5 é recoberta predominantemente por gramíneas e a 6 possui um pequeno lago com tartarugas, cágados e peixes (Figuras 1 e 2).

As aves foram observadas nas primeiras horas da manhã (entre às 7h e 9h) e no turno da tarde (entre 17h e às 19h), em todos os meses, pelo tempo de uma hora em cada turno, com o uso de binóculos, totalizando 60 horas de observações. A identificação das espécies foi realizada com o uso de guias específicos.

Figura 2. Vista da Praça Flávio Boianovski. A = direção mar; B = direção interior

Fonte: Autora (2020)

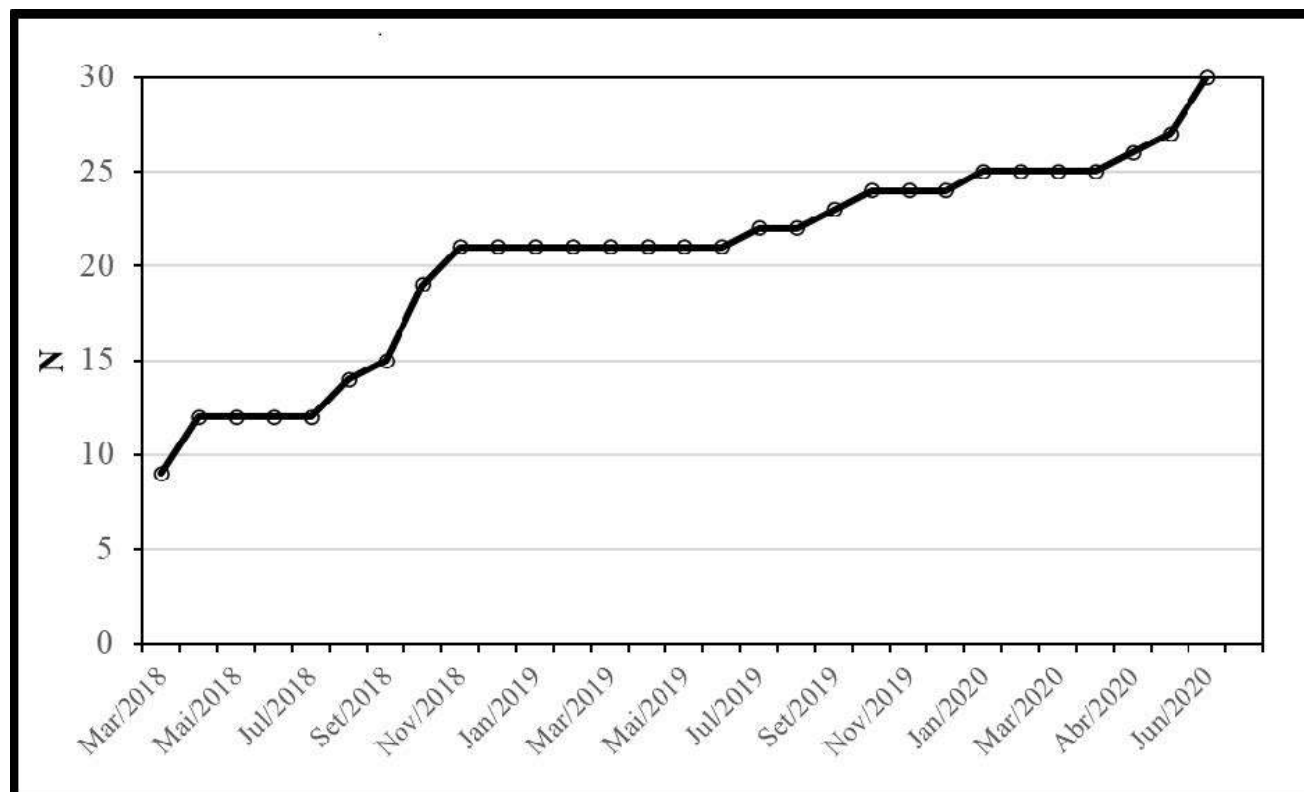
2.3 Análise dos dados

A Frequência de Ocorrência (FO) de cada espécie foi determinada pela equação $FO = N \times 100 / NT$ (LINS DALE, 1928), onde N é o número de meses em que a espécie foi registrada e NT o número total de meses de levantamento (NT=30). Com o cálculo das FO, dado em porcentagem, as espécies foram categorizadas como muito frequentes (MF = mais de 70% das observações), frequentes (F = 50 e 69%), pouco frequentes (PF = 30 a 49%) ou raras (R = menos de 30%).

As espécies foram classificadas quanto à guilda alimentar em: carnívoros piscívoros (CPI), carnívoro não seletivo (CNS), carnívoros insetívoros (CNI), herbívoro granívoro (HGR), herbívoro não seletivo (HNS), herbívoro nectívoro (HNE) ou onívoro (ONI) com base em dados disponíveis na literatura especializada, especialmente em Efe *et al.* (2001) e Timm; Timm (2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final de 30 meses de observações foram catalogadas 30 espécies de aves, pertencentes a nove ordens e 19 famílias. Através da observação do gráfico da curva do coletor foi possível constatar que não houve estabilização do número de espécies presentes no ambiente de estudo, ou seja, ainda há espécies a serem observadas nessa localidade (Figura 3).

Figura 3. Curva do coletor para a avifauna da Praça Flávio Boianovski

Fonte: Autora (2021)

Dez espécies foram muito frequentes (MF), nenhuma foi frequente (F), cinco foram pouco frequentes (PF) e 15 espécies foram raras (R) (Tabela 1).

As praças, especialmente as localizadas em áreas urbanas do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, podem ser consideradas pontos conectivos entre a orla de influência marinha e as áreas úmidas representadas pelas lagoas costeiras e seus canais de ligação. Estando em um ambiente limítrofe entre esses ecossistemas de acentuada diversidade, é compreensível que a composição de espécies, especialmente da avifauna, seja bastante variável em função de sua potencial mobilidade. Dessa maneira, é notável a presença de espécies consideradas como raras (R) (Tabela 1).

Considerando-se que, as praças e os parques são áreas de intensa movimentação humana, a avifauna residente (da categoria muito frequente) parece estar bem adaptada a este ambiente, seja para forrageio ou repouso.

Em relação ao uso da Praça Flávio Boianovski como área de repouso, destaca-se a espécie *Molothrus bonariensis* (chupim), que é relevante pela abundância. Essas aves foram avistadas realizando um deslocamento diário da praça para áreas mais internas, possivelmente para forrageio em lavouras localizadas no entorno da cidade. Essa espécie foi observada, deixando a praça em bandos nas primeiras horas de luz do dia e retornando ao entardecer para usar as árvores como dormitório (Figura 4).

Tabela 1. Ordens, famílias e espécies de aves observadas na Praça Flávio Boianovski, entre março de 2018 e agosto de 2020

Ordem	Família/Espécie	Nome Comum	Status de Ocorrência
Suliformes	Fregatidae		
	<i>Fregata magnificens</i>	tesourão	R
Pelecaniformes	Ardeidae		
	<i>Ardea alba</i>	garça-branca	R
	<i>Egretta thula</i>	garça-branca-pequena	R
	Threskiornithidae		
	<i>Theristicus caudatus</i>	curicaca	PF
Charadriiformes	Charadriidae		
	<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	MF
Columbiformes	Columbidae		
	<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha	MF
	<i>Columbina picui</i>	rolinha-pícuí	MF
	<i>Columba livia</i>	pombo-doméstico	PF
	<i>Zenaida auriculata</i>	avoante	MF
Cuculiformes	Cuculidae		
	<i>Guira guira</i>	anu-branco	PF
Apodiformes	Apodidae		
	<i>Chaetura meridionalis</i>	andorinhão-do-temporal	R
	Trochilidae		
	<i>Hylocharis chrysura</i>	beija-flor-dourado	R
Falconiformes	Falconidae		
	<i>Caracara plancus</i>	carcará	R
	<i>Milvago chimachima</i>	carrapateiro	R
	<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri	R
Psittaciformes	Psittacidae		
	<i>Myiopsitta monachus</i>	caturríta	R
	<i>Melopsittacus undulatus</i>	periquito-australiano	R
Passeriformes	Furnariidae		
	<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	MF
	Tyrannidae		
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	MF
	Hirundinidae		
	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	MF
	<i>Progne chalybea</i>	andorinha-grande	PF
	Troglodytidae		
	<i>Troglodytes musculus</i>	corruira	PF
	Turdidae		
	<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranjeira	R
	Mimidae		
	<i>Mimus gilvus</i>	sabiá-da-praia	R
	Icteridae		
	<i>Agelaioides badius</i>	asa-de-telha	R
	<i>Molothrus bonariensis</i>	chupim	MF
	Thraupidae		
	<i>Tangara sayaca</i>	sanhaço-cinzento	R
	<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra	MF
	<i>Coereba flaveola</i>	cambacica	R
	Passeridae		
	<i>Passer domesticus</i>	pardal	MF

Legenda: MF = muito frequente, PF = pouco frequente, R = rara

Fonte: Autora (2022)

A numerosa população de *M. bonariensis* tem causado alguns incômodos para os moradores das cercanias da praça, que inclusive já fizeram uso de afugentador sonoro a fim de evitar que espécimes se aglomerem e que defequem sobre a calçada e sobre carros estacionados, o que ocorre especialmente na área de lazer infantil. Moraes (2016) observou a espécie no campus da USP de Bauru diariamente voando em bandos pela manhã, saindo das copas das árvores e retornando para o mesmo local ao final da tarde. Cabe destacar que os dormitórios usados pela espécie são mistos, com presença de espécies da família Columbidae (*Columbina talpacoti*, *Columbina picui* e *Zenaida auriculata*) e por *Passer domesticus* (Passaridae), muito menos abundantes que *M. bonariensis*, mas também muito frequentes.

Figura 4. A espécie *Molothrus bonariensis* em dormitório ao entardecer



Fonte: Autora (2019)

As espécies de aves muito frequentes nesta praça são comuns em outras áreas urbanas do litoral (RAMOS; DAUDT, 2005; CUNHA, 2019). Já as espécies pouco frequentes ou raras, são aquelas que oportunisticamente ocupam a área, geralmente com objetivo de forrageio. Destaque para os falconiformes *Falco sparverius*, *Milvago chimachima* e *Caracara plancus*, observados apenas em sobrevoos sobre a área. Já as curicacas *Theristicus caudatus* foram observadas em repouso sobre parapeitos e telhados de prédios das cercanias (Figura 5).

As espécies que foram observadas voando entre a Praça e ambientes adjacentes foram: a *Fregata magnificens* vinda da área marinha e *Ardea alba* e *Egretta thula* comuns em áreas continentais úmidas. A espécie *E. thula* foi observada em duas ocasiões no lago da quadra 6. Foram observadas ainda, uma espécie migrante estacional de meses quentes (*Chaetura meridionalis*) e uma exótica (*Melopsittacus undulatus*), visualizada ao longo de duas semanas circulando pela quadra 3, possivelmente advinda de escape de cativeiro.

Figura 5. *Theristicus caudatus* em repouso no alto de um prédio

Fonte: Autora (2020)

A presença dos falconiformes, importante grupo de predadores de topo, possivelmente se deve a presença de potenciais presas presentes nesta área. De acordo com Cavicchia; García (2012), a ocorrência de Falconiformes em áreas urbanas depende imensamente da existência de espaços naturais ou seminaturais.

Já *T. caudatus* é uma espécie bem adaptada às alterações antrópicas e segundo Corno (2012), usa essas áreas para alimentação e nidificação, sendo que os ninhos são construídos em estruturas artificiais como prédios e torres elétricas. De acordo com Blair (1996), diferentes espécies respondem de forma distintas à urbanização.

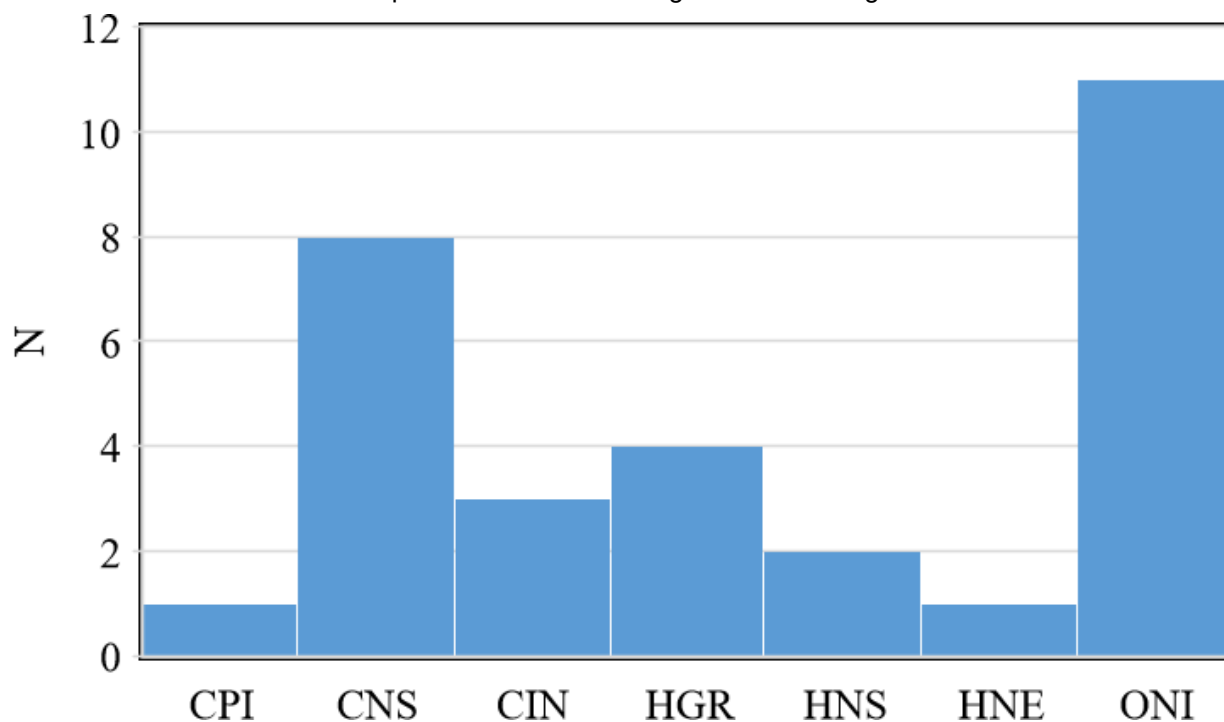
Quanto à guildas alimentares, as espécies onívoras foram as de maior ocorrência (N=11), seguidas pelos carnívoros não seletivos (N=oitto) e pelos herbívoros granívoros (N=4) (Figura 6). Entre as espécies muito frequentes (MF), predominaram os onívoros (N=4) e os herbívoros granívoros (N=4), seguidos pelos carnívoros insetívoros (N=1) e herbívoros não específicos (N=1).

De acordo com Scherer et al. (2010), em praças, as espécies mais frequentes são as de hábito alimentar onívoro e insetívoro, as primeiras por poderem utilizar o alimento de acordo com a oferta e as últimas pela disponibilidade dos itens durante o ano inteiro.

Na Praça Flávio Boianovski, além dos onívoros, destacaram-se os carnívoros não específicos e os herbívoros granívoros possivelmente pela sua extensão e pela variedade de ambientes que a compõem (área arborizada, lago, gramado), além das áreas de lavoura e úmidas do entorno da área urbana.

Assim, é possível inferir que áreas verdes como as da Praça Flávio Boianovski são essenciais para a permanência de aves em ambientes urbanos, onde podem buscar alimento ou sítios para repouso, ou ainda área de circulação entre ecossistemas tão distintos como a orla marinha e as áreas úmidas no entorno das lagoas costeiras.

Figura 6. Guildas alimentares das espécies de aves observadas na Praça Flávio Boianovski, Capão da Canoa – RS, onde CPI = carnívoro piscívoro; CNS = carnívoro não seletivo, CNI = carnívoros insetívoros, HGR = herbívoro granívoro, HNS = herbívoro não seletivo, HNE = herbívoro nectívoro; ONI = onívoro (ONI), com os respectivos números de registros em cada guilda.



Fonte: Autora (2022)

5 CONCLUSÃO

Ao final de 30 meses de observações foram catalogadas 30 espécies de aves, pertencentes a nove ordens e 19 famílias, sendo o ambiente da Praça Flávio Boianovski potencialmente ainda mais rico em representantes desse grupo, especialmente em função de visitantes de origem marinha e de aves aquáticas continentais que por ela podem circular.

A avifauna usa este ambiente antropizado para alimentação, repouso e, possivelmente para a reprodução. A espécie *Molothrus bonariensis*, relevante pela abundância, é observada em deslocamento diário para cercanias da área urbana durante o dia, com retorno ao entardecer para a praça, onde formam dormitórios mistos, especialmente com Columbiformes.

As espécies muito frequentes, ou residentes, são comuns em outras áreas verdes urbanas, com destaque para os Columbiformes, Charadriiformes e Passeriformes.

As espécies pouco frequentes ou raras, são aquelas que oportunisticamente ocupam a área, geralmente com objetivo de forrageio. Destaque para os falconiformes *Falco sparverius*, *Milvago chimachima* e *Caracara plancus* e a curicaca *Theristicus caudatus* (Pelecaniformes), além de visitantes estacionais e exóticas provenientes de escape.

Quanto à guildas alimentares, as espécies onívoras foram as de maior ocorrência, seguidas pelos carnívoros não seletivos e pelos herbívoros granívoros.

Estudos futuros, com metodologia adequada, podem ainda aprofundar aspectos sobre a abundância das espécies residentes, assim como elucidar detalhes sobre sua reprodução neste ambiente.

REFERÊNCIAS

BLAIR, R. B. Land use and avian species diversity along an urban gradient. **Ecological Applications**, v. 6, n. 2, 1996, pp. 506-519.

BUCHMANN, E. G.; FERNADES, E. S.; SILVA, C. R. C. Contribuição ao estudo da avifauna no Parque Moinhos de Vento, Porto Alegre. **ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v. 4, n. 2, Edição Especial, p: 109- 122, 2017.

CAVICCHIA, M.; GARCÍA, G. V. Riqueza y composición de especies de aves rapaces (Falconiformes y Strigiformes) de la Ciudad de Buenos Aires, Argentina. **Hornero**, v. 27, n. 2, p. 159–166, 2012.

CORNO, R. de B. dal. **Biologia reprodutiva de curicaca (*Theriscus caudatus* no Sul do Brasil, no domínio de Mata Atlântica – RS**. 60f. Dissertação (Mestrado em Diversidade e Manejo da Vida Silvestre), Programa de Pós- graduação em Biologia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo – RS. 2012.

COSTA, R. G. de A. Observação de aves como ferramenta didática para Educação Ambiental. **Revista Didática Sistêmica**, v. 6, p. 33-44, 2007.

CUNHA, J. D. **Riqueza e frequência de ocorrência das espécies da avifauna no Saco do Ratão e Adjacências, Complexo Estuarino Tramandaí- Armazém, Litoral Norte - RS**. 2019. 45f. Monografia. (Aperfeiçoamento/Especialização em Pós-graduação (Lato sensu) em Meio Ambiente e Biodiversidade) - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

EFE, M. A., MOHR, L. V.; BUGONI, L. **Guia ilustrado das aves dos parques de Porto Alegre**. Porto Alegre: PROAVES, SMAM, COPESUL, CEMAVE, 2001.

LINSDALE, J. M. **A method of showing relative frequency of occurrence of birds**. Condor, Norman, USA, n. 30, p.180-184, 1928.

MORAES, A. F. G. **Assembleia de aves no meio urbano e suas relações com áreas verdes**. 2016. 128f. Dissertação (Mestrado em Pós-graduação em Ciências Biológicas – Zoologia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2016.

OPPLIGER, E. A. *et al.* A estrutura de áreas verdes urbanas como indicador de qualidade ambiental e sua importância para a diversidade de aves na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Paisag. Ambiente: Ensaios**, São Paulo, v. 30, n. 44, e162864, 2019.

RAMOS, L. A.; DAUDT, R. B. Avifauna urbana dos balneários de Tramandaí e Imbé, litoral norte do Rio Grande do Sul. **Biotemas**, v. 18, n. 1, p. 181-191, 2005.

RAMOS, L. A.; MARIA, L. Contribuição ao estudo da avifauna urbana do município de Santa Maria, RS. **Atualidades Ornitológicas**, Ivaiporã, v. 193, p. 57-64, 2016.

SCHERER, J. F. M.; A. L. SCHERER, A. L.; PETRY, M. V. Estrutura trófica e ocupação de hábitat da avifauna de um parque urbano em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 1, 169-180, 2010.

SILVA, B. F. da. **Influência da estrutura da vegetação das áreas verdes urbanas sobre as comunidades de aves**. 2019. 36f. Monografia de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Rio Claro. 2019.

SZEREMETA, B.; ZANNIN, P. H. T. A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. **R. Ra'e Ga**, Curitiba, v. 29, p. 177-193, dez/2013.

TIMM, C. D.; TIMM, V. F. **Avifauna gaúcha: guia de identificação**. Pelotas. RS: USEB, 2021.

A influência da luz sobre os insetos: aspectos físicos e biológicos da visão e os efeitos da poluição luminosa

Maria Heloísa Furtunato Rocha^a, Arthur Morais de Medeiros^a, Jeniffer Gabrielly Pereira de Sousa^a, Hadija Rodrigues Vieira^a, Habyhabanne Maia de Oliveira^b, Edevaldo da Silva ^{ab*}.

^a Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande. Av. Universitária, s/n. Santa Cecília, Patos, Paraíba. 58708-110.

^b Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba, 58051-970, Caixa Postal 5122.

***Autor correspondente:** Edevaldo da Silva, doutor em química e especialista em ciências ambientais e análises ambientais. Endereço: Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas. Av. Universitária, s/n. Santa Cecília, Patos, Paraíba. 58708-110. ; edevaldos@yahoo.com.br.

Data de submissão: 20-06-2022

Data de aceite: 21-10-2022

Data de publicação: 05-11-2022

RESUMO

Introdução: No passado, o avanço de muitas atividades das sociedades humanas era limitado pela escuridão, que circunscrevia os hábitos à presença da luz natural. O surgimento da luz artificial fomentou imensurável avanço nas sociedades e alterações de hábitos humanos. Entretanto, estudos tem reportado que a presença de luz artificial tem, em algum nível, interferido na ecologia de muitos animais, especialmente os insetos. **Objetivos:** Este estudo reúne informações sobre a percepção da luz pelos insetos e os possíveis efeitos da luz artificial na vida desse grupo de animais. **Metodologia:** Trata de um estudo descritivo, de revisão bibliográfica em diferentes repositórios de teses, dissertações e base de dados de periódicos científicos. **Resultados:** Os estudos reportam que as diferentes espécies de insetos possuem sensibilidade espectral distintas, podendo ser tri ou tetracromática. Além disso, vários efeitos da iluminação artificial sobre os insetos foram observados, envolvendo desafios na reprodução, orientação e forrageio da fauna. **Conclusão:** Os insetos tem capacidade de percepção espectral que, no geral, variam entre 350 e 700 nm e sua sensibilidade depende da composição biológica dos cromatóforos presentes em sua estrutura ótica. Eles são impactados com a poluição luminosa oriunda da iluminação artificial, especialmente aqueles que têm fototaxia positiva para esse tipo de luz. Por isso, é veemente a necessidade de mais estudos e biomonitoramento da poluição luminosa e seus efeitos na vida dos seres que vivem em suas delimitações.

Palavras-chave: Poluição luminosa; urbanização; lâmpadas elétricas; armadilhas.

1 INTRODUÇÃO

A constante expansão das cidades fragiliza aspectos importantes na biodiversidade, a adição de um único ponto de luz artificial pode mudar os hábitos de toda uma comunidade de organismos (MARINS, et al., 2019).

Nos primórdios, as únicas fontes de luminosidade eram provenientes da natureza como a luz do sol, durante o dia e a luz da lua no período da noite. Estes dois recursos eram de extrema importância para os povos antigos pelo fato de auxiliar na sua localização e em suas atividades. Com o tempo, essa naturalidade se tornou insuficiente, sendo desenvolvido assim, as formas de iluminação artificial (FERREIRA; SOUZA, 2019).

Esse tipo de iluminação se intensificou com o aumento dos processos de urbanização, a qual tem consequências na biodiversidade. Os efeitos desse processo afetam algumas espécies que não conseguem se adaptar, entretanto, muitas deles, por ser tolerantes ao novo ambiente e passam pelo processo de filtragem ambiental (REIS, 2019). Neste sentido, os ambientes urbanizados possuem alto índice de iluminação artificial. Essa iluminação é indispensável para a realização de muitas atividades humanas, entretanto é prejudicial para outros seres vivos, principalmente para os insetos, por serem fortemente atraídos pela luz (BARGHINI; MEDEIROS, 2006).

O fato da iluminação artificial exercer um grande poder atrativo para esse grupo de animais tem sido estudado por diversos pesquisadores nas últimas décadas. Em geral, os estudos atuais tem foco principal nos efeitos diretos no hábito e na vida dos insetos. Hoje, sabe-se que a atração luminosa pode limitar a capacidade reprodutiva dos insetos e/ou atraí-los para regiões antropizadas, favorecendo a difusão de epidemias (BARGHINI, 2006). Para além do foco de pesquisa sobre o efeito da luz artificial no hábito e vida dos insetos, é veemente a necessidade de estudos que analisem essa influência na dinâmica e/ou aspectos ecológicos mais amplos, pois, a biodiversidade e abundância dos insetos tem diminuído devido às alterações climáticas e antrópicas do ambiente natural (HENRIQUES et al., 2019).

Dessa maneira, esses estudos contribuem com maior conhecimento sobre uma condição antrópica (luz artificial) que tende a se ampliar adentro do ambiente natural e, quanto mais se conhece sobre seus efeitos e influências, mais se terá atenção quanto ao avanço das sociedades de maneira mais sustentável.

O objetivo desse estudo foi reunir informações sobre a percepção da luz pelos insetos e os possíveis efeitos da luz artificial na vida desse grupo de animais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo trata-se de uma pesquisa descritiva, de caráter qualitativo e por meio de revisão de literatura de pesquisas e estudos, publicados em periódicos científicos nas diversas bases de dados (SciELO e Google Scholar) e repositórios de dissertações e teses,

preferencialmente, dos últimos 10 anos (2012-2021) e que envolvem, em algum nível, o efeito da luz artificial nos insetos, observando os tipos de lâmpadas em ambientes abertos, as armadilhas para captura e a poluição luminosa nos insetos e outros animais.

Para tanto, foram realizadas pesquisa bibliográfica durante o primeiro semestre de 2022, a partir da combinação dos seguintes descritores: “Luz artificial” e “Inseto”/“Artificial light” and “insect”/ “Poluição luminosa” e “insetos”/ “Light pollution” and “insects”. Os critérios de inclusão foram: a. trabalhos que apresentassem esses termos nos objetivos e/ou no resumo/abstract; b. preferencialmente, trabalhos publicados nos últimos 10 anos, c. que estivesse escrito em língua portuguesa ou inglesa. Os critérios de exclusão foram: a. todos os trabalhos que não atendessem a esses critérios de inclusão; b. que, apesar de ter os termos de busca acima citados, fugiam ao objetivo desse estudo.

A escolha e inclusão dos artigos, a partir da busca acima citada, foi livre, não havendo exaustiva busca ou foco em análise cientométrica ou bibliométrica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aspectos históricos, físicos e biológicos relacionados à Luz

A luz artificial evoluiu com a humanidade e ao longo do tempo, com constante aprimoramento de seu sistema, tornando-se fator importante para sobrevivência da humanidade.

O domínio do fogo no período paleolítico proporcionou aos ancestrais de nossa espécie enxergar a noite além das estrelas, desde então, o aprimoramento das técnicas de iluminação artificial vem acarretando mudanças nas biotas crepusculares e noturnas que dependem do seu sentido de visão para coexistir nas delimitações deste recurso (FERREIRA; SOUZA, 2019), pois os seres humanos tem visão adaptada para hábitos diurnos (OWENS; LEWIS, 2018).

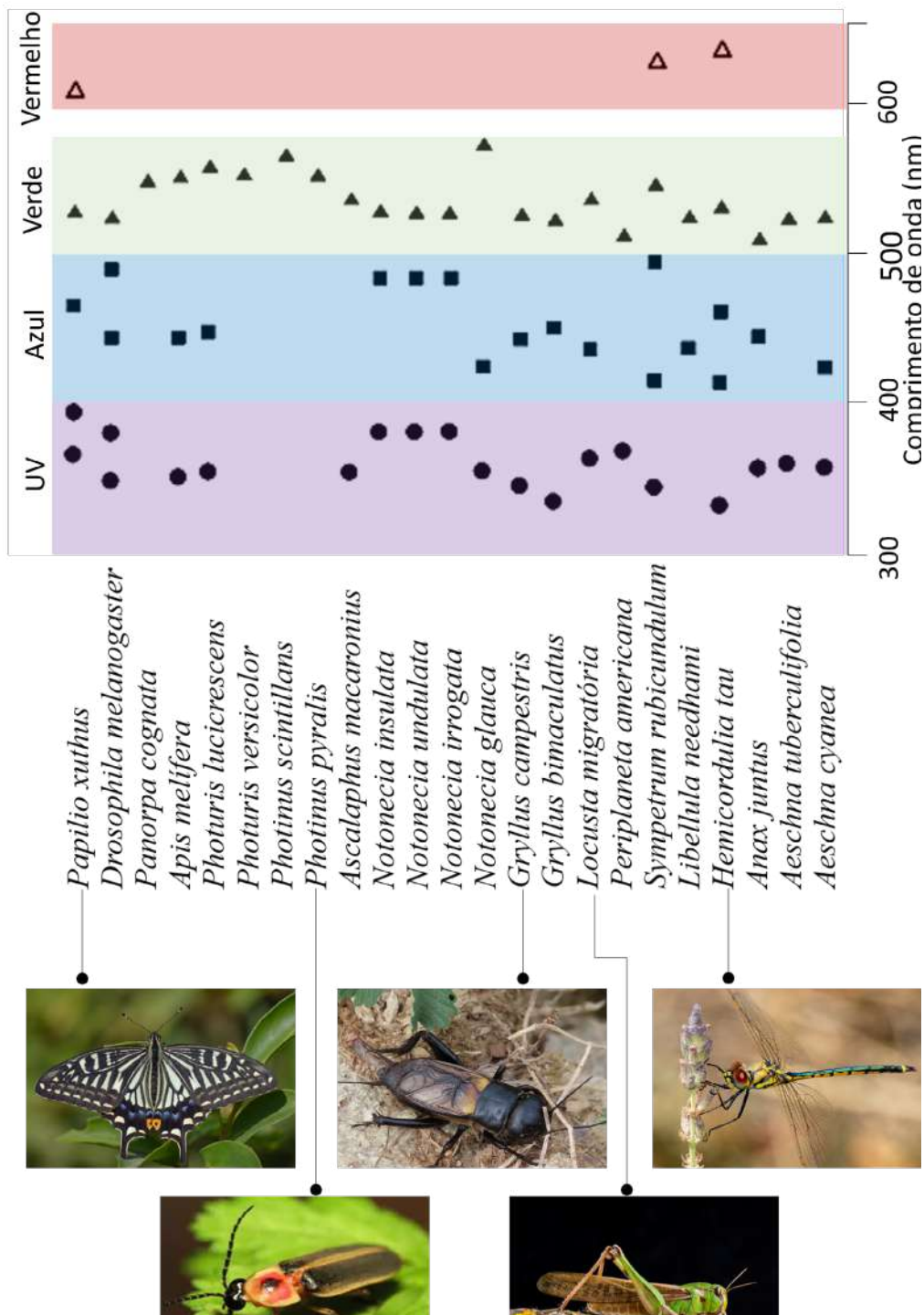
Na maioria dos insetos, há o olho composto, órgão fotorreceptor constituído por diversas unidades ópticas repetidas similares, quase idênticas, denominadas omatídeos (HONKANEN et al., 2017). Os omatídeos possuem, em sua composição, fotorreceptores com a proteína rodopsina, podendo variar quanto ao tipo, de acordo com as espécies, sua principal função é a interpretação do sinal luminoso em sinal elétrico neural (FERREIRA; SOUZA, 2019).

Fisiologicamente os omatídeos garantem baixa resolução de visão angular quando comparados aos humanos (BARGHINI, 2008), porém a presença morfológica dessa estrutura permite aos insetos captar a luz em uma distância considerável e a absorção de fótons de maneira eficiente (HONKANEN et al., 2017).

A competência deste recurso, é substancialmente reduzida em ambientes que contam com um alto teor de iluminação artificial, como em grandes cidades, por exemplo, ou mesmo em noites de lua cheia (BARGHINI, 2008). Cada espécie de inseto tem a sua

sensibilidade à exposição espectral da luz (TAVARES et al., 2016), pois depende da presença de fotorreceptores de luz nos cromatóforos.

Figura 1: Espectros de frequência de onda percebido por algumas espécies de insetos com sistema tricromático (UV-azul-verde) ou tetracromático (UV-azul-verde-vermelho)



Fonte: Tabla adaptada de (Briscoe; Chittka), 2001. Imagens: biodiversity4all.org, créditos e ano do registro fotográfico: *Locusta migratória* (E. Baquero 2016), *Papilio xuthus* (Tree Fong, 2017), *Gryllus campestris* (danzidro, 2022), *Hemicordulia tau* (Karen Retra, 2020), *Photinus pyralis* (Margarita Lankford, 2019).

Essa sensibilidade tem sido reportada como influência importante para a adaptabilidade do inseto, pois influencia na sua capacidade de se contrastar com flores e folhas (WANG et al., 2022). Em geral, os insetos possuem faixa de detecção da frequência de ondas entre 350 e 700 nm (BARGHINI, 2008). Na figura 1, é demonstrado a faixa espectral para alguns insetos, onde é reportado que a sua capacidade visual vai do ultravioleta ao vermelho.

Espécies com a *Papilio xuthus* e a *Hemicordia tau* são capazes de perceber, também, a luz vermelha. Mas a maioria das espécies não consegue ter esse amplo espectro de percepção da luz. Entretanto, outras espécies como a *Drosophila melanogaster* e a *Sympetrum rubicundulum* desenvolveram a habilidade perceber mais de um tipo de frequência, dentro da mesma faixa de cor. A *D. melanogaster* consegue perceber dois tipos de espectro UV e dois do espectro azul. Enquanto a *S. rubicundulum* desenvolveu a capacidade para perceber dois tipos de espectro azul.

Ou seja, a maioria dos insetos, incluindo muitos insetos visitantes de flores, tem sistema tricromático (UV-azul-verde) mas também, há insetos com o sistema tetracromático (UV-azul-verde-vermelho), tal como a espécie *Papilio xuthus* (BRISCOE; CHITTKA, 2001; Figura 1).

A percepção de comprimentos ultravioleta (300 a 400 nm) favorece a sobrevivência de seus descendentes aos mais diversos processos de seleção natural (OWENS; LEWIS, 2018).

Uma curiosidade que nos ajuda a entender a percepção ultravioleta nesses táxons é que insetos possuem uma restrita sensibilidade à cor vermelha, mesmo assim visitam frutos e polinizam flores com pigmentação avermelhada. Isso acontece pelo fato que muitas flores possuem na composição de suas pétalas pigmentos, chamados de antocianinas que refletem a radiação ultravioleta, gerando na flor visibilidade óptica perante os insetos, e assim os atraindo (BARGHINI, 2008).

Muitas espécies de seres vivos baseiam seus hábitos de acordo com o movimento planetário, à medida que a terra passa por seu movimento de rotação, a biodiversidade realiza seu ciclo diário (OWENS; LEWIS, 2018). Espécies noturnas de insetos, dependem da divisão entre dia e noite para realizar suas atividades. Singh et al. (2019, p. 2550) indica que os insetos “usam e respondem à luz para várias atividades, como ritmo biológico, reparo e recuperação no escuro, relógios circadianos e fotoperiodismo, percepção visual e orientação espacial.”

A resposta mais comum à claridade nos insetos é a fototaxia (capacidade de atração ou repulsão). A fototaxia positiva revela a tendência dos insetos a serem atraídos na direção de um determinado ponto luminoso, enquanto a fototaxia negativa aponta o distanciamento do mesmo (COELHO, et al., 2021).

Luzes que emanam quantidades consideráveis de radiação ultravioleta, como luz fluorescente azul, luz negra e luz de mercúrio, possuem alta fototaxia positiva nos insetos (SINGH, et al., 2019). Gêneros da família apidae são fortemente atraídos por grandes

comprimentos de ondas (300 à 600 nm), enquanto insetos da família muscidae tendem a responder a comprimentos entre 250 à 350 nm (SINGH, et al., 2019).

Determinadas espécies de Mucidae, relata Singh, et al. (2019), como a *Trialeurodes vaporariorum*, apresentam fototaxia negativa a luzes que emitem comprimentos de 400 nm mas são fototaticamente atraídos por comprimentos de 550 nm. Comprovando que a luz pode causar danos com a atração de indivíduos para si e também como agente repelente, influenciando para que populações passem a evitar certas áreas (SINGH, et al., 2019).

Um fator positivo das recentes descobertas de fototaxia supracitadas para a biologia, é no levantamento faunístico, corroborando na produção de armadilhas luminosas que capturam esses animais sem causar danos morfológicos, o que é ideal para manter sua conservação e poderem ser tombados em uma coleção. Tais armadilhas, usadas principalmente em mariposas, usam a luz como isca em meio a escuridão, esses indivíduos fortemente atraídos, caem em um funil e ficam presos em uma caixa que, posteriormente, são retiradas pelo seu coletor (COELHO, et al., 2021).

3.2 A luz artificial: Aspectos socioambientais e seus efeitos nos insetos

A poluição luminosa ocorre pelo uso inadequado da iluminação artificial, onde a luz não aproveitada será refletida, impactando o meio ambiente e os seres vivos que a luminosidade atinge. Por consequência, ela pode causar pouca visibilidade do brilho do céu, luz invasiva, luz encandeante, diminuição da visibilidade noturna e desperdício de energia (MANFRIM et al. 2019; NUNES et al. 2017).

Existem três tipos de poluição luminosa: o brilho no céu, ofuscamento e luz intrusa. Brilho no céu, pode ser compreendido como a luz alaranjada, devido as lâmpadas de vapor de sódio, que são direcionadas para cima dos centros urbanos. Essa luz, pode ser vista a quilômetros de distância e ofusca o brilho das estrelas, que estão mais próximas ou um pouco acima do horizonte. O ofuscamento é a luz que se direciona aos olhos, ofuscando momentaneamente a visão. A luz intrusa invade o interior das edificações, por meio de aberturas como janelas e portas, gerando assim, desconforto nos residentes (GARGAGLIONE, 2009).

Os impactos negativos dessa poluição podem ser sociais, ambientais, econômicos e científicos. A análise realizada por Barghini (2010) sobre os riscos da iluminação artificial, reportou que a mesma resulta em impactos ambientais, com capacidade de alterar a cadeia trófica de alguns animais, afetar diretamente na taxa reprodutiva e na alteração do número de indivíduos das populações, além de atrair insetos vetores de doenças. Seu impacto nos seres vivos são demonstrados através de estudos sobre interações competitivas, comportamento e orientação animal, relações predador-presa, comportamento reprodutivo e fisiologia animal (OLIVEIRA; LANGUI. 2011). Esses autores também reportam que a poluição luminosa atrai também insetos vetores de patologias humanas.

Alguns insetos são pragas agrícolas fototrópica positivas para a luz artificial e, por isso, a sua presença na zona urbana pode ser devida a essa atração, como a *Cephus siccifolius*,

que é considerada praga de essências florestais por depositar seus ovos no córtex e lenho de ramos vegetais e causar gotejamento na espécie vegetal infestada. Dessa maneira a presença de luz artificial pode causar infestações de espécies indesejáveis para aquela região (MARQUES et al., 2004).

Luzzi et al. (2016) atribuiu o novo registro da presença de *Mesagoma gyas gyas* (coleóptero) no município Matias Barbosa (Minas Gerais), por causa de sua atração à luz artificial próxima da região de sua ocorrência. Entretanto, eles indicam que a luz artificial “atrai os adultos e interfere no forrageamento, na busca de parceiros e em outros comportamentos naturais, além de aumentar a mortalidade por deixá-los mais expostos a predadores, atropelamentos e manipulação humana”.

Estudo realizado por Manfrim e Pelli (2019), com insetos da espécie *Phibalosoma phyllinum*, verificaram, em condições controladas de exposição à luz artificial, que essa espécie apresentou redução significativa na taxa de eclosão quando expostas à essa luz. Segundo os autores, o sistema nervoso central foi diretamente afetado pela luz, causando assim, desorientação com o ciclo dia e noite e influenciando em fatores neuro-hormonais, mudanças na habilidade de orientação, reprodução, migração e comunicação.

Outras espécies não são atraídas pela luz artificial, podendo ser indicadas como espécies bioindicadoras de poluição luminosa. Se enquadra nesse caso, a espécie *Bicellonycha lividipennis*, onde Santos, (2013), a indica como bioindicadora por ela não ser sensível à luz de sódio (luz comum na iluminação pública). Os autores corroboram que essa ausência de efeito da luz sobre essa espécie é, provavelmente, devido ao início da atividade da espécie ocorrer ainda quando há forte iluminação crepuscular.

De acordo com Instituto de Astrofísica das Canárias, ao reduzirmos a poluição luminosa, teríamos como consequência, vários benefícios, os quais seriam: diminuição do desperdício de luz, proteger o meio ambiente noturno, reduzindo as perturbações aos habitats naturais, maior segurança no tráfego noturno, melhorar a visibilidade das observações astronômicas, e diminuir o risco de doenças causados pelas emissões de luzes (NUNES; DOURADO, 2017).

Para minimizar a poluição luminosa pode-se utilizar de filtros para absorver os feixes de luz indesejáveis de uma lâmpada, evitando a atração que a luz exerce sobre algumas espécies de insetos. Para melhor visualização do céu noturno, o posicionamento correto da lâmpada evitaria a dispersão da luz para o céu e a escolha de lâmpadas de baixo consumo, evitaria o desperdício de energia e a iluminação excessiva (BARGHINI, 2010).

Dessa maneira, os estudos dos efeitos da poluição luminosa sobre os insetos reportam indícios de que os efeitos desse tipo de poluição precisam ser mais bem compreendidos, sendo um campo de pesquisa emergente, visto que seus efeitos indicam preocupações ambientais sobre biodiversidade de insetos, especialmente aqueles atraídos por esse tipo de luz.

4 CONCLUSÃO

Os insetos possuem um sistema de visão tri ou tetracromático. Esse tipo de sistema é definido a partir da estrutura biológica de seus cromatóforos. Estudos reportam que a sensibilidade para eles perceberem mais espectros de ondas luminosas favorecem a sua adaptabilidade no meio por permitir que eles se contrastem melhor com as cores de flores e folhas.

A poluição luminosa pode atrair insetos com ototaxia positiva à luz artificial e acarretar problemas ecológicos, como aqueles relacionados ao desenvolvimento, reprodução, orientação, forrageio e hábito do inseto e; socioambientais, como aparecimento de insetos considerados pragas ou como agentes vetores de patógenos humanos.

Os efeitos da luz artificial ainda são pouco estudada pela ecologia. Dessa maneira, estudos de biomonitoramento para analisar e diagnosticar os efeitos dessa poluição sobre as diferentes espécies, ao nível de população e de ecossistema, precisam ser fomentados para conhecimento mais amplo das suas consequências e, conseqüentemente, possíveis tomadas de decisões socioambientais.

REFERÊNCIAS

BARGHINI, A. **Influência da iluminação artificial sobre a vida silvestre: técnicas para amenizar os impactos, com especial enfoque sobre os insetos.** (Tese em Ecologia). Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências. São Paulo, 243 f. 2008.

BARGHINI, A.; MEDEIRO, B. A iluminação artificial e o impacto sobre o meio ambiente. **Brazilian Journal of Environmental Sciences** (Online), n. 5, p. 5-15, 2006.

BARGHINI, A.; MEDEIROS, B. A. S. Artificial Lighting as a Vector Attractant and Cause of Disease Diffusion. **Environmental Health Perspective**, 2010, v. 118, n. 11, p. 1503-1506. 2010.

BRISCOE, A. D.; CHITTKA, L. The evolution of color vision in insects. **Annual Review of Entomology**. V. 46, p. 471–510, 2001.

COELHO, M. S.; RODRIGUES, V. S.; BARBOZA, J. B.; XAVIER, L. M. S.; ARAÚJO, J. R. E. S.; CARTAXO, P. H. A.; SILVA, J. H. B.; BULHÕES, L. E. L.; SANTOS, J. P. O. Ecology, population monitoring and faunistic analysis of insects: **A review. Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 9, p. 82-88, 2021.

FERREIRA, F. O.; SOUZA, T. S. **Comparação do Impacto de Dois Diferentes Tipos de Iluminação Artificial em Insetos Noturnos no Município de São Roque – SP.** Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus São Roque, 2019.

GARGAGLIONE, S. Poluição luminosa e a necessidade de uma legislação. **Com ciência**, n. 112, p. 1-5. 2009.

HENRIQUES, A. SANTOS, J.; TELES, C. PoLumInset: **Influência da Poluição Luminosa nos Insetos. 2019.** Disponível em: <<http://dsr.nuclio.pt/wp-content/uploads/2019/07/Poluicao-Luminosa-Insetos.pdf>>. Acessado em 6 de out. de 2022.

HONKANEN, A.; IMMONEN, E.; SALMELA L.; HEIMONEN, K.; WECKSTRÖM, M. Insect photoreceptor adaptations to night vision. **Philosophical Transitions of the Royal Society B**, v. 372: 20160077, 2017.

LUZZI, J. R.; MACIEL, T. T.; BARBOSA, B. C. Ocorrência de *Megasoma gyas gyas* (Herbst, 1785) (Coleoptera: Scarabaeidae) em perímetro urbano. **Entomotropica**, v. 31, n. 8, p. 60-63, 2016.

MANFRIM, T.; PELLI, A. Impacto da poluição luminosa na eclosão de *Phibalosoma phyllinum* Gray, 1835 (Bicho-Pau) em condições de laboratório. **Acta Biologica Brasiliensia**, v. 2, n. 2, p. 16-24. 2019.

MARINS, D. P. A.; VALE, C. C.; SILVA, M. R.; ALVAREZ, C. E. **Poluição luminosa: compilação de estudos científicos que comprovam que a luz excessiva das cidades interfere nos seres vivos.** Geografia Física e as Mudanças Globais, Fortaleza, junho, 2019. Disponível em: <<http://www.editora.ufc.br/images/imagens/pdf/geografia-fisica-e-as-mudancas-globais/241.pdf>>. Acesso em: 20 de ago. 2021.

MARQUES, O. M.; AZEVEDO, R. L.; GIL-SANTANA, H. R.; Valverde, J.; Machado, R. C. R. *Cephus siccifolius*, praga de essências florestais, no estado da Bahia. **FLORAM**, v. 11, n. 1, p. 66-69, 2004.

NUNES, I.; DOURADO, L. Poluição luminosa e educação ambiental: um estudo de caso em Camarate, Lisboa. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 24, p. 23-43, 2017.

OLIVEIRA, F. A.; LANGHI, R. **Uma proposta de ensino de astronomia por meio da abordagem temática: poluição luminosa como tema.** In: I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 2011, Rio de Janeiro. Disponível em: Microsoft Word - CP17_ATAS_fabiana_langhi - 1 (usp.br). Acesso em: 01 de set. 2021.

OWENS, A. C. S.; LEWIS S. M. The impact of artificial light at night on nocturnal insects: A review and synthesis. **Ecology and Evolution**. Department of Biology, Tufts University, Medford, Massachusetts, p. 11337-11358, jul., 2018.

REIS, L. D. E. **A luz artificial a noite em parques urbanos afeta os morcegos ou as presas de morcegos?** Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília, 84 f. 2019.

SANTOS, R. M. **Vaga-lumes bioindicadores de poluição luminosa e riqueza de espécies em áreas naturais da Serra de Paranapiacaba e em áreas urbanizadas.** Dissertação (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 116 f. 2013.

SINGH S.; DHYANI, S.; KOKATE, P.; CHAKRABORTY, S.; NIMSADKAR, S.; Deterioration of World Heritage Cave Monument of Ajanta, India: Insights to Important Biological Agents and Environment Friendly Solutions. **Heritage**. v. 2, p. 2545-2554, 2019.

TAVARES, P. L.; CAMPOS, F. P.V.; TAVARES, A. M. **Dispositivo de iluminação artificial em câmara climatizada para criação de insetos.** In: XXI Congresso Brasileiro de Automática - CBA2016 UFES, Vitória - ES, 3 a 7 de outubro. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1064539/1/CBA20160883.pdf>. Acesso em: 06 de out. de 2022.

WANG, L. Y., STUART-FOX, D., WALKER, G. Insect visual sensitivity to long wavelengths enhances colour contrast of insects against vegetation. **Scientific Report**, v. 12, n. 982, 2022.

Educação ambiental: uma proposta metodológica para projetos integrados de desenvolvimento territorial

Rosane Aparecida Barbosa Nunes ^{a,*}, Juliana de Mendonça Casadei ^b, Maria Carolina Fenelon Filártiga ^c, Luciana Ferreira Mecchi ^d, Dolores Pereira Ribeiro Coutinho ^e

^a Prefeitura Municipal de Campo Grande. Rua Antônio Oliveira Lima, n.28, Campo Grande – MS, 79003-100.

^b Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Local da Universidade Católica Dom Bosco (PPGDL/UCDB). Av. Tamandaré, 6000 - Jardim Seminário, Campo Grande - MS, 79117-900

^c Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (Uniderp/Anhanguera). Rua Ceará, R. Miguel Couto, 333, Campo Grande - MS, 79003-010.

^d Unidade Gestora do Programa (UGP). Rua Antônio Oliveira Lima, n.28, Campo Grande – MS, 79003-100.

^e Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Local da Universidade Católica Dom Bosco (PPGDL/UCDB). Av. Tamandaré, 6000 - Jardim Seminário, Campo Grande - MS, 79117-900.

***Autor correspondente:** Rosane Aparecida Barbosa Nunes, Bacharel em Administração, Pós-graduada em Avaliação Imobiliária, Rua Antônio Oliveira Lima, n.28, Campo Grande – MS, 79003-100. rosaneabn@gmail.com.

Data de submissão: 31-08-2022

Data de aceite: 29-10-2022

Data de publicação: 17-11-2022



10.51161/editoraime/108/97



RESUMO

Introdução. A educação ambiental contribui para a população tomar conhecimento de seu papel no contexto local e global, visto que a inovação no planejamento e na execução de ações educativas permite ampliar possibilidades e oportunidades nessa área. O Município de Campo Grande-MS tem executado ações para a revitalização do centro da cidade, associadas à implementação de um programa de educação ambiental que visa fomentar a cidadania e a apropriação do espaço urbano pela população. O presente trabalho tem por objetivo apresentar um relato de caso, como proposta metodológica para o planejamento e execução de ações de educação ambiental integradas e de tipologias múltiplas. **Métodos.** Trata-se de um estudo de caso, realizado a partir de pesquisa bibliográfica e documental. **Resultados.** O programa de educação ambiental desenvolvido pode ser sistematizado em etapas, que estruturam todas as demais ações: o mapeamento dos órgãos e instituições que possuem atribuições de educação ambiental; a identificação dos principais aspectos ambientais relacionados às obras; a constituição de um grupo de trabalho; a elaboração conjunta de um plano de ação, definindo metas e cronograma; o compartilhamento de informações específicas a respeito das obras com os integrantes do grupo; e, por fim, o desenvolvimento de mecanismos de monitoramento da sua execução. As etapas descritas contribuíram para a estruturação de um programa, cujas ações educativas foram exitosas e se coadunam com a revitalização do território. **Conclusões.** O relato de caso apresenta uma proposta metodológica eficaz e reaplicável em projetos semelhantes, resguardadas as adaptações aos diferentes contextos e especificidades.

Palavras-chave: requalificação ambiental; revitalização de centros urbanos; metodologia; relato de caso; grupo de trabalho.

1 INTRODUÇÃO

A educação ambiental contribui sobremaneira para que a população tome conhecimento de seu papel no contexto local e global, incentivando a atuarem como atores sociais. Constituiu-se em um importante processo pelo qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente (BRASIL, 1999).

Neste sentido, segundo Guimarães (2020), meio ambiente, tal qual como a sociedade, não pode ser considerado apenas como o somatório das partes que o compõem, mas um conjunto complexo em que há interação dessas partes em inter-relação com o todo. Portanto, não há como idealizar e estruturar um programa de educação ambiental sem que essa complexidade seja considerada, inclusive em sua proposta metodológica.

A inovação no planejamento e na execução de ações de educação ambiental permite ampliar maior disposição de habilidades, criatividade e embasamento teórico-prático para que as soluções aos aspectos socioambientais relevantes à comunidade sejam alcançadas (LIMA, 2021).

Neste sentido, a educação ambiental é um contributo necessário e deve estar associada ao desenvolvimento de projetos que impactam a comunidade, e por este motivo, é recorrente sua inserção como medida mitigadora, tal como se evidencia na experiência de Campo Grande/MS.

O Município de Campo Grande, com financiamento do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, tem desenvolvido desde 2017 um Programa de Desenvolvimento Integrado com o propósito de promover a revitalização da área central, denominado Reviva Campo Grande, bem como ações e melhorias em mobilidade urbana, alinhado às propostas estabelecidas em um plano proposto para reversão dos processos de degradação da área central da cidade, o que inclui a perda dinamização econômica, da perda de população residente, de aspectos relacionados à paisagem e da qualidade ambiental (CAMPO GRANDE, 2009). As intervenções propostas se materializam fundamentalmente em obras de requalificação, as quais possuem relevantes aspectos ambientais, tais como os já identificados por Filártiga, Bolis, Casadei (2021).

Um dos critérios para a execução do programa de financiamento é a elaboração e execução de um Plano de Gestão Social e Ambiental, o qual propõe o desenvolvimento de um programa de educação ambiental com o propósito de fomentar a cidadania e a apropriação do espaço urbano pela população beneficiada com as intervenções, além disso, busca também compartilhar com os trabalhadores da região central e à população em geral o conhecimento, os valores e as atitudes necessárias para proteger e fazer bom uso dos equipamentos (GROEN, 2015).

Embora a reestruturação das cidades a partir do século XX tenha relativizado as funções

do centro da cidade, na literatura sempre teve destaque a manutenção da sua importância urbana (SILVA, 2020). O centro da cidade possui múltiplas funções, formas de ocupação e normalmente atrai usuários e frequentadores de todas as demais regiões das cidades, convergindo com uma ideia de diversidade de públicos e vieses a serem abarcados em qualquer intervenção nele proposto. Converte, portanto, com a complexidade do programa de financiamento, em suas diversas áreas de abrangência e objeto das intervenções, complexificando ainda mais a proposta de um programa continuado de educação ambiental.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar um relato de caso, como proposta metodológica para o planejamento e execução de ações de educação ambiental integradas e de tipologias múltiplas, associadas a um programa de desenvolvimento territorial, a partir do caso da requalificação do centro de Campo Grande-MS.

2 RELATO DE CASO

O presente relato de caso foi desenvolvido a partir de consulta bibliográfica e documental, tendo como aporte principal documentos, tais como planos, programas, projetos, normativos e relatórios do Programa de Desenvolvimento Integrado do Município de Campo Grande, denominado Reviva Campo Grande, também foram realizadas visitas técnicas, atividades educativas e reuniões de planejamento.

Os dados secundários utilizados para o estudo foram obtidos junto à Unidade Gestora do Programa - UGP, constituída por decreto municipal em âmbito da Subsecretaria de Gestão e Projetos Estratégicos, organismo integrante da estrutura administrativa da Prefeitura de Campo Grande, em articulação com outros órgãos ou entidades vinculadas ao município. A UGP é responsável pela coordenação, monitoramento e execução das atividades do Programa, além do gerenciamento físico, financeiro e contábil do contrato de empréstimo firmado entre o Município e o organismo multilateral.

Um dos documentos norteadores para a investigação foi o Plano de Gestão Ambiental e Social do Reviva Campo Grande, o qual identifica e propõe critérios, procedimentos e ações operacionais e institucionais visando à condução das ações para a sustentabilidade socioambiental, e foi desenvolvido em consonância e, para atendimento, das Políticas de Salvaguardas Ambientais do BID, especialmente a OP-703 (GROEN, 2015). Neste documento estão previstas as medidas adotadas para mitigar ou potencializar os impactos ambientais (negativos ou positivos) decorrentes das intervenções propostas no programa de financiamento no que tange à educação ambiental. Portanto, o Plano apresenta como uma das suas medidas mitigadoras um Programa de Educação Ambiental (PEA) específico para execução durante as obras de requalificação da região central, que é o objeto de estudo do presente relato.

Trata-se de trabalho de caráter qualitativo, oferecendo respostas a questões específicas dentre os fenômenos humanos, conforme descreve Minayo (2009), a partir de um estudo de caso, descrito por Marques et al. (2017) como uma investigação a partir da

qual é possível generalizar os resultados por meio da associação lógica e da argumentação fundamentada.

A partir de uma análise da metodologia aplicada para o desenvolvimento do Programa de Educação Ambiental em estudo, é possível sistematizá-lo em algumas etapas-chave, que estruturam todas as ações, tais como: o mapeamento dos órgãos da Prefeitura e instituições externas que possuem atribuições ligadas à educação ambiental, em concordância com as áreas de interface das intervenções previstas no Reviva Campo Grande; a identificação dos principais aspectos ambientais relacionadas às intervenções e obras, bem como sua interface com a educação ambiental; a constituição de um grupo de trabalho (GT) oficializado por normativo municipal; a elaboração com metodologias participativas de um Plano de Ação, definindo metas e cronograma; o compartilhamento de informações específicas a respeito das obras e intervenções com os agentes multiplicadores, integrantes do GT, mediante palestras e visitas técnicas; e desenvolvido mecanismos de monitoramento da sua execução.

Para a execução das ações propostas no PEA, inicialmente foi composto um Grupo de Trabalho Multidisciplinar no âmbito da Prefeitura Municipal de Campo Grande, com os órgãos que possuem atribuições convergentes à educação ambiental, alinhado aos programas propostos no Plano de Gestão Social e Ambiental para mitigar os impactos socioambientais ocasionados pelas obras centro, para o qual foi elaborado um Plano de Implementação do PEA, considerando três vertentes: educação ambiental e cidadania; educação patrimonial; e educação para o trânsito (CAMPO GRANDE, 2021).

As instituições e organismos eleitas para compor o GT foram mapeadas, tendo-se identificado a necessidade de considerar representantes da: Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano (PLANURB); Secretaria Municipal de Educação (SEMED); Secretaria Municipal de Cultura e Turismo (SECTUR), Agência Municipal de Transporte e Trânsito (AGETTRAN); e da CG SOLURB Soluções Ambientais, além da Unidade Gestora do Programa (UGP), a qual manteve a coordenação do grupo (CAMPO GRANDE, 2021).

Foram identificadas nos projetos de requalificação como necessidades prementes e, conseqüentemente, propostas ações específicas relacionadas ao: (I) desenvolvimento de ações de mobilização social para a educação ambiental; (II) capacitação/ sensibilização das instituições envolvidas no projeto para gestão ambiental integrada; (III) capacitação/ formação de agentes institucionais (professores, técnicos, líderes comunitários, agentes comunitários de saúde, agentes de saúde ambiental, dentre outros) para educação ambiental; (IV) produção de material educativo e de divulgação; (V) atividades diversas de educação ambiental, buscando incentivar a conscientização acerca da importância da cidadania no planejamento e desenvolvimento de ações que visem assegurar a preservação do meio ambiente (CAMPO GRANDE, 2021).

Portanto, para materializar os resultados pretendidos e oficializar a constituição do trabalho coletivo e integrado, foi constituído do GT por intermédio de um normativo municipal, o Decreto n. 14.747, de 24 de maio de 2021, e, na sequência, designados os seus membros por decretos de pessoal específicos.

Com o grupo constituído, foi elaborado um Plano de Ação, denominado de Plano de Implementação do Programa de Educação Ambiental (PIPEA), considerando incorporar as ações do PEA nas rotinas de atividades já existentes nas instituições e organismos integrantes do GT, considerando para tanto os meios que possuem para execução das atividades educativas.

Sendo assim, foram propostos o detalhamento das ações apresentadas no PEA, com o intuito de propor as atividades necessárias para o cumprimento de cada ação, o respectivo público-alvo, o descritivo da metodologia utilizada, as metas, o período e a periodicidade de realização, bem como os meios de comprovação e os respectivos responsáveis (CAMPO GRANDE, 2021).

Ainda nas fases preparatórias, os integrantes do GT tiveram amplo conhecimento e aprofundamento técnico a respeito das intervenções pretendidas, seus impactos negativos e positivos, mediante palestras e reuniões com a coordenação do Reviva e a equipe técnica responsável pela execução das obras. Também foram realizadas visitas técnicas nas frentes de obra para complementar a construção do saber coletivo (Figura 1).

Figura 1: Visita técnica nas obras de requalificação com o GT de Educação Ambiental



Fonte: Nunes (2021)

Das atividades desenvolvidas pelo grupo, apenas para exemplificar a diversidade de temas e formas de abordagens, destacamos as intervenções teatrais, musicais, palestras, *city tour* informativo e abordagens da população, voltadas para os diversos temas trabalhados

no GT (Figura 2). Além disso, destacamos a produção de material de comunicação das próprias ações, com destaque para os impressos específicos para tratar da arborização urbana implementada no centro, as mudanças na forma da coleta de resíduos, e a produção de um caderno temático para alunos do 6° ao 9° ao ano das escolas municipais a respeito das transformações no espaço público em âmbito da disciplina de geografia (Figura 3).

Adicionalmente, as diferentes habilidades, experiências e, inclusive, competências e atribuições dos atores envolvidos no GT constituem uma maneira mais assertiva para o planejamento e execução das ações, conforme enfatizou Lima (2021), dada a abrangência das intervenções e múltiplas vertentes do programa de desenvolvimento integrado.

Figura 2: Atividades executadas: educação para o trânsito (A, B e C), intervenções culturais (D e E), intervenções turísticas (F e G) e arborização urbana (H)



Fonte: adaptado de Nunes (2021)

Figura 3: Materiais educativos e de comunicação desenvolvidos

Fonte: adaptado de Nunes (2021)

Em outro aspecto, da análise dos relatórios de atividades do GT pode-se verificar que, no contexto de pandemia, foram adotadas algumas soluções tecnológicas tanto para o desenvolvimento de algumas das práticas de EA previstas no plano de ação, quanto para a própria dinâmica do GT. Contudo, nos momentos mais restritivos da pandemia, com a necessária aplicação do isolamento social, esses recursos foram significativos para a manutenção do desenvolvimento das atividades previstas no programa de educação ambiental, quanto na própria dinâmica do GT (Figura 4).

Figura 4: Reuniões do grupo

Fonte: Nunes (2021)

3 DISCUSSÃO

Campo Grande, capital de Mato Grosso do Sul, localiza-se na região Centro-Oeste, e possui uma população estimada em 2021 de 916.001 habitantes, distribuída em uma cidade espalhada. Ainda que o município seja considerado altamente urbanizado, com uma taxa de urbanização de 98,66%, esse perfil de desenvolvimento horizontal produziu uma densidade demográfica de 97,22 hab/km² (PLANURB, 2022).

Embora a formação de uma vila tenha se iniciado nos idos de 1872, a expansão da cidade deu início a partir de 1914, com a chegada da estrada de ferro (PLANURB, 2022). Mas, nas últimas décadas, o centro da cidade tem perdido o protagonismo nos processos de desenvolvimento da cidade, especialmente nesse modelo de expansão urbana periférica.

Os principais aspectos ambientais relacionados às obras de requalificação consideram melhorias na qualidade ambiental da região central da cidade, com a substituição e ampliação da oferta de infraestruturas de saneamento básico antigas ou inexistentes; o plantio de árvores na região menos arborizada da cidade; a conversão do atual modelo de coleta de resíduos para a coleta mecanizada; a utilização de infraestruturas verdes; promoção de acessibilidade e melhorias em mobilidade urbana, convertendo a região em uma área de trânsito calmo; o resgate dos valores culturais, especialmente a importância histórica da região central; dentre outros aspectos (UGP, 2021).

Considerando portanto as transformações pretendidas com as intervenções físicas, o propósito descrito nos documentos do programa apresentaram como relevantes atingir alguns resultados, especialmente relacionados à: encorajar a proteção e manutenção do meio ambiente urbano; sensibilizar a população quanto ao impacto e riscos do manejo inadequado dos resíduos sólidos, bem como orientar e padronizar o seu correto encaminhamento; sensibilizar a comunidade quanto ao uso racional e à preservação dos recursos naturais e à correção dos processos degenerativos da qualidade de vida (poluição do ar, água e solo); e subsidiar ações que levem ao envolvimento de todos os segmentos sociais e o reconhecimento de sua pluralidade e diversidade cultural (GROEN, 2015).

De um modo geral, a partir do presente relato, denota-se a importância do planejamento e execução das atividades a partir de uma proposta coletiva que se amolda ao próprio entendimento exarado na literatura relacionada à educação ambiental, em que o saber se constrói socialmente e é caracterizado pela multidisciplinaridade da estrutura, interdisciplinaridade da linguagem e transdisciplinaridade na ação (PEDRINI, 2011). Os ensinamentos de Lima (2021) reforçam que as práticas de educação ambiental exigem o envolvimento de uma diversidade de atores sociais para o empoderamento e a participação ativa e cidadã de grupos e indivíduos, o que reforça a constituição do GT no modelo estudado.

Igualmente, Pedrini (2011) ressalta a necessidade de ampliar as discussões sobre as intervenções em educação ambiental, inclusive sobre as práticas não-formais, de modo a aferir sua eficácia ou eficiência, muitas vezes desconhecidas pela ausência de

avaliações. Portanto, consideramos que uma abordagem sobre a metodologia adotada para o planejamento e execução do programa de EA em análise possa contribuir com um diálogo entre as práticas realizadas e o arcabouço teórico ainda em consolidação. Observa-se que essas ações foram consideradas fundamentais no processo de mobilização e sensibilização da população referente às fases de implantação e operação dos componentes do Reviva Campo Grande, com relação à correta gestão ambiental (NUNES, 2021).

De fato, os avanços em tecnologia já são considerados essenciais para o desenvolvimento de práticas educativas, pois possibilitam a utilização de inúmeros recursos de maneira rápida e atraente (PELANDA, 2021).

Portanto, este trabalho apresenta um passo a passo metodológico para executar um programa de educação ambiental concomitante à realização de intervenções urbanas impactantes, tendo como propósito contribuir com o planejamento de ações cuja responsabilidade perpassa as atribuições de diversos atores locais. Os resultados obtidos com as ações educativas em si, embora importantes e satisfatórios, não são objeto deste estudo, mas merecem ser aprofundados em pesquisa específica.

4 CONCLUSÃO

A partir do presente relato de caso é possível verificar uma proposta metodológica eficaz de planejamento e execução de ações de educação ambiental considerando uma proposta integrada e de múltiplas tipologias, que representam a complexidade de atuação de um programa de desenvolvimento territorial.

O estudo de caso sobre o roteiro metodológico para desenvolver as ações educativas associadas à execução de obras de requalificação do centro de Campo Grande-MS permite sua reaplicação em projetos semelhantes, resguardadas as necessárias adaptações aos diferentes contextos e especificidades identificadas.

Por fim, considera-se de grande relevância a educação ambiental concomitante ao desenvolvimento de obras desta natureza em centros urbanos e sugere-se que os resultados das ações educativas sejam objeto de pesquisas específicas.

REFERÊNCIAS

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. **Dou**. Brasília, 28 abr. 1999.

CAMPO GRANDE. **Plano Local para as Zonas Especiais de Interesse Cultural do Centro – ZEIC's Centro**: Diagnóstico. Campo Grande: Organura/Planurb, 2009.

CAMPO GRANDE. **Plano de Implementação do Programa de Educação Ambiental**. Campo Grande: UGP, 2021.

GROEN, Engenharia e Meio Ambiente. **Relatório de Avaliação Ambiental e Plano de Gestão Ambiental e Social**: Programa de Desenvolvimento Integrado do Município de Campo Grande – Viva Campo Grande, 2ª Etapa. Campo Grande: Prefeitura Municipal de Campo Grande / GROEN, 2015.

FILÁRTIGA, M. C. F.; BOLIS, A. A.; CASADEI, J. M. (Re)Arborização de Centros Urbanos: infraestruturas verdes no combate às mudanças climáticas. *In*: Congresso Internacional de Direitos Humanos, 18., 2021, Campo Grande. **Anais** [...]. Campo Grande: UFMS, 2021. p. 856

GUIMARÃES, M. Abordagem relacional como forma de ação. *In*: _____. (org.). **Caminhos da educação ambiental**: da forma à ação. Campinas: Papirus Editora, 2020. p. 9-16.

LIMA, A. L. **Educação Ambiental**: perspectivas para uma prática integradora. Curitiba: Editora InterSaberes, 2021.

MARQUES, H. R.; MANFROI, J.; CASTILHO, M. A.; NOAL, M. L. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico**. 5ª ed. Campo Grande: UCDB, 2017.

MINAYO, M. C. S. O desafio da pesquisa social. *In*: MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu (orgs). **Pesquisa social**: Teoria, método e criatividade. 28 ed. Petrópolis: Vozes, 2009. p.9-29

NUNES, R. A. B. **Relatório Semestral**: Atividades do Programa de Educação Ambiental. v.1. Campo Grande: UGP, 2021.

PEDRINI, A. G. **Educação ambiental**: reflexões e práticas contemporâneas. Petrópolis: Vozes, 2011.

PELANDA, A. M. **Educação ambiental**: construindo valores humanos através da educação. Curitiba: InterSaberes, 2021.

PLANURB, Agência Municipal de Meio Ambiente e Planejamento Urbano. **Perfil Socioeconômico de Campo Grande**. 29. ed. Campo Grande: PLANURB, 2022.

SILVA, W. R. MEMORY AND CENTRALITY IN RESENDE. **Mercator**, v. 19, n. 6, p. 1-13, 15 jun. 2020.

UGP, Unidade Gestora do Programa. **Aspectos Ambientais da Requalificação do Microcentro**: Programa de Desenvolvimento Integrado do Município de Campo Grande - Viva Campo Grande II. Campo Grande: UGP, 2021.

Biogás como solução para o aproveitamento energético de Resíduos orgânicos

Leonardo Pereira Lins^a, Henrique Cesar Almeida^b, Janine Padilha Botton^a.

^a Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade (PPGIES), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Unidade Almada - Av. Tancredo Neves, 3838. Bairro Porto Belo, Foz do Iguaçu-PR, Brasil.

^b Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Av. Tancredo Neves, 6731. Bairro Itaipu, Foz do Iguaçu-PR, Brasil.

***Autor correspondente:** Leonardo Pereira Lins, Mestre, Rua Antônio Francisco de Matos, 191, Jd. Marisa, Foz do Iguaçu-PR. 45-99923 9004; linsleo@gmail.com.

Data de submissão: 19-09-2022

Data de aceite: 07-11-2022

Data de publicação: 25-11-2022

RESUMO

Introdução: A demanda energética vem aumentando nos mais diferentes setores da sociedade, levando à necessidade de se buscar novas fontes de energia, principalmente se estas forem renováveis. Em consequência ao aumento da demanda energética tem-se o acréscimo no consumo de fontes energéticas resultando na geração de resíduos. Entretanto, existem diversos tratamentos que auxiliam na diminuição da poluição causada pela disposição desses resíduos no meio ambiente. Um sistema que tem ganhado destaque é o de digestão anaeróbia, que além de reduzir a carga orgânica, produz o biogás, que é rico em metano, possui alto poder calorífico, e conseqüentemente potencial energético. **Métodos:** Para mensurar esse potencial foi utilizado um ensaio laboratorial (Potencial Bioquímico Metanogênico– PBM), este apresenta o potencial teórico da produção de biogás e metano de um determinado resíduo. Neste capítulo, diversos dados coletados da literatura que versa sobre resíduos orgânicos gerados no Brasil foram submetidos à análise de PBM, sendo: cama de aves (avicultura de corte); dejetos de bovinocultura leiteira; bagaço de malte (BM) – cervejarias; e restos de frutas e hortaliças (RFH) – resíduos sólidos orgânicos. **Resultados:** A análise de PBM reforçou a potencialidade energética dos resíduos analisados. A potencialidade de geração de energia elétrica e térmica ($MWh.t^{-1}$) e de biometano ($m^3.t^{-1}$) foram, respectivamente, 39,1, 83,8 e 11,6 para cama de frango, 28,8, 61,7 e 82,2 para BM, 12,8, 27,5 e 36,6 para RFH e de 2,3, 4,9 e 6,6 para dejetos bovinos. **Conclusão:** Observou-se que o potencial energético avaliado é elevado, podendo ser obtido em diversos setores agrícolas e industriais.

Palavra-chave: Energias renováveis; Metano; Potencial metanogênico bioquímico; Resíduos.

1 INTRODUÇÃO

A demanda por energia vem aumentando a cada ano, seja elétrica, térmica, de combustíveis líquidos, e outros tipos, tanto para uso industrial, comercial e residencial. O consumo energético nas cidades e no campo está em constante crescimento (LINS *et al.*, 2019). Conseqüentemente, a geração de resíduos, sejam eles, gasosos, líquidos ou sólidos aumentam proporcionalmente. Por conta disso, quando não tratados ou destinados incorretamente, podem ser responsáveis por impactos ambientais negativos, gerando por consequência passivo ambiental para as empresas.

Um tipo de resíduo que é gerado, tanto em atividades industriais quanto comerciais, é o resíduo orgânico. Esse tipo de resíduo, dependendo de sua origem e características, pode conter uma alta carga orgânica e que para sua estabilização, demanda de grandes áreas e de processos de tratamento específicos (GUO *et al.*, 2021).

Contudo, há um sistema de tratamento para esse tipo de resíduo que além de evitar impactos ambientais negativos, pode ser um aliado no atendimento das demandas e transições energéticas para combustíveis menos poluentes. Trata-se da digestão anaeróbia que tem por objetivo reduzir a carga orgânica de um determinado material (denominado de substrato), e como resultado desse processo, tem-se a geração de dois produtos principais, o biogás e o digestato. O biogás, por exemplo, é uma mistura gasosa composta por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), além de outros gases como o oxigênio (O_2), o sulfeto de hidrogênio (H_2S) e a amônia (NH_3) (SILVA e MEZZARI, 2019). E em função das suas características e poder calorífico inferior (PCI) do metano, *é possível utilizá-lo* para geração de energia elétrica, térmica e por meio de sua purificação, obter o biometano que pode ser usado como combustível veicular. Com projetos adequados, é possível substituir combustíveis não renováveis, como por exemplo o carvão, por biogás e o diesel por biometano. O foco desta pesquisa é a avaliação do potencial de produção de biogás a partir de resíduos orgânicos oriundos de atividades agropecuárias e industriais.

Os resíduos provenientes de atividades da pecuária, de agroindústrias, de CEASA's (Centrais de Abastecimento) que são os resíduos sólidos orgânicos (RSO), de indústrias de alimentos e bebidas, entre outros, são altamente passíveis de utilização para o aproveitamento energético se empregados em sistemas anaeróbios para tratamento.

Essa pesquisa tem por objetivo fazer uma revisão de literatura buscando os resultados de ensaios de Potencial Bioquímico Metanogênico (PBM) dos resíduos: cama de frango, bagaço de malte, resíduos de frutas e hortaliças e dejetos de bovinocultura leiteira. São *resíduos com* características diferentes, mas são encontrados no Brasil e podem servir e contribuir para o atendimento da demanda energética das regiões onde está disponível.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado baseando-se em resultados da estimativa do potencial de

produção de biogás, realizados por meio do ensaio laboratorial denominado de Potencial Bioquímico de Metano (PBM) o qual quantifica a produção de biogás e metano de uma determinada amostra, apresentados pela literatura e publicações específicas sobre o assunto. Este estudo utiliza os procedimentos descritos para os ensaios de Sólidos Totais (ST), Sólidos Fixos (SF) e Sólidos Voláteis (SV), conforme *Standard Methods for the examination of water and wastewater – 2017*, e o PBM quantificado segundo a norma alemã *VDI 4630 – 2016*.

Com base nos valores apresentados nas publicações, de ST e SV e do PBM e utilizando os dados de produção de cada resíduo, foi possível estabelecer o potencial de produção de biogás e metano por tonelada de amostra fresca, o que simplifica na criação de cenários e estimativa da produção e do potencial energético de cada atividade.

Para este estudo foram avaliados e escolhidos os resíduos de (i) bagaço de malte – resíduo oriundo do processo de fabricação de cerveja, (ONUDI *et al.*, 2022); (ii) dejetos de bovinocultura leiteira – resíduo oriundo da criação de gado confinado para produção de leite, considerando 25 kg de dejetos por animal de 453 kg com confinamento de 12 horas por dia (CIBIOGÁS, 2019); (iii) resíduos de frutas e hortaliças (RFH) – resíduo oriundo de CEASAs, (EDWIGES *et al.*, 2017); (iv) cama de frango do 5º lote – resíduo oriundo da criação de aves de engorda em confinamento (CIBIOGÁS, 2020).

A fim de caracterizar cada resíduo, abaixo são apresentadas informações sobre cada tipo de substrato.

- (i) Carne de Frango: Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o alojamento de matriz de corte (aves) no ano de 2021 foi de 55.632.929 de cabeças, valor superior à 0,5% se comparado ao ano de 2020 e 19,5% ao ano de 2010. O que corresponde a uma produção de carne de frango em 2021 de 14,329 milhões de toneladas, valor superior à aproximadamente 3,5% em relação ao ano de 2020, e 17,2% ao ano de 2010. Sendo que os estados da região Sul são os que mais abatem frango no país – 35,54% Paraná, 14,89% Santa Catarina e 13,65% Rio Grande do Sul (ABPA, 2022). Ou seja, considerando que um frango de corte gera cerca de 1,75 kg de cama (SANTOS, LUCAS JR. e SAKOMURA, 2005), a produção total no Brasil desse resíduo foi de 97,3 mil toneladas.
- (ii) Cervejarias: A indústria cervejeira corresponde a 1,6% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, com um faturamento de 107 bilhões de reais, e uma produção de 14,1 bilhões de litros de cerveja (CERVBRASIL, 2022). Tem no bagaço de malte (BM) seu principal resíduo, gerando em média 20 kg L⁻¹ de cerveja produzida (KAVALOPOULOS *et al.*, 2021). Ou seja, tem-se uma produção anual de bagaço de malte de 2,820 milhões de toneladas.
- (iii) Gado de leite: Em 2020 o efetivo de vacas ordenhadas foi de 16,2 milhões de animais, com uma produção total de 35,2 milhões de litros de leite, valor superior a 1,5% em relação a 2019. As Regiões Sudeste e Sul correspondem a mais de 68% da

produção nacional (IBGE, 2020). A produção de dejetos por animal (considerando um peso de 453 kg e confinamento de 12 horas por dia é de aproximadamente 25 kg por dia por animal (CIBILOGÁS, 2019). Com base nessas informações pode-se inferir que a produção total de dejetos em um ano é de 405 mil de toneladas.

- (iv) Resíduos Sólidos Orgânicos (RSO): Os resíduos orgânicos são compostos basicamente por restos de alimentos, hortaliças e outros produtos processados ou *in natura*. Cerca de 50% do resíduo sólido urbano (RSU) gerado são resíduos orgânicos. Esses resíduos são encaminhados, na maioria das vezes a aterros sanitários, controlados ou lixões (EMBRAPA, 2022). Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) no ano de 2020 foram gerados cerca de 82,5 milhões de toneladas de RSU (ABRELPE, 2021), logo a geração de RSO foi de aproximadamente 41 milhões de toneladas.

As publicações avaliadas possuem os dados necessários para a quantificação do potencial de produção de energia elétrica, térmica, biometano e equivalência energética em óleo diesel.

O potencial de geração de energia elétrica foi obtido por meio da equação 1, que consiste na multiplicação do volume de biogás produzido, pelo valor do poder calorífico inferior (PCI), pela porcentagem de metano presente na amostra e pelo valor da eficiência do motor na conversão de biogás em energia elétrica.

$$\text{Energia elétrica} = \text{VB} \times \text{PCI} \times \% \text{CH}_4 \times \text{Ef} \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

Energia elétrica = potencial de energia elétrica gerada (kWh t⁻¹).

VB = Volume de biogás produzido (m³ t⁻¹).

Poder Calorífico Inferior – PCI (metano) = 9,268 kWh m³ (dados: 33,365 MJ m³ e 1 MJ = 0,2278 kWh) ver tabela 5, NBR 15.213 (NBR, 2008).

% CH₄ = porcentagem de metano presente na amostra

Ef = Eficiência de conversão do motor, utilizando 42% (FNR, 2010).

O potencial de geração de energia térmica foi obtido por meio da equação 2, que consiste na multiplicação do volume de biogás produzido, pelo PCI, pela porcentagem de metano presente na amostra e pelo valor da eficiência de queimadores na conversão de biogás em energia térmica.

$$\text{Energia térmica} = \text{VB} \times \text{PCI} \times \% \text{CH}_4 \times \text{Ef} \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

Energia térmica = potencial de energia elétrica gerada (kWh t⁻¹).

VB = Volume de biogás produzido ($\text{m}^3 \text{t}^{-1}$).

Poder Calorífico Inferior – PCI (metano) = $9,268 \text{ kWh m}^3$ (dados: $33,365 \text{ MJ m}^3$ e $1 \text{ MJ} = 0,2278 \text{ kWh}$) ver tabela 5, NBR 15.213 (NBR, 2008).

% CH_4 = porcentagem de metano presente na amostra

Ef = Eficiência da caldeira a gás, 90% (Brasil, 2015).

O potencial de geração de biometano foi obtido por meio da equação 3 que consiste na multiplicação do volume de biogás produzido, pela porcentagem de metano presente na amostra, dividido pela concentração mínima exigida pela norma vigente da ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis).

$$\text{Biometano} = \text{VB} \times \% \text{CH}_4 / \% \text{CH}_4 \text{ ANP} \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

Biometano = potencial de geração de biometano ($\text{m}^3 \text{t}^{-1}$).

VB = Volume de biogás produzido ($\text{m}^3 \text{t}^{-1}$).

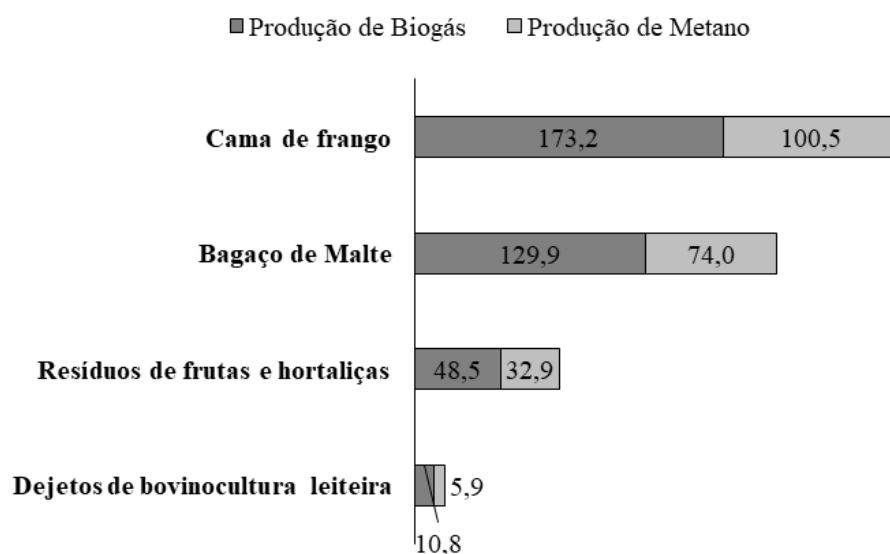
% CH_4 = porcentagem de metano presente na amostra

% CH_4 ANP = 90% - Concentração CH_4 mínima exigida pela Resolução nº 685/2017 ANP (ANP, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na estimativa de volume de biogás e metano gerados para cada resíduo, foi possível determinar seu potencial energético por tonelada de amostra fresca, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Produção de biogás e metano em metros cúbicos por tonelada de resíduo.



Observa-se que o maior potencial obtido foi para a amostra de cama de frango (5º lote), seguido por bagaço de malte, resíduos de frutas e hortaliças e por fim os dejetos de bovinocultura leiteira.

Entretanto, teoricamente, ao cruzar os valores apresentados na Figura 1 com os dados de características dos respectivos resíduos, observou-se que o potencial de produção de biogás para o resíduo de cama de frango é de aproximadamente 16,8 milhões m³, seguido de 366,1 milhões m³ para o bagaço de malte, 198,6 milhões m³ para RSO e por fim 4,3 milhões para bovinocultura leiteira. Isto resulta em um montante de 586 milhões m³ de biogás, somente para essas quatro atividades que são distintas e que existem em todas as regiões do país. A fim de comparação, somente na região Sul o potencial para resíduos sucroenergéticos, agroindustriais e de suinocultura de engorda é de 286, 200 e 633 milhões m³ de biogás, respectivamente (ONUUDI, *et al.*, 2020; ONUUDI, *et al.*, 2022a).

Porém, o objetivo é tratar dos resultados para que desde os pequenos até os grandes geradores de resíduos possam avaliar suas características e calcular teoricamente seu potencial energético. Com base nos resultados apresentados na Figura 1, foi possível determinar o potencial energético para produção de energia elétrica (MWh t⁻¹), energia térmica (MWh t⁻¹), biometano (m³ t⁻¹), a equivalência em diesel (L) e o custo evitado do diesel (R\$). Com base nas equações 1, 2, 3 e nos resultados do ensaio de PBM das amostras analisadas, foi possível realizar a quantificação do potencial de produção de biogás por tonelada de amostra. Os resultados podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 – Potencial energético por tonelada, dos resíduos avaliados.

Resíduos	Energia Elétrica (MWh t ⁻¹)	Energia Térmica (MWh t ⁻¹)	Biometano (m ³ t ⁻¹)	≡ Diesel (L t ⁻¹)	R\$ Diesel ¹
Cama de frango	39,1	83,8	111,6	97,1	706,94
Bagaço de Malte	28,8	61,7	82,2	71,5	520,87
Resíduos de frutas e hortaliças	12,8	27,5	36,6	31,9	321,88
Dejetos de bovinocultura leiteira	2,3	4,9	6,6	5,7	41,70

Legenda: (≡) equivalência.

Dados: ¹valor médio de revenda obtido para o litro de óleo diesel na região Sul - R\$ 7,28 – período consultado: 24/07/2022 à 30/07/2022. Consulta no sítio: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/precos-revenda-e-de-distribuicao-combustiveis/serie-historica-do-levantamento-de-precos>.

Fonte: Próprio autor, (2022).

Conforme observado na tabela, sobre o potencial energético dos vários tipos de resíduos, a geração e o aproveitamento energético do biogás podem reduzir custos. Isso pode ocorrer tanto no consumo de eletricidade, na substituição de lenha ou gás liquefeito de petróleo (GLP) para geração de calor, quanto na substituição de combustíveis líquidos como

diesel, por exemplo.

Observa-se que o resíduo que possui maior potencial energético, tanto para parte elétrica, como a térmica e biometano, é a cama de frango, seguido do bagaço de malte, RFH e dejetos da bovinocultura leiteira. Em comparação, segundo dados da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUUDI), o biogás no Sul do Brasil para as atividades de avicultura (corte e postura) e bovinocultura leiteira, possuem o potencial de gerar cerca de 690 GWh/ano e 3.627 GWh/ano, de energia elétrica, respectivamente (ONUUDI *et al.*, 2019), já o bagaço de malte tem potencial para gerar 269,3 kWh (ONUUDI *et al.*, 2022b). Para os resíduos de RSO o potencial em fornecer energia elétrica é de 3.674 GWh/ano e equivalente à 1,6 bilhões de litros de diesel (MITO, 2022).

É importante salientar que cada resíduo possui características próprias e estão dentro de cadeias de produção específicas, em diferentes regiões do país, e não interagindo entre si, ou seja, o potencial energético de cada resíduo não se sobrepõe ao outro. Além do potencial energético, outro ponto a ser considerado é a sazonalidade da disponibilidade de cada resíduo, como exemplo da cama de frango que é trocada de tempos em tempos (podendo ser reutilizada de 1 a 6 vezes (SANTOS, LUCAS JR e SAKOMURA, 2005). O não aproveitamento energético dos resíduos, pode resultar em algumas situações: i) o resíduo já é tratado por meio de outro sistema que não possibilita seu aproveitamento energético, porém é dado um destino ambientalmente correto; ii) o resíduo não é tratado por nenhuma tecnologia, e é disposto no meio ambiente gerando passivo ambiental. Em ambos os casos, pelo não aproveitamento, teremos perda de valoração dos resíduos, ou seja, se está perdendo ou deixando de ganhar financeiramente com eles. Já no segundo caso, há o passivo ambiental, social e econômico, uma vez que em função do não tratamento adequado que se deveria dar ao resíduo, provoca-se alterações nesses meios. Por isso, é importante adotar cenários com a identificação das demandas energéticas de interesse, para assim, avaliar qual a melhor rota e analisar a viabilidade técnica e econômica para determinação de um modelo de negócio (BRASIL, 2014).

Outro ponto importante é a questão do uso energético do biogás como ferramenta para transição energética de combustíveis. O seu uso contribui para redução e até substituição de combustíveis fósseis e que possuem impactos nas emissões de gases de efeito estufa, por combustíveis menos poluentes (HÖFIG, LOFHAGEN e SILVA, 2021).

Finalmente, utilizando o potencial de produção de cada resíduo por região ou a nível nacional, tem-se noção da importância e necessidade do aproveitamento energético por meio da digestão anaeróbia para obtenção do biogás. Regiões que sofrem com oscilações e qualidade de energia e/ou desabastecimento energéticos, possuem em seus resíduos a chave para manter seus negócios ativos economicamente e sustentáveis (BRASIL, 2014).

4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados para as amostras pesquisadas, pode-se constatar

o enorme potencial energético que é possível obter a partir do sistema de tratamento de resíduos orgânicos, como a digestão anaeróbia.

O biogás gerado pode ser utilizado para a produção de vários tipos de energia, e atende a indústria e/ou produtores das mais diversas atividades, no que tange a necessidade de transição energética pensando na redução de combustíveis fósseis para combustíveis menos poluentes buscando sua sustentabilidade.

Uma outra visão que se tem pelo uso energético dos resíduos, é que seu aproveitamento e destino pode auxiliar no atendimento de questões sociais como no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), pois é uma medida comparativa de desenvolvimento da sociedade ao avaliar saúde, educação e renda. Normalmente, pessoas com maior renda vão ter um maior consumo de forma geral, geralmente tendem a consumir também mais energia. No entanto, quando se aproveita estes resíduos, é possível ter uma diminuição de custos de energia em médio prazo. Portanto, pode-se dizer que o biogás auxilia no desenvolvimento da sociedade como um todo.

Em síntese, o uso do biogás permite auxiliar os diversos setores, desde a indústria, comércio até as residências, dos pequenos até os grandes geradores, em várias localidades, tanto nas áreas rurais como nas urbanas, mantendo qualidade e quantidade suficiente para geração de energia renovável.

E por conta disso, tem-se que este estudo é importante para gerar informações sobre a produção de biogás e suas aplicações para atividades específicas. O biogás está disponível em todo tipo de resíduo orgânico, contudo é necessário que se tenha o equipamento certo para extrair todo esse potencial.

REFERÊNCIAS

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2022**. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-1.pdf>>. Acesso em: 13 de agosto de 2022.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021**, 2021. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>>. Acesso em: 13 de agosto de 2022.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Resolução ANP nº 685 de 29 de junho de 2017**. Disponível em: <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-685-2017-estabelece-as-regras-para-aprovacao-do-controle-da-qualidade-e-a-especificacao-do-biometano-oriundo-de-aterros-sanitarios-e-de-estacoes-de-tratamento-de-esgoto-destinado-ao-uso-veicular-e-as-instalacoes-residenciais-industriais-e-comerciais-a-ser-comercializado-em-todo-o-territorio-nacional?origin=instituicao&q=685/2017>>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15213: Cálculo de propriedades físico-químicas a partir da composição**. Rio de Janeiro. 2008.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. EPE. **Economicidade e competitividade**

do aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <[https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2016%20-%20%20Economicidade%20e%20Competitividade%20do%20Aproveitamento%20Energetico%20d\[1\].pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2016%20-%20%20Economicidade%20e%20Competitividade%20do%20Aproveitamento%20Energetico%20d[1].pdf)>. Acesso em 10 de outubro de 2022.

BRASIL. Secretária Nacional de Saneamento Ambiental. PROBIOGÁS. **Guia técnico de aproveitamento energético de biogás em estações de tratamento de esgoto.** 1ª ed. Brasília: Ministério das Cidades, 2015.

CERVBRASIL. Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. **Dados do setor cervejeiro nacional.** Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/dados-do-setor/>. Acesso em: 13 de agosto de 2022.

CIBIOGÁS. Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás. **Nota Técnica: N° 03/2019 – Produção de biogás a partir de dejetos da bovinocultura de leite e corte.** Foz do Iguaçu, março de 2019.

CIBIOGÁS – Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás. **Nota Técnica: N° 001/2020 – Produção de biogás a partir de resíduos da avicultura de corte.** Foz do Iguaçu, janeiro de 2020.

EDWIGES, T. *et al.* Influence of chemical composition on biochemical methane potential of fruit and vegetable waste. **Waste Management**, 71, 618-625, 2018.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Resíduos orgânicos.** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/secoes/residuos-organicos#:~:text=Os%20res%C3%ADduos%20org%C3%A2nicos%20s%C3%A3o%20constitu%C3%ADdos,%2C%20grama%20cortada%2C%20podas%20diversas>>. Disponível em: 13 de agosto de 2022.

FNR. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe E.V. **Guia prático do biogás: geração e utilização.** 5a ed. Gülzow. 2010.

GUO, H. N. *et al.* Application of machine learning methods for the prediction of organic solid waste treatment and recycling processes: A review. **Bioresource Technology**, 319, p. 124114, 2021.

HÖFIG, P.; LOFHAGEN, J. C. P.; DA SILVA, G. M. F. Viabilidade econômica do uso do biogás como combustível veicular em uma grande propriedade rural. **Informe GEPEC**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 185–202, 2021.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Produção Pecuária Municipal 2020. Rio de Janeiro, v. 48, p.1-12, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2020_v48_br_informativo.pdf>. Acesso em: 13 de agosto de 2022.

KAVALOPOULOS, M. *et al.* Sustainable valorisation pathways mitigating environmental pollution from brewers' spent grains. **Environmental Pollution**, 270, 2021.

LINS, L. P. *et al.* Produção de biogás a partir de resíduos de bovinocultura leiteira por meio da codigestão com macrófitas da espécie *Salvinia*. In: AGUILERA, J. G.; ZUFFO, A. M. **A dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 89-97, 2019.

MITO, J. Y. de L. **Análise de aspectos políticos e regulatórios do biogás no Brasil e seu crescimento com o aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos**. Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Foz do Iguaçu-PR. 2022.

ONU DI. Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial, *et al.* **Potencial de produção de biogás no Sul do Brasil**. 2019. Disponível em <<https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-04/Potencial%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biog%C3%A1s%20no%20Sul%20do%20Brasil.pdf>>. Acesso em: 27 de setembro de 2022.

ONU DI. Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial, *et al.* **Potencial de produção de biogás: mapeamento de substratos e sua conversão energética no sul do Brasil: relatório**. Brasília: MCTI, 2020. E-book. (Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira: GEF Biogás Brasil).

ONU DI. Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial *et al.* **Mapeamento do mercado brasileiro de biogás para não-brasileiros**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, 2022a. E-book. (Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira: GEF Biogás Brasil).

ONU DI. Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial *et al.* **Biogás no setor cervejeiro: nota técnica**. Brasília: MCTI, 2022b. E-book. (Projeto Aplicações do Biogás na Agroindústria Brasileira: GEF Biogás Brasil).

SANTOS, T. M. B. dos.; LUCAS JR., J. de.; SAKOMURA, N. K. Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinária**. v. 100, n. 553, p. 45-52, 2005.

SILVA, M. L. B. da.; MEZZARI, M. P. Tratamento e purificação de biogás. In: KUNZ, A., STEINMETZ, R. L. R., AMARAL, A. C. do. **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. 1a ed. Concórdia: Sbera: Embrapa, 69-93, 2019.

Logística e potencialidade do uso da rochagem na mandiocultura do Nordeste Paraense

Luanny Gabriele Cunha Ferreira^{a*}; Francisco De Assis Matos De Abreu^b

^a Doutoranda em Ciências Ambientais-PPGCA, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110

^b Professor Titular de Instituto de Geociências-PPRH, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110

*Autor correspondente: Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110; luanny_cunha@yahoo.com.

Data de submissão: 07-04-2022

Data de aceite: 19-10-2022

Data de publicação: 29-11-2022



10.51161/editoraime/108/103



RESUMO

Introdução: A rochagem, qualificada pela incorporação de rochas moídas e/ou minerais ao solo, é uma tecnologia que poderá viabilizar a recuperação e fertilização sustentável em solos agrícolas. O Estado do Pará, apresenta uma enorme potencialidade de crescimento da aplicação dessa tecnologia, haja vista, é considerado o segundo maior produtor nacional de minério. **Objetivo:** Neste panorama, o objetivo deste trabalho, é de identificar áreas potenciais de rochas e o potencial logístico que atendam os pressupostos da tecnologia da rochagem para uso de materiais geológicos como remineralizadores de solos para o cultivo da mandioca no Nordeste Paraense. **Metodologia:** A área de estudo englobou os maiores municípios produtores da mandioca no Nordeste Paraense (NP), representados por Acará, São Domingos do Capim, Viseu, Aurora do Pará, Santa Maria do Pará, Moju, Ipixuna do Pará e Bragança, para avaliar a logística, potencialidade e disponibilidade de rochas foram gerados mapas de acordo com os dados disponibilizados pela CPRM e IBGE. **Resultados:** A análise litológica dos oito municípios produtores de mandioca no NP, resultou em 20 tipos diferentes de rochas e 8 de minerais, compostos majoritariamente por macronutrientes: potássio, fósforo, cálcio e magnésio; e micronutrientes: ferro e manganês. A logística, tornou a atividade viável economicamente, haja em vista, que o material processado nas mineradoras, poderão ser distribuídos por diversas rotas até chegar aos municípios produtores de mandioca no NE paraense. **Conclusão:** Nesta perspectiva, o uso do pó de rocha, pode tornar-se uma nova prática sustentável no Nordeste Paraense, favorecendo ganhos social e econômico.

Palavras-Chave: Mandioca; Rochagem; Sustentabilidade; Malha rodoviária; Hidroviária

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo, todavia, possui diversas fragilidades no setor, dentre elas pode-se citar a dependência da importação de matérias-primas para a formulação de fertilizantes. Vale ressaltar que, os atuais conflitos no Leste Europeu, tiveram grande repercussão no mercado de commodities agrícolas, com acesso restrito e aumento maciço de custos de alguns fertilizantes usados na agricultura (BURBANO et al., 2022).

Neste cenário, de acordo com o Plano Nacional de Fertilizantes (PNF), a rochagem-incorporação de rochas moídas e/ou minerais ao solo, será uma tecnologia de grande fomento no país até 2050, visando diminuir a sua dependência com o mercado internacional, bem como, estimular as cadeias regionais de novos fertilizantes e insumos para a nutrição de plantas (BRASIL, 2021). Para isso, segundo o PNF, torna-se imprescindível elevar o nível do conhecimento geológico do Brasil para que sejam estimulados os investimentos necessários à pesquisa mineral e descoberta de novas jazidas.

Neste sentido, o Estado do Pará, apresenta elevado potencial geomíneralógico com enorme potencialidade de crescimento da aplicação dessa tecnologia, haja vista, é considerado o segundo maior produtor nacional de minério (RIBEIRO; SILVA, 2018). Corroborando com Theodoro et al. (2013), encontraram na rochagem, uma solução para a recuperação de solos degradados no entorno do reservatório localizado em Tucuruí-PA. Além disso, o Nordeste Paraense (NP), lidera o ranking a mais de 20 anos como maior produtor de mandioca, com um volume, em 2017, superior a 4,2 milhões de toneladas de raízes, produtividade média de 14,3 kg/ha, e uma movimentação financeira em torno de 1,9 milhões de reais (IBGE, 2019; GROXKO, 2020).

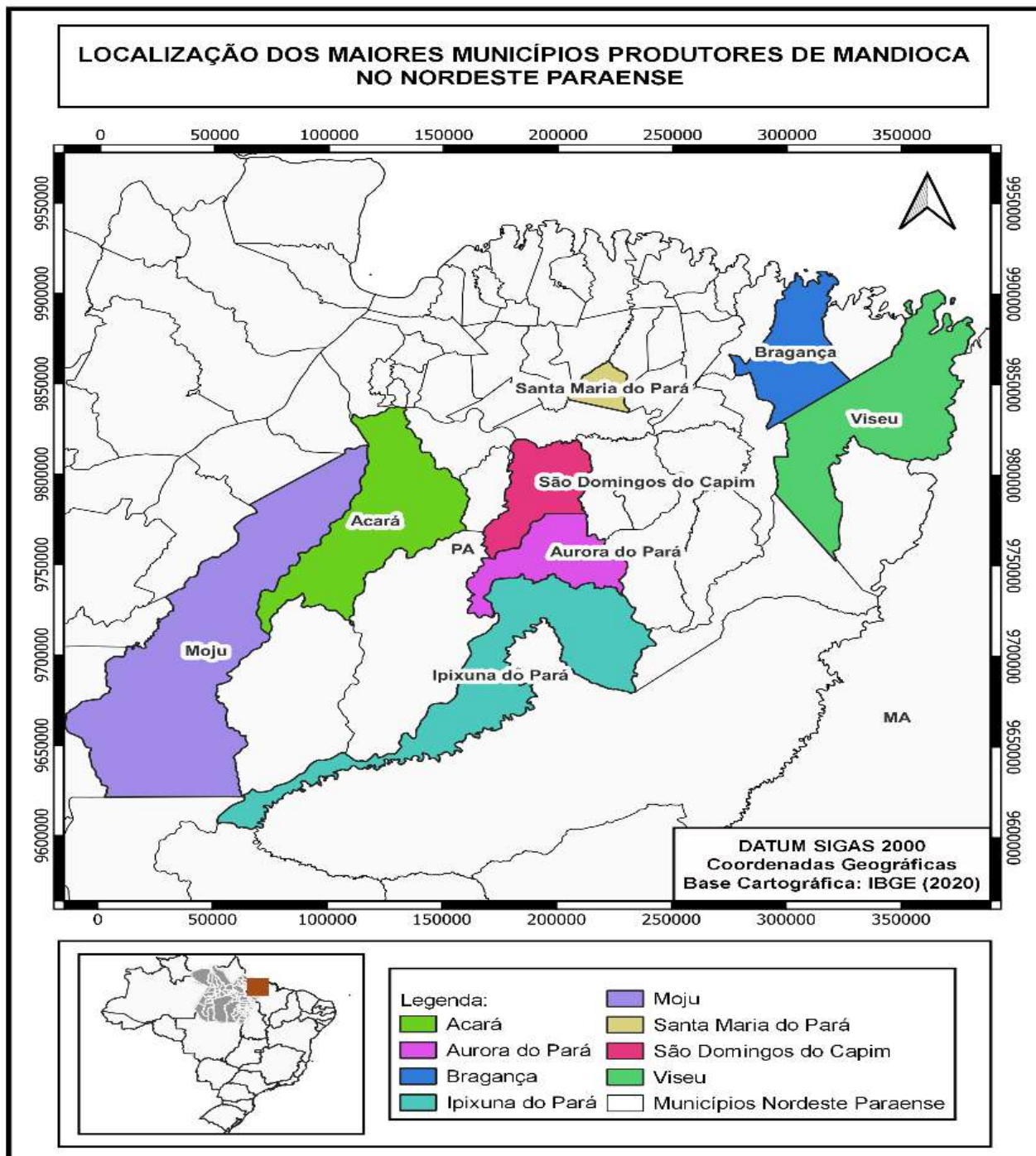
Em trabalho realizado por Theodoro (2000), foi indicado que, o uso da rochagem manteve a produtividade do cultivo mandioca quando comparados a adubação convencional, além de ser considerado mais sustentável e viável para pequenos agricultores no estado de Minas Gerais-MG. Neste contexto, sendo os pós de rochas até então um passivo ambiental da exploração mineral, com a utilização desses materiais, sem valor comercial, como potenciais remineralizadores (pós de rocha), surge um novo coproduto da exploração mineral. Podemos vislumbrar a remineralização de solos, com uso de pós de rochas como uma alternativa sustentável e de baixo custo para suprir as demandas nutricionais das culturas em questão. Com esta iniciativa, será possível fomentar e fortalecer um arranjo produtivo local na interface entre agricultura e mineração, promovendo impacto social e ambiental na região Amazônica.

Neste panorama, o objetivo deste trabalho, é de identificar áreas potenciais de rochas e o potencial logístico que atendam os pressupostos da tecnologia da rochagem para uso de materiais geológicos como remineralizadores de solos para o cultivo da mandioca no Nordeste Paraense.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo englobou os maiores municípios produtores da mandioca no Nordeste Paraense (NP), representados por Acará, São Domingos do Capim, Viseu, Aurora do Pará, Santa Maria do Pará, Moju, Ipixuna do Pará e Bragança (IBGE, 2019) (Figura 1).

Figura 1: Localização dos maiores municípios produtores de mandioca no Nordeste Paraense (IBGE, 2019).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

A pesquisa descritiva, realizada de janeiro de 2019 a dezembro de 2020, envolveu o mapeamento e identificação das áreas no NP, que possuam a disponibilidade de rochas com potencialidade para o uso da rochagem, foi obtido através de dados geoespaciais em forma de vetor-*shapefiles* de geologia e litologia, no site da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM (<http://geosgb.cprm.gov.br/geosgb/downloads.html>) e em seguida foram gerados mapas geológicos através do programa QGIS 2.8.1. Para a classificação dos minerais, em macro e micro nutrientes, dispostos nas rochas, foi realizado um levantamento de acordo com literatura existente (Tabela 1).

Tabela 1. Geodiversidade existente nos maiores municípios produtores de mandioca no NE paraense. Classificados de acordo com sua distribuição regional e caracterizados em macro e micronutrientes e a sua disponibilidade.

Rocha	Macronutrientes	Micronutrientes	Disponibilidade Alta/Baixa
1) Moju			
Areia	-	Al, Si	Alta
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
Folhelho	K, P, Ca	Al, Si	Alta
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Arenito	K	Si	Baixa
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa
Siltito	K	Si	Baixa
Quartzito	-	Si	Baixa
Filito	K	Al, Si	Baixa
Calcoxisto	Ca	Si	Baixa
2) Acará			
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa
Arenito	K	Si	Baixa
Areia	-	Al, Si	Baixa
Laterita	-	Al, Fe	Baixa
3) São Domingos do Capim			
Areia	-	Al, Si	Alta
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
4) Aurora do Pará			
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Areia	-	Al, Si	Alta
Laterita	-	Al, Fe	Alta
Quartzito	-	Si	Baixa
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa

Continuando Tabela 1

Arenito	K	Si	Baixa
5) Ipixuna do Pará			
Folhelho	K, Ca, P	Al, Si	Alta
Arenito	K	Si	Baixa
Siltito	K	Si	Baixa
Laterita	-	Al, Fe	Baixa
6) Santa Maria do Pará			
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa
Arenito	K	Si	Baixa
7) Bragança			
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa
Arenito	K	Si	Baixa
Granito (derivados)	K, Ca	Si, Na	Baixa
Aplito	K	Al, Si	Baixa
8) Viseu			
Areia	-	Al, Si	Alta
Margas	Ca, Mg	Fe, Al, Pb	Alta
Folhelho	K, P, Ca	Al, Si	Alta
Conglomerados	Ca	Al, Fe, Si	Alta
Tonalito	K, Mg, Ca, P	Si, Na	Alta
Quartzo-diorito	K, Ca	Si, Na	Alta
Granodiorito	K, Ca	Si, Na	Alta
Granito	K, Ca	Si, Na	Alta
Arenito	K	Si	Baixa
Argilito	Mg	Al, Fe	Baixa
Siltito	K	Si	Baixa
Quartzito	-	Si	Baixa
Metandesito	Ca, Mg, Na	Si, Fe	Baixa
Grauvaca	K, Mg	Fe, Mn, Al, Si, Ni	Baixa
Filito	K	Si, Al	Baixa
Anfibolito	Ca	Si, Al, Na	Baixa
Metachert	-	Si	Baixa
Gnaisse	K, Mg	Si	Baixa

Referências utilizadas para identificar os macro e micronutrientes existente nas rochas: Fonte:

(ALAVARENGA et al., 2007; ARAUJO; BARBOSA; RODRIGUES, 2017; AUGUSTIN; LOPES; SILVA, 2013; AVILA; CHERMAN; VALENÇA, 2008; BORBA, 2016; CAVALCANTE; BALTAR; SAMPAIO, 2005; CLEMENTE, 2004; DAVILA; KEUJUMJIAN, 2005; DIAS, 2017; FERNANDES; LUZ; CASTILHOS, 2010; GAO; YU; ZHANG, 2011; GILL, 2014; ; LEONARDOS; THEODORO; ASSAD, 2000; MAGALHÃES, 2015; MARTINS, 2011;

MARTINS, 2013; MHE, 2020; OLIVEIRA, 2008; OLIVEIRA et al., 2018; OLIVEIRA; DALL'AGNOL; ALTHOFF, 2006; RIKER, 2005; SAMPAIO, 2016; SHIAVON; REDONDO; YOSHIDA, 2007; SILVA; SCHREIBER; SANTOS, 2000; SILVA; NEIVA; RAMOS, 2011; SOARES, 2013; SOUZA, 2010; SOUZA, 2018; TOSCANI; CAMPOS, 2017). Elaboração: Pelos autores, 2022.

Para a elaboração do mapa de logística, foram obtidos *shape files* de transporte e hidrovia através da plataforma do IBGE (<https://downloads.ibge.gov.br/>) e processados através do programa QGIS 2.8.1, realizando a confecção do mapa que indica a viabilidade de transporte rodoviário e hidroviário existente entre as mineradoras e os maiores produtores de mandioca no NE, de onde será extraído o material geológico para o seu processamento e posterior utilização.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Potencial do uso de agrominerais

A análise litológica dos oito municípios produtores de mandioca no NP, resultou em 20 tipos diferentes de rochas e 8 de minerais, compostos majoritariamente por macronutrientes: potássio, fósforo, cálcio e magnésio; e micronutrientes: ferro e manganês. Nutrientes estes, que segundo Cruz, Pereira e Figueredo (2017), são essenciais para as etapas fisiológicas de crescimento da *Manihot esculenta* Crantz.

Os municípios de Moju e Viseu, apresentaram maior potencial para a rochagem no NP, com mais de 19 tipos de rocha e 8 minerais. Os macronutrientes de potássio, cálcio e magnésio, foram majoritariamente encontrados no solo através da clorita, muscovita, margas, siltito, arenito, argilito, folhelhos, anfíbolito, filito, biotita, granodiorito, gnaiss, granito, metavulcanoclástica, metandesito, tonalito e quartzo-diorito, já os micronutrientes, manganês e ferro, tiveram maior representatividade em grauvaça e granada (Figura 2 e 3). A efetividade do uso do pó da rocha de granodiorito, já foi confirmada em estudos de Gonçalves et al. (2019), que evidenciaram o aumento da produtividade da cultura do morango em Santana do Livramento-RS. Na mandioca, o crescimento de suas raízes, foi evidenciado com o uso de pó de rocha a base de biotita xisto (SOUZA et al., 2016; SOUZA et al., 2013). De acordo com Theodoro (2000) e Theodoro e Leonardos (2011), o uso do pó de granito, apresenta mais vantagens em comparação a adubação química, haja em vista, que este tipo de rocha é menos solúvel ao solo, reduzindo assim, a frequência de adubação ao longo dos anos.

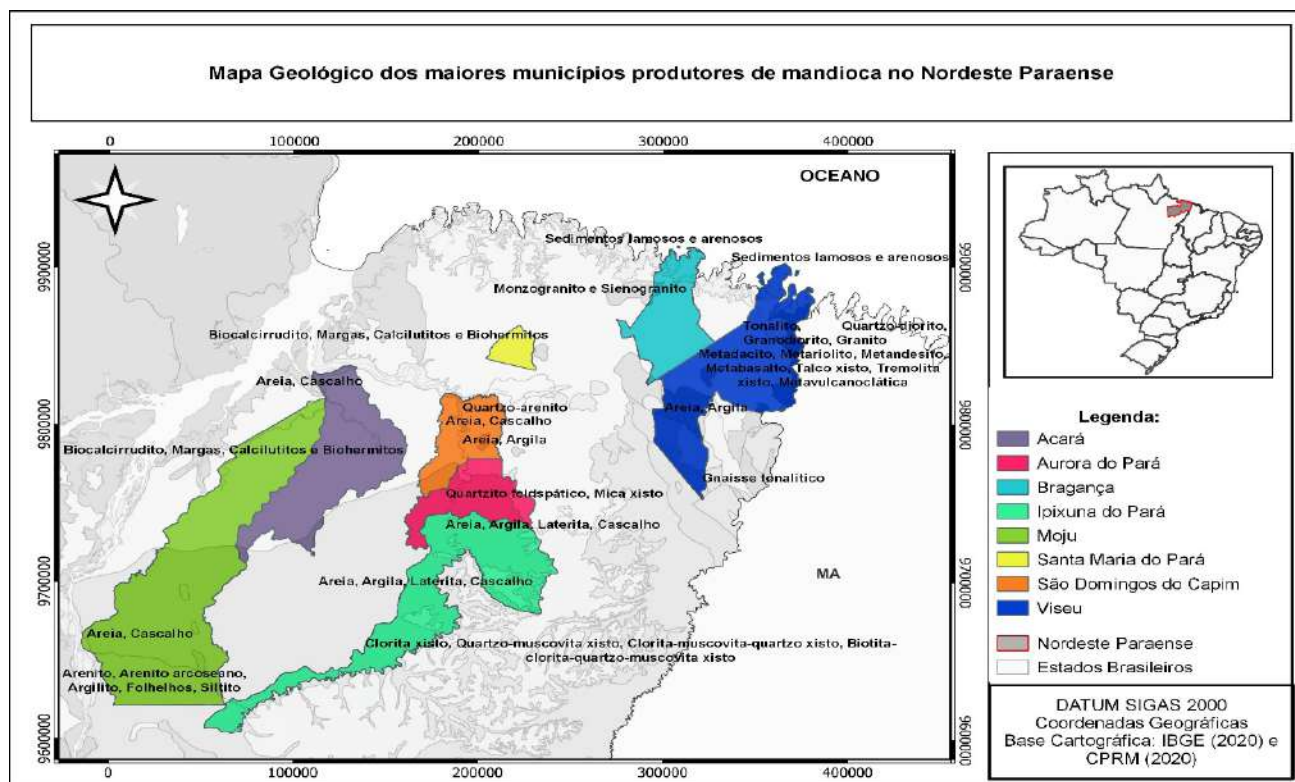
Os municípios de Acará, Aurora do Pará, Santa Maria do Pará, São Domingos do Capim e Bragança, apresentaram a mesma caracterização geomíneralógica para a extração do pó de rocha no solo, com fonte de cálcio, magnésio e potássio, através de margas, conglomerados, argilito, arenito, granito e aplito (Figura 2 e 3). O cálcio foi encontrado na extensa faixa de rochas de margas (biocalcitrudito, calciculitos e biohermitos, contribuindo com os estudos realizados por Távora, Souza e Nogueira (2014, em Salinas-PA). É válido ressaltar, que existem novas rotas a serem exploradas em prol do aumento da disponibilidade

de calcário no NP, a exemplo de Capanema, Primavera e Quatipuru. O calcário é essencial para a correção da acidez elevada do solo no NP, além de diminuir o teor alumínio e absorção de nutrientes (FIALHO; ANDRADE; VIEIRA, 2013).

No município de Ipixuna do Pará há somente rochas comuns, ou seja, que foram encontradas na maioria dos municípios investigados, ricas em cálcio, magnésio e potássio. Concomitantemente, foi observado uma área coberta de minerais clorita e muscovita, com a presença de magnésio e ferro (Figura 2 e 3). Corroborando com Costa et al. (1998), identificaram depósitos de caulim na Amazônia cobertas por muscovita.

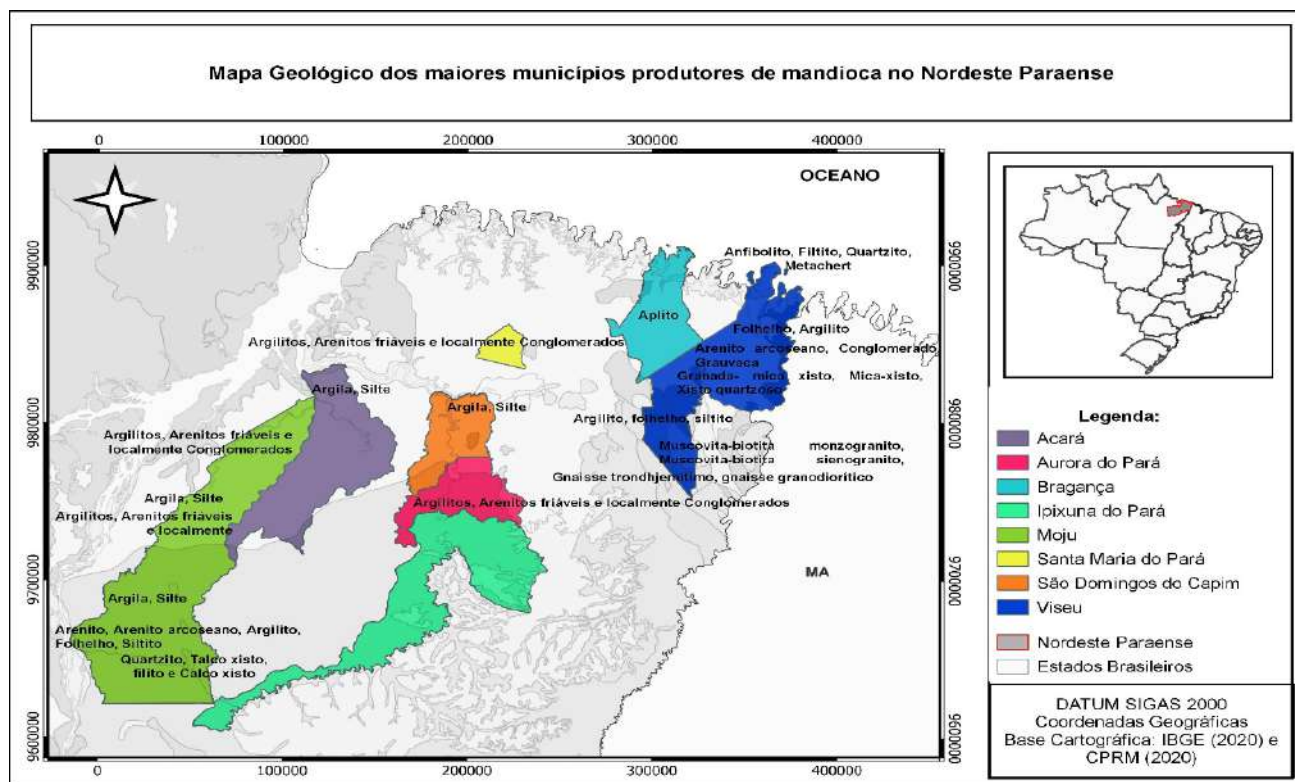
Sendo assim, os maiores municípios produtores de mandioca no NP, apresentaram uma elevada geodiversidade em detrimento da potencialidade de se extrair o pó de rocha e fornecer ao solo e planta os nutrientes necessários para o pleno desenvolvimento da cultura. Essa nova rota tecnológica, irá expandir o plantio mais sustentável do ponto de vista ambiental, bem como sua rentabilidade econômica. Para isso, é importante salientar, que é essencial mais estudos voltados para a petrologia das rochas e seus efeitos no solo/planta.

Figura 2. Classificação litológica obtida para a primeira camada de shapefile, de acordo com o levantamento geológico feito pela CPRM, dos maiores municípios produtores de mandioca no NP.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Figura 3. Classificação litológica obtida para a segunda camada de shapefile, de acordo com o levantamento geológico feito pela CPRM, dos maiores municípios produtores de mandioca no NP.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

3.2 Logística da rochagem para o NP

No caso do NE paraense, figura 4, a atividade é viável economicamente, haja em vista, que o material processado nas mineradoras, poderão ser distribuídos por diversas rotas até chegar aos municípios produtores de mandioca no NE paraense –local este, considerado como centro de origem do material geológico que será beneficiado. Tais rotas, poderão ter como instrumento a malha rodoviária e hidroviária, com uma distância máxima de 500 quilômetros, considerada como viável economicamente por Theodoro e Rocha (2005). Silveira et al. (2016), identificaram dolomito, fosfato e basalto em Minas Gerais englobando respectivamente, a região de Taipas e municípios de Arrais-MG e Araguari-MG e confirmaram a viabilidade logística do uso destes pós de rocha, haja vista, que as áreas não ultrapassaram 250km de distância, entre o material de origem e a área agrícola. Niewinski (2017), utilizou em Montenegro-MS, a pó de rocha de basalto proveniente da Pedreira Alfama-MG, cerca de 2,6km de distância entre o centro de origem da rocha e a área de cultivo, confirmando também sua viabilidade econômica e logística.

92 e 184 quilômetros e tendo como principais zonas de acesso o Rio Guamá e Moju e as rodovias PA 483, 127 e 252 e a BR 010 (Figura 4).

Esta viabilidade na logística dos maiores municípios produtores de mandioca no NP e as zonas de beneficiamento, poderá ser ainda mais facilitada, através da rede de comunicação de dados, atualmente bastante vasta, contando com serviços de telefonia e fibra óptica que favorecem a produtividade e a eficiência do processo de transformação de insumos em bens e serviços.

A divulgação desta nova rota tecnológica, através de experimentos agrícolas que comprovem o efeito positivo no solo e na cultura do uso do pó de rocha, seria de grande valia no NE paraense, principalmente para a comunidade agrícola e empresarial. Tornando-se necessário aprofundar os estudos, principalmente para quantificar a produtividade da cultura e demonstrar a rentabilidade econômica no setor agrícola. Tais práticas, resultarão na ampliação de investimentos no setor, aumentando conseqüentemente o capital de giro e a redução dos custos no cultivo agrícola. Do ponto de vista ambiental, o cultivo se tornaria mais sustentável, com a redução e recuperação de áreas degradadas, além da reutilização do resto de material proveniente das mineradoras. Ramos et al. (2019), avaliaram o subproduto de mineração de rocha vulcânica (rocha dacita) originada de uma pedreira no distrito de mineração de Nova Prata, no sul do Brasil e confirmaram a viabilidade do subproduto ser utilizado como remineralizador do solo. Corroborando com Dalmora et al. (2020), confirmaram a viabilidade do uso dos rejeitos de mineração provenientes de mineradoras no Rio Grande do Sul, com Nova Prata e Estancia Velha, respectivamente, na presença de rochas de andesito e dacito, em substituição aos fertilizantes convencionais.

4 CONCLUSÃO

Os municípios investigados, apresentaram diversas áreas com potencial para a produção e o uso de materiais geológicos como remineralizadores de solos. A logística em razão da malha hidroviária e rodoviária existente constitui-se fator decisivo para a ligação entre áreas potenciais de produção de remineralizadores e áreas de consumo desse insumo. Nesta perspectiva, o uso do pó de rocha, pode tornar-se uma nova prática sustentável no Nordeste Paraense, favorecendo ganhos social e econômico.

Recomenda-se que a divulgação desta nova rota tecnológica, através de experimentos agrícolas que comprovem o efeito positivo no solo e na cultura do uso do pó de rocha, seria de grande valia no NE paraense, principalmente para a comunidade agrícola e empresarial. Tornando-se necessário aprofundar os estudos, principalmente para quantificar a produtividade da cultura e demonstrar a rentabilidade econômica no setor agrícola. Tais práticas, resultarão na ampliação de investimentos no setor, aumentando conseqüentemente o capital de giro e a redução dos custos no cultivo agrícola. Do ponto de vista ambiental, o cultivo se tornaria mais sustentável, com a redução e recuperação de áreas degradadas, além da reutilização do resto de material proveniente das mineradoras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, C. J. S. de.; BOTELHO, N. F.; DARDENNE, M. A.; LIMA, O. N. B.; MACHADO, M. A. **Geologia da Folha Cavalcante SD.23-V-C-V**. Brasília: CPRM, 2007.
- ARAUJO, M. E. B.; BARBOSA, A. dos. S.; RODRIGUES, M. G. F. **Emprego da argila Chocobofofe ativada termicamente na remoção do corante vermelho reativo Bf-4b**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 2., 2017, Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande, 2017. p. 1-3.
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; LOPES, M. R. S.; SILVA, S. M. Lateritas: Um conceito ainda em construção. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 3, p. 241-257, 2013.
- AVILA, C. A.; CHERMAN, A. F.; VALENÇA, J. G. Metamorfismo Paleoproterozóico do cinturão mineiro: considerações petrográficas a partir dos Dioritos Brumado e Rio Grande. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 66, n. 3-4, p. 631-660, 2008.
- BORBA, S. C. **Estudo da substituição parcial do Feldspato pelo Filito da região de Marabá em formulações de porcelanato**. 2016. 55 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Materiais - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2016).
- BRASIL, S. E. de. A. E. **Plano nacional de fertilizantes 2050: Uma Estratégia para os Fertilizantes no Brasil**. Brasília: SAE, 2021.
- BURBANO, D. F. M. et al. Crushed Volcanic Rock as Soil Remineralizer: A Strategy to Overcome the Global Fertilizer Crisis. **Natural Resources Research**, v. 31, n. 5, p. 2197–2210, 2022. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11053-022-10107-x>>. Acesso em: 4 out. 2022.
- CAVALCANTE, P. M. T.; BALTAR, C. A. M.; SAMPAIO, J. A. **Mica**. Cuiabá: CETEM, 2005. 13 p.
- COSTA, M. L.; MORAES, E. L. Mineralogy, geochemistry and genesis of kaolins from the Amazon region. **Mineralium Deposita**, v. 33, n. 3, p. 283-297, 1998.
- CLEMENTE, C. A. **Minerais e Rochas**. Piracicaba: CEGEA, 2004. 87 p.
- CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. dos. S.; FIGUEIREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do Agronegócio: avaliação do potencial econômico Brasileiro. **Chemical Industry**, v. 45, n.1, p. 137-187, 2017.
- RAMOS, C. G. *et al.* Evaluation of Soil Re-mineralizer from By-Product of Volcanic Rock Mining: Experimental Proof Using Black Oats and Maize Crops. **Natural Resources Research** 2019 29:3, 8 ago. 2019. v. 29, n. 3, p. 1583–1600. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11053-019-09529-x>>. Acesso em: 3 out. 2022.
- DAVILA, C. A. R.; KEUYUMJIAN, R. M. Mineralizações de ouro do tipo orogênico em arco magmático Aleoproterozóico, borda Oeste do craton São Francisco, regiões de São

Domingos (GO) e Correntina (BA). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 35, n.2, p. 187-198, 2005.

DIAS, C. H. **Influência da composição mineral e fluida sobre as propriedades petrofísicas de Folhelhos Negros, estudo de caso: Bacia do Araripe**. 2017. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

FERNANDES, F. R. C.; LUZ, A. B. da.; CASTILHOS, Z. C. **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM, 2010. 38 p.

FIALHO, J. de. F.; ANDRADE, R. F. R. de.; VIEIRA, E. A. **Mandioca no Cerrado: Questões práticas**. Brasília: Embrapa, 2013. 90 p.

GAO, Y. Q. I. N, M.; LI, C.; YU, H.; ZHANG, F. Control of sticky contaminants with cationic Talc in deinked Pulp. **Bio Resources**, v. 6, n. 2, p. 1916-1925, 2011.

GILL, R. **Rochas e processos ígneos: um guia prático**. 1.ed. Porto Alegre: BOOKMANN, 2014. 502 p.

GONÇALVES, G. K. et al. Utilização do granodiorito gnáissico como fonte de potássio na produção de Morango. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 22073-22087, 2019.

GROXKO, M. **Mandioca: Análises da Conjuntura**. Paraná: DERAL, 2020. 25 p. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE. 2019. 95 p.

LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. H.; ASSAD, M. L. Remineralization for sustainable agriculture: A tropical perspective from a Brazilian view point nutrient cycling **Agroecosystems**, v. 56, n. 1, p. 3-9, 2000.

MAGALHAES, L. F. de. **Catálogo do acervo de rochas do laboratório de mineralogia, petrografia e geologia do CEFET-MG Campus Araxá**. 2015. 62 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Minas)- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Araxá, 2015.

MARTINS, B. de S. **Controle da mineralização aurífera de Lamego, Sabará, Quadrilátero Ferrífero, MG**. 2011. 250 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Econômica e Aplicada)- Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MARTINS, E. de. S. Proposta de classificação e rochas silicáticas como fontes de nutrientes e condicionadores de solo. In: THEODORO, S. H.; MARTINS, E. de. S.; FERNANDES, M. M.; CARVALHO, A. M. X. de. (org.). **Anais II Congresso Brasileiro de Rochagem**. Minas Gerais: SUPREMA, 2013, p. 368-378.

MHE. MUSEU DE MINERAIS, MINÉRIOS E ROCHAS HEINZ EBERT. **Banco de rochas e minerais**. Disponível em: <https://museuhe.com.br/>. Acesso em: 04 jun. 2020.

NIEWINSKI, F. da. S. **Do pó de rocha a fertilidade: Uma experiência nos solos de Montenegro/RS**. 2017. 79f. Trabalho de conclusão de curso (Geografia)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

OLIVEIRA, F. B. de.; MARQUES, R. de. A.; MEDEIROS JUNIOR, E. B. de.; CANDOTTI, C. **Petrologia e Mineralogia**. Alegre: CAUFES, 2018. 89 p.

OLIVEIRA, F. A. de. **Estudo dos argilominerais da formação Piranema-RJ e seu possível significado paleoclimático**. 2008. 98 f. Trabalho de conclusão de curso (Geologia)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

OLIVEIRA, M. A. de.; DALL'AGNOL, R.; ALTHOFF, F. J. Petrografia e geoquímica do granodiorito Rio Maria da região de Bannach e comparações com as demais ocorrências no terreno Granito-*greenstone* de rio Maria – Pará. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, n. 2, p. 313-326, 2006.

RAMOS, C. G. et al. Evaluation of Soil Re-mineralizer from By-Product of Volcanic Rock Mining: Experimental Proof Using Black Oats and Maize Crops. **Natural Resources Research**, v. 29, n. 3, p. 1583–1600, 2019. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11053-019-09529-x>>. Acesso em: 3 out. 2022.

RIBEIRO, J. C. J.; SILVA, L. C. do. N. A mineração no estado do Pará e as barragens de rejeito: O paradigma entre a exploração e os impactos negativos decorrentes. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 5., 2018, Belo Horizonte, MG. **Anais [...]**. Belo Horizonte, 2018. p. 122-139.

RIKER, S. R. L. **Argilas da região de Boa Vista-Roraima: Mineralogia, Geoquímica e aplicação tecnológica**. 2005. 204 f. Dissertação (Mestrado em Geociências)- Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005.

SAMPAIO, L. F. **Contexto deposicional e diagênese de rochas neoproterozóicas (formação Serra Santa Helena) a partir da composição e índice de Kübler: Influência da moagem das amostras**. 2016. 67 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável)- Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SCHIAVON, M. A.; REDONDO, S. U. A.; YOSHIDA, L. V. P. Caracterização térmica e morfológica de fibras contínuas de Basalto. **Cerâmica**, v. 53, n. 1, p. 212-217, 2007.

SILVA, M. A. M. da.; SCHREIBER, C.; SANTOS, C. L. dos. Evaporitos como recursos minerais. **Brazilian Journal of Geophysics**, v. 18, n. 3, p. 337-350, 2000.

SILVA, P. B.; NEIVA, A. M. N.; RAMOS, J. M. F. Micas Litíferas dos Aplito-pegmatitos Graníticos de cabeço dos Poupos, Sabugal (Centro de Portugal). In: CONGRESSO IBÉRICO DE GEOQUÍMICA, 8., 2011, Castelo Branco. **Anais [...]**. Castelo Branco, 2011.

SILVEIRA, R. T. G. da. **Uso de rochagem pela mistura de pó de basalto e rocha fosfatada como fertilizante natural de Solos tropicais lixiviados**. 2016. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas)- Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

SOARES, A. **Caracterização do complexo Pocrane, magmatismo básico Mesoproterozóico e unidades Neoproterozóicas do sistema Araçuaí-Ribeira, com ênfase em geocronologia U-PB (SHRIMP E LA-ICP-MS)**. 2013. 211 f. Tese (Doutorado em Geologia)-Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SOUZA, F. C. A. de.; ALVES, J. D. N.; MOTA, A. M.; SANTOS, M. A. S. de. Fontes de crescimento de mandioca na microrregião do Guamá, estado do Pará, no período 1990-2011. **Agroecossistemas**, v. 5, n. 1, p. 56-61, 2013.

SOUZA, F. N. da. S.; SANTANA, A. P. de.; ALVES, J. M.; SILVA, M. H. M. Efeitos de um remineralizador de solos (Biotita-Xisto) na produção de duas variedades de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 12, n. 1, p. 45-59, 2016.

SOUZA, G. de. A. **Estudo de Meta-gabro em Unidade Pré-Cambriana na Ladeira do Grego, Paracambi-RJ**. 2010. 53 f. Trabalho de conclusão de curso (Geologia)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SOUZA, M. C. de. **Caracterização químico-mineralógica do Quartzito friável proveniente da microrregião do Planalto de Araxá**. 2018. 71 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Minas)- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Araxá, 2018.

TAVORA, V. de. A.; SOUZA, B. L. P. de.; NOGUEIRA, I. de. L. A. Micropaleontologia da Litofácies Recifal da Formação Pirabas (Mioceno inferior), Estado do Pará, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 37, n. 2, p. 100-110, 2014.

THEODORO, S. M. de. C. H.; LEONARDOS, O. H. **Rochagem: Uma questão de soberania Nacional**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 13., 2011, Gramado-RS. Anais [...]. Gramado, 2011. p. 1-4.

THEODORO, S. M. de. C. H.; ROCHA, E. L. **Rochagem: equilíbrio do solo e vigor para as plantas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO E SEMINÁRIO ESTADUAL DE AGROECOLOGIA, 3., 2005, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: EPAGRI/UFSC, 2005.

THEODORO, S. M. de. C. H.; LEONARDOS, O. H.; ROCHA, E.; MACEDO, I.; REGO, K. G. Stonemeal of amazon soils with sediments from reservoirs: a case study of remineralization of the Tucuruí degraded land for agroforest reclamation. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 23- 34, 2013.

THEODORO, S. M. de. C. H. **Fertilização da terra pela terra: uma alternativa de sustentabilidade para o pequeno produtor rural**. 2000. 225f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

TOSCANI, R. G. da. S.; CAMPOS, J. E. G. Uso de pó de Basalto e rocha Fosfatada como remineralizadores em solos intensamente intemperizados. **Geociências**, v. 36, n. 2, p. 259-274, 2017.

RESUMO

Introdução: Os estudos de ecologia visam analisar as relações entre as pessoas e seu ambiente. **Objetivo:** Assim, este estudo visa analisar ações pró-ambientais na forma de registros de aves ocorridos na cidade de Teixeira de Freitas-BA entre 2009 e 2021. **Material e Métodos:** Os dados de registros de aves foram coletados na plataforma WikiAves® utilizando o filtro de localização da cidade e posteriormente organizados em planilha Excel®, compreendendo o período de 2009 a 2021, em que existem ocorrência dos registros. **Resultados:** Ao longo do período considerado foram registradas mais de 50 aves distintas de 26 famílias, em Teixeira de Freitas. O ano com mais registros foi 2019 e os anos com menos registros 2010, 2015, 2020 e 2021. É sabido que em momentos de crise econômica, ações pró-ambientais ficam em segundo plano, em detrimento da própria sobrevivência financeira, que pode ter ocorrido em 2010 e 2015, anos de crise econômica no Brasil. Enquanto o declínio de registros em 2020 e 2021 está intimamente relacionado à pandemia de Covid-19, que obrigou a maior parte da população a praticar o isolamento social. **Conclusão:** Atitudes pró-ambientais como as de registro de espécies, na referida plataforma, são uma importante contribuição para o conhecimento da avifauna da região da cidade de Teixeira de Freitas-BA. Assim, é importante o incentivo a outras atitudes pró-ambientais, especialmente em locais com pouca estrutura técnico-científica, em que grupos de observadores de aves, turismo ornitológico, atividades de educação ambiental, entre outros, podem fornecer dados básicos destes locais.

Palavras-Chave: Conservacionismo, avifauna, WikiAves®

1 INTRODUÇÃO

Os estudos de ecologia, em sentido amplo, visam estudar as relações entre os seres vivos e seu meio, o que inclui pessoas e seu ambiente. Assim, é notória a importância de aliar o desenvolvimento humano às questões ambientais (CARVALHO, 2005). Ao longo do tempo, principalmente desde a década de 1960, diversos movimentos buscaram ir contra a energia nuclear, aquecimento global, guerras e outras fontes de impacto ambiental, com o objetivo conjunto de manutenção de um ambiente planetário equilibrado (BURSZTYN e BURSZTYN, 2013). Paralelo aos tratados e à busca pelo desenvolvimento sustentável e ampliação das organizações ambientais, são observadas atitudes individuais, amadoras e voluntárias de pessoas comuns que direta ou indiretamente desejam contribuir neste processo. Neste interim, as ações pró meio ambiente são importantes, principalmente no contexto local, no qual atitudes individuais fazem diferença e podem impactar em questões ambientais maiores (CARVALHO, 2005).

Há uma gama de ações individuais que pode ser registrada como atitudes pró-ambientais como separação do lixo, consumo consciente, contemplação e observação da natureza, entre outras. Adentrando o tema da contemplação e observação da natureza, alguns estudos mostram que valores humanos de autotranscendência são capazes de prever as atitudes e comportamentos pró-ambientais (COELHO *et al.*, 2006). Há de se notar o princípio da contribuição de observadores de aves e ornitólogos amadores para o avanço do conhecimento sobre as aves do Brasil. Somado a isso, o crescimento ocorrido pode ser devido a popularização de sites de compartilhamento de registros fotográficos e sonoros, como o WikiAves, E-Bird e o Xeno-Canto. Esses sites fornecem informações de grande potencial científico, podendo contribuir enormemente com conhecimento de ecologia e ornitologia do país, em especial da Mata Atlântica (MOREIRA-LIMA, 2013).

A maioria dos observadores amadores de aves do Brasil encontra-se em cidades situadas principalmente no bioma Mata Atlântica (MOREIRA-LIMA, 2013). Em um contexto mais amplo, esse bioma abriga o maior número de espécies endêmicas do Brasil e possui a segunda maior riqueza de táxons (MMA, 2000; MARINI e GARCIA, 2005) e no contexto internacional, apresenta uma das mais ricas avifaunas do mundo (MITTERMEIER *et al.*, 2005). Uma dessas cidades é Teixeira de Freitas, no extremo sul da Bahia, apesar de pouco estudada em relação ao conservacionismo e biodiversidade da região, porém há trabalhos desde estudo com abelhas à diferentes impactos ambientais como nas áreas de saneamento, degradação da vegetação, economia social e vulnerabilidade ambiental (DOHLER e PINA 2017; CUNHA *et al.*, 2010; AMORIM e OLIVEIRA 2007; BARBOSA *et al.*, 2019; MACENA *et al.*, 2017; GUERRA *et al.*, 2019; ALMEIDA *et al.*, 2020; LANA e MARCUSSI 2021). Importa enfatizar o estudo da vulnerabilidade socioambiental presente na cidade de Teixeira de Freitas, sendo presentes regiões de agressivo uso e ocupação do solo, em especial às de

declividade elevada (ALMEIDA *et al.*, 2020). Foi constatado que nas áreas de risco ambiental da cidade, 23% da população era analfabeta, com baixo nível de abastecimento de água (18% dos domicílios), além de baixo índice de coleta de lixo (7%), casas sem banheiro próprio (7%) e sem fornecimento de energia elétrica (4%) e com rendimento médio mensal de pouco menos de 2 salários mínimos. Essas mesmas áreas de risco apresentam repetidos eventos de inundações, devido ao processo de edificação ter ocorrido às margens dos Córregos Charqueadas, Lava Pés e Mutum (LANA e MARCUSSI 2021). Por ser uma cidade de médio porte, que cresceu desordenadamente, com variações no acesso à educação, internet, entre outros, há que se considerar seus fatores próprios que interferem na adesão ou não de atitudes pró meio ambiente e de construção colaborativa, como é o caso da alimentação de plataformas virtuais, como o Wikiaves.

Sendo assim, o site WikiAves (www.wikiaves.com.br), por exemplo, conta com mais de 41.632 observadores, com 4.079.193 registros, sendo 3.843.803 registros fotográficos e 235.390 de sons (WIKIAVES, 2022). Essa plataforma foi criada em 2008, na qual observadores de aves, guias de *birdwatching*, ornitólogos, ornitófilos e pesquisadores podem compartilhar seus registros (fotos e/ou sons). Nesse banco de dados existem registros de todo território nacional, inclusive com registros comportamentais, reprodutivos, biogeográficos e de história natural das espécies de aves brasileiras (MOREIRA-LIMA, 2013). Dos 96 registros para a cidade de Teixeira de Freitas, há acústicos, de reprodução, comportamento, entre outros realizados por diferentes observadores (WIKIAVES, 2022). Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo analisar ações individuais pró ambientais na cidade de Teixeira de Freitas-BA entre 2009 e 2021, aqui escolhidas na forma de registros de aves ocorridos por meio de plataforma virtual.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este é um estudo descritivo quali-quantitativo que busca o levantamento de dados por meio de plataforma digital e a compilação e discussão científica dos mesmos. Os dados em questão foram coletados na plataforma Wikiaves (<http://www.wikiaves.com.br>) considerando o período com os primeiros registros para Teixeira de Freitas-BA, ou seja, 2009, até o ano de 2021. A cidade de Teixeira de Freitas localiza-se no Extremo Sul da Bahia (17°34'S e 39°43'W), abrangendo o bioma Mata Atlântica (LANA e MARCUSSI, 2021), com clima do tipo tropical quente e úmido e elevada riqueza de espécies de aves (MITTERMEIER *et al.*, 2005; SOS MATA ATLÂNTICA e INPE, 2014).

Dentre as plataformas existentes, foi escolhida a plataforma WikiAves (Figura 1) para as análises deste estudo devido ao fato dessa ser a plataforma mais conhecida pelos amadores, além de apresentar, segundo SCHUBERT (2016), maior potencial para uso em estudos envolvendo ciência cidadã em ornitologia. Essa plataforma foi criada em 2008 e permite a qualquer cidadão, observador de aves, ornitólogos e ornitófilos o compartilhamento de informações, imagens e sons de aves observados pelos mesmos

(CUNHA e FONTENELLE, 2014). Durante muito tempo, a plataforma foi utilizada como depósito de novos registros pontuais de ocorrência e registros de distribuição geográfica de algumas espécies (BIANCALANA *et al.*, 2012; GODOI *et al.*, 2012; MAZZONI *et al.*, 2013; PINHEIRO *et al.*, 2012; ROOS *et al.*, 2012). No entanto, apesar da finalidade principal ser o uso recreativo dos dados, há potencial de uso para fins científicos (SCHUBERT, 2016), sendo que neste estudo, os dados de registros de aves foram coletados na plataforma utilizando o filtro de localização da cidade e posteriormente organizados em planilha Excel® com os respectivos dados temporais dos registros. O período considerado foi de 2009, ano do primeiro registro na plataforma virtual para a cidade de Teixeira de Freitas, até 2021, ano com o registro mais recente. Desta forma, foi possível analisar a evolução temporal no ato pró ambiental de registrar o avistamento de uma ave naquela cidade, motivo pelo qual os registros sonoros presentes na plataforma foram desconsiderados.

Figura 1. Visão inicial da plataforma Wikiaves no sítio <https://www.wikiaves.com.br/>.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a plataforma de dados utilizada, foram 57 registros de aves distintas, divididas em 26 famílias, armazenadas na plataforma Wikiaves (Tabela 1). Foi verificado que os observadores são pessoas diferentes entre si e que os registros são variáveis ao longo do tempo e de acordo com cada observador (Figura 2). Infelizmente, nenhuma das espécies listadas apareceram por mais de um ano, porém ocorreram registros de mais de uma espécie por observador. Tal situação sugere baixa aderência ao ato de registrar avistamento de aves para aquela cidade, uma vez que apesar de certos observadores registrarem até 10 espécies de aves distintas, não houve constância dos registros pelo mesmo observador ao longo dos

anos (Tabela 1). No entanto, para se investigar mais a fundo, seriam necessárias entrevistas com os próprios observadores para averiguação de suas razões para a constância ou não dos registros. Ainda assim, os registros efetuados contribuem para o conhecimento da avifauna local e foram eficientes instrumentos de avaliação de atitudes pró ambientais em prol de uma ciência cidadã local. Ademais, há que se discutir que o movimento de observadores amadores de aves ainda está em crescimento no Brasil como um todo e que são necessárias políticas de incentivo a este tipo de ação ambiental voluntária (MOREIRA-LIMA, 2013).

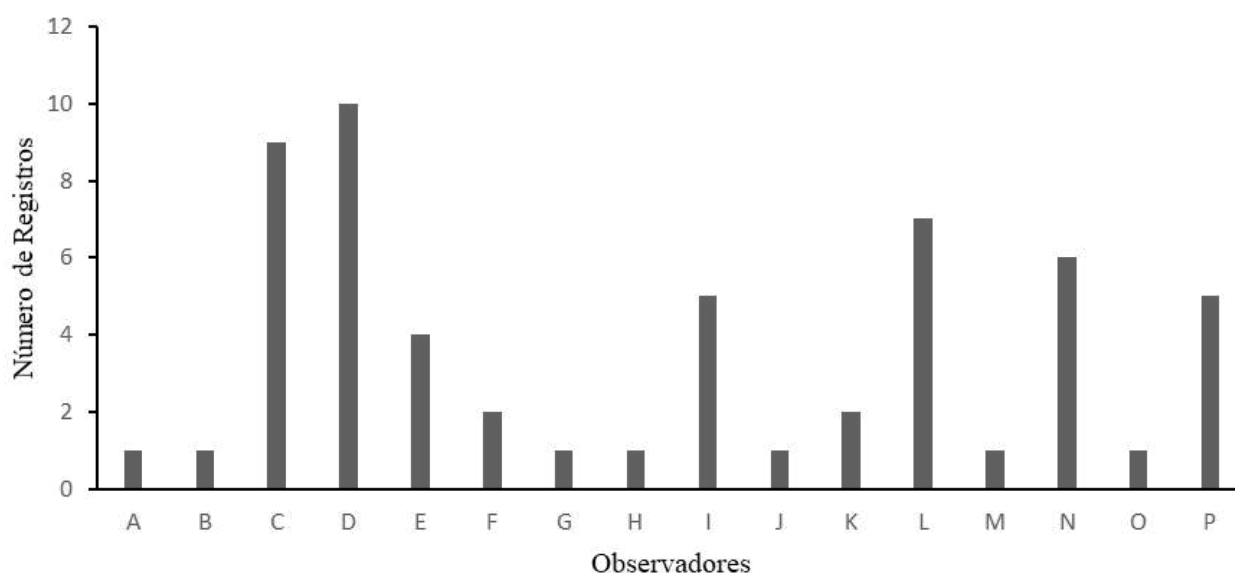
Tabela 1: Listas de espécies organizados por família taxonômica, nomes comuns, respectivos observadores e data de publicação na plataforma Wikiaves® de 2009 a 2021 (Conforme CBRO 2015).

Família	Espécie	Nome Comum	Perdiz	Obs.	Publicação
TINAMIDAE	<i>Rhynchotus rufescens</i>			N	28/07/2011
ANATIDAE	<i>Dendrocygna viduata</i>	Irerê		C	21/07/2019
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	Garça-vaqueira		C	21/04/2019
CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Urubu-preto		D	03/07/2019
	<i>Cathartes burrovianus</i>	Urubu-de-cabeça-amarela		N	28/07/2011
ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus</i>	Gavião-de-rabo-branco		F	15/04/2017
SCOLOPACIDA	<i>albicaudatus Gallinago</i>	Narcejão		P	15/09/2009
E JACANIDAE	<i>undulata Jacana jacana</i>	Jaçanã		K	24/03/2013
COLUMBIDAE	<i>Patagioenas picazuro</i>	Pomba-asa-branca		A	30/12/2021
	<i>Columbina picui</i>	Rolinha-picuí		C	01/05/2019
	<i>Columba livia</i>	Pombo-doméstico		I	05/05/2014
	<i>Columbina talpacoti</i>	Rolinha-roxa		P	08/09/2009
	<i>Guira guira</i>	Anu-branco		D	21/08/2019
CUCULIDAE	<i>Crotophaga ani</i>	Anu-preto		C	15/10/2018
STRIGIDAE	<i>Piaya cayana</i>	Alma-de-gato		L	17/01/2012
TROCHILIDAE	<i>Athene cunicularia</i>	Coruja-buraqueira		P	17/09/2009
	<i>Eupetomena macroura</i>	Beija-flor-tesoura		D	03/07/2019
	<i>Phaethornis ruber</i>	Rabo-branco-rubro		G	21/02/2017
	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	Besourinho-de-bico-vermelho		P	18/10/2009
GALBULIDAE	<i>Galbula ruficauda</i>	Ariramba-de-cauda-ruiva		J	02/05/2014
PICIDAE	<i>Colaptes campestris</i>	Pica-pau-do-campo		P	03/09/2009
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	Quiriquiri		D	21/08/2019
	<i>Caracara plancus</i>	Carcará		E	12/11/2017
	<i>Milvago chimachima</i>	Carrapateiro		L	08/01/2013
PSITTACIDAE	<i>Forpus xanthopterygius</i>	Tuim		D	03/07/2019
	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Periquitão		E	12/11/2017
	<i>Amazona amazonica</i>	Curica		H	28/11/2016
	<i>Eupsittula aurea</i>	Periquito-rei		L	04/03/2012
	<i>Amazona farinosa</i>	Papagaio-moleiro		N	28/07/2011
THAMNOPHILIDAE	<i>Myrmotherula axillaris</i>	Choquinha-de-flanco-branco		F	15/04/2017
FURNARIIDAE	<i>Furnarius rufus</i>	João-de-barro		B	29/10/2020
	<i>Cichlocolaptes leucophrus</i>	Trepador-sobrancelha		N	28/07/2011
RHYNCHOCYCLIDAE	<i>Pseudoseisura cristata</i>	Casaca-de-couro		O	10/06/2011
	<i>Todirostrum cinereum</i>	Ferreirinho-relógio		D	21/08/2019

Continuando Tabela 1

TYRANNIDAE	<i>Fluvicola nengeta</i>	Lavadeira-mascarada	C	01/03/2020
	<i>Myiarchus ferox</i>	Maria-cavaleira	D	03/07/2019
	<i>Arundinicola leucocephala</i>	Freirinha	C	25/11/2018
	<i>Xolmis velatus</i>	Noivinha-branca	E	12/11/2017
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Suiriri	I	18/04/2014
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bem-te-vi	I	18/04/2014
	<i>Tyrannus savana</i>	Tesourinha	M	18/10/2011
	<i>Rhytipterna simplex</i>	Vissia	N	28/07/2011
HIRUNDINIDAE	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Andorinha-serradora	D	21/08/2019
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes musculus</i>	Corruira	L	08/01/2013
TURDIDAE	<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá-do-campo	C	07/04/2019
PASSERELLIDAE	<i>Ammodramus humeralis</i>	Tico-tico-do-campo	L	14/04/2012
ICTERIDAE	<i>Chrysomus ruficapillus</i>	Garibaldi	D	21/08/2019
	<i>Leistes superciliaris</i> (<i>Sturnela superciliaris</i>)	Polícia-inglesa-do-sul	C	14/10/2018
	<i>Molothrus bonariensis</i>	Chupim	K	19/03/2013
	<i>Gnorimopsar chopi</i>	Pássaro-preto	L	10/01/2013
THRAUPIDAE	<i>Thraupis sayaca</i>	Sanhaço-cinzento	C	25/08/2019
	<i>Sporophila nigricollis</i>	Baiano	D	21/08/2019
	<i>Sicalis flaveola Thraupis</i>	Canário-da-terra	E	12/11/2017
	<i>palmarum Volatinia</i>	Sanhaço-do-coqueiro	I	05/05/2014
	<i>jacarina Tangara seledon</i>	Tiziu	L	17/01/2012
	<i>Estrilda astrild</i>	Saíra-sete-cores	N	28/07/2011
ESTRILDIDAE		Bico-de-lacre	I	18/04/2014

Figura 2. Número de registros de aves por observador (identificado anonimamente pelas letras de A à P) entre 2009 e 2021, na cidade de Teixeira de Freitas, na plataforma WikiAves®.

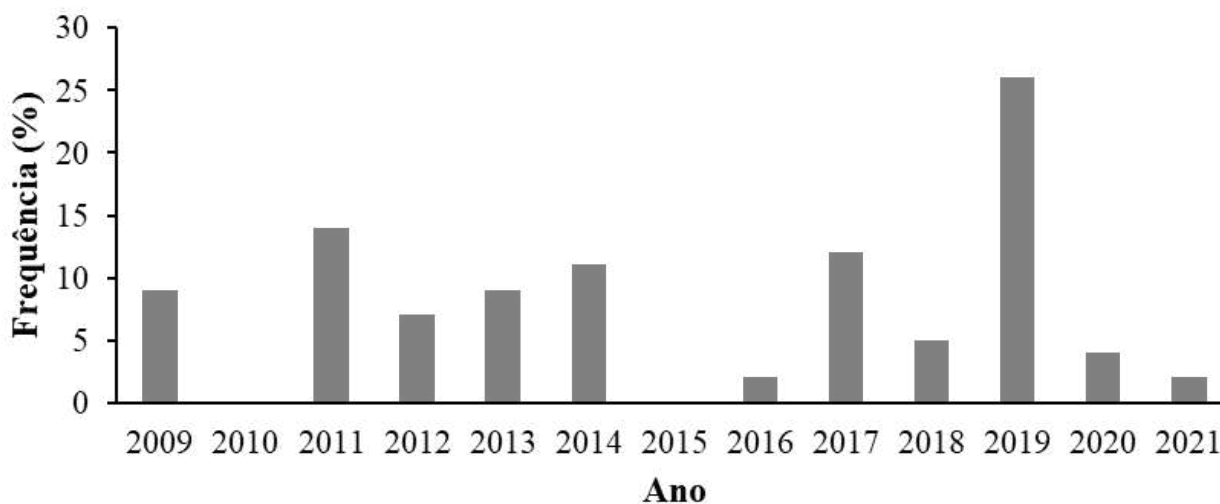


Fonte: Autoria própria, 2022.

Observa-se que o ano de 2019 foi o ano com maior número de registros (Figura 3).

Os anos de 2010 e 2015 não apresentam registros de aves na referida plataforma, o que é curioso quando comparamos o decaimento de registros de 2020 e 2021 em que a razão desse declínio pode ser claramente explicada pelo isolamento social obrigatório devido à pandemia de Covid-19. No entanto, mesmo que abaixo de 5%, ainda assim ocorreram registros, nesse período, para Teixeira de Freitas. Voltando às análises para os anos de 2010 e 2015, estes foram anos de acentuada crise econômica no país (SILVA, 2017); períodos de crise, geralmente, indicam menor preocupação com meio ambiente e maior preocupação com sobrevivência (proteção do eu), o que interfere em atitudes pró ambientais voluntárias (HASSE, 2018). Os primeiros autores a desenvolverem esta ideia foram Beckerman (1992) e Kusnetz (1995), segundo os mesmos, ao longo do processo de crescimento, o aumento da renda per capita e melhores níveis de educação levaria a uma menor degradação ambiental. Dessa forma, os períodos de desenvolvimento e crise são úteis para explicar não só as desigualdades sociais, mas também a adesão ou não à ações voluntárias em prol do meio ambiente.

Figura 3: Frequência no número de registros virtuais de aves na cidade de Teixeira de Freitas-BA, entre os anos de 2009 e 2021.



Fonte: Autoria própria, 2022.

A contribuição de observadores de aves com informações em plataformas como a estudada tem ganhado força, sendo necessários incentivos da sociedade civil e governamentais no sentido de estimular este tipo de atitude pró ambiental (MOREIRA-LIMA, 2013). A análise da evolução dos registros permeia também uma importante discussão sobre o próprio comportamento pró ambiental e a compreensão desse fenômeno em nosso contexto sociocultural. O que leva uma pessoa a ter, por iniciativa própria, atitudes pró ambientais está ligado a motivos como contemplação, ativismo/consumo, economia de água e de energia, limpeza urbana e reciclagem, entre outros (PATO e TAMAYO, 2006). Assim,

sugere-se, além de estudos como este a nível de biomas, outros estudos que possam traçar um panorama pós pandemia de Covid-19, em que após o período de isolamento obrigatório, mais e mais pessoas tem buscado contato com a natureza, visando bem-estar.

Na cidade de cidade de Teixeira de Freitas, assim como em todo o Nordeste brasileiro, a relação da população com as aves permeia principalmente o uso destas como animais de estimação cativas em gaiolas (ROCHA *et al.*, 2006; ALVES *et al.*, 2010; FERNANDES-FERREIRA *et al.*, 2012). No entanto, a observação de aves é uma atividade promissora como política pública de conservação, para combater tal ação ambientalmente negativa, que apesar de ser um costume cultural, é comprovadamente capaz de gerar desequilíbrios ecológicos (ALVES *et al.*, 2012; COSTA *et al.*, 2018).

No que tange a ação pró ambiental em si, poucos estudos foram engendrados a respeito do que move a população no Brasil, a ter atitudes em prol do meio ambiente (COELHO *et al.*, 2006). Ainda mais, a ação não só como a de não aprisionar aves e preferir observá-las livres, mas até ter o trabalho de registra-las em uma plataforma virtual, colaborando com um conhecimento coletivo relevante para a conservação ambiental. Psicologicamente, atribui-se valores humanos como facilitadores na promoção de comportamentos em prol do ambiente, entre eles: níveis mais altos de traços de abertura à experiência e amabilidade (e um pouco de honestidade-humildade), valores de autotranscedência, abertura à mudança e pensamento futuro (MILFONT, 2021; BARBOSA e ROBAINA, 2022).

Este estudo registrou, pela primeira vez, dados ao longo do tempo sobre a ação pró ambiental de registrar aves, em uma plataforma digital, da cidade de Teixeira de Freitas, extremo sul da Bahia. Estudos similares, testando a plataforma digital Wikiaves, encontraram resultados interessantes tanto sobre a validação dos registros ornitológicos em si, como estudos de modelagem, comportamento, entre outros (CUNHA e FONTENELLE, 2014; SCHUBERT, 2016; NETO, 2017). Assim como em nosso estudo, Alexandrino *et al.*, 2018 corrobora a importância das atitudes pró ambientais, indo além nominando estes voluntários observadores de aves como cidadãos cientistas. Utilizando a mesma plataforma virtual de registro, outros trabalhos reforçam a importância dos registros voluntários para a ciência ornitológica brasileira (NETO, 2017; ALEXANDRINO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2020; MOURA *et al.*, 2021). Encontramos relativa inconsistência dos registros ao longo do tempo, sendo que dos anos com baixos registros somente os anos de 2020 e 2021 puderam ser explicados pelo isolamento social devido à pandemia de Covid-19. Aos anos de 2010 e 2015 atribuímos questões relativas ao contexto de crise econômica enfrentados pela cidade e o país, em que infelizmente atitudes pró ambientais ficam em segundo plano em detrimento de aspectos relacionados à própria sobrevivência do indivíduo. No entanto, são necessários mais estudos para investigação dessa dinâmica temporal e local das observações (ALEXANDRINO *et al.*, 2018).

Vale ressaltar a importância da divulgação da lista de espécies de aves registradas pelos observadores naquela plataforma, indicando sua importância para estudos científicos

de diferentes escopos, como aventado por Schubert, 2016. É necessário o estímulo para a execução de mais estudos como este em outras cidades, estados e, principalmente, a nível de biomas, para conhecimento do ato de registro de aves e sua utilização não apenas como ação pró ambiental, mas validando a ciência cidadã produzida no Brasil. Políticas de incentivo a este tipo de ação ambiental voluntária são imprescindíveis, uma vez que há uma relação positiva do bem-estar pessoal do cidadão com a ação em prol do meio ambiente (HASSE, 2018). Atitudes pró-ambientais como as de registro de espécies, na referida plataforma, são uma importante contribuição para o conhecimento da avifauna da região da cidade de Teixeira de Freitas-BA, sendo importante incentivar tais ações assim como grupos de observadores de aves, turismo ecológico, entre outros.

4 CONCLUSÃO

Este estudo apresenta a ação individual pró ambiental, na forma de registros de aves em plataforma virtual, como importante forma de construção científica pelos cidadãos da cidade de Teixeira de Freitas-BA. Futuros estudos, podem incluir entrevistas com os próprios observadores para averiguação de suas razões para a constância ou não dos registros, além das motivações para tal atitude. Ainda assim, os registros efetuados contribuem para o conhecimento da avifauna local e com grande potencial para novos panoramas pós pandemia de Covid-19, uma vez que diversas pessoas tem buscado cada vez mais contato com a natureza. Ressaltamos a elevada importância ecológica de tal ação, já que a mesma tem potencial de combater outras como o hábito comum de prender aves em gaiolas. O incentivo de registra-las em uma plataforma virtual, dá aos voluntários um senso de colaboração com um conhecimento coletivo relevante para a conservação ambiental.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, E. R.; MENDES, R. L. S.; FERRAZ, K. M. P. M. B.; COUTO, H. T. Z. Regiões paulistas carentes de registros ornitológicos feitos por cidadãos cientistas. **Atualidades Ornitológicas**, v. 201, 2018.

ALMEIDA, P. F.; SILVA, J. B. L.; NEVES, F. M. Vulnerabilidade ambiental do município de Teixeira de Freitas-BA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n. 4, p. 1587-1609. 2020.

ALVES, R. R. N.; NOGUEIRA, E. E. G., ARAUJO, H. F. P.; BROOKS, S. E. Bird-keeping in the Caatinga, NE Brazil. **Human Ecology**, v. 38, n. 1, p. 147-156. 2010.

ALVES, R. R. N.; GONÇALVES, M. B. R.; VIEIRA, W. L. S. Caça, uso e conservação de vertebrados no semiárido brasileiro. **Tropical Conservation Science**, v. 5, n. 3, p. 394-416. 2012.

AMORIM, R. R.; REGINA, C. O. Degradação ambiental e novas territorialidades no Extremo Sul da Bahia. **Caminhos da Geografia**, v. 8, n. 22, p. 18-37. 2007.

BARBOSA, R. A.; OLIVEIRA, M. L. R.; VILELA, K. F.; ROQUE, M. B. Expansão da monocultura de eucalipto das indústrias de papel e celulose: uma arena de conflitos ambientais. **Polêmica**, v. 19, n. 1, p. 69-90. 2019.

BARBOSA, R. A.; ROBAINA, J. V. L. As pesquisas sobre atitudes ambientais no campo da Educação em Ciências: um estado do conhecimento. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 39, n. 1, p. 94-112. 2022.

BECKERMAN, W. Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment. **World Development**, v. 20, p.481-496. 1992.

BIANCALANA, R. N.; NOGUEIRA, W.; BESSA, R.; PIOLI, D.; ALBANO, C.; LEES, A. C. Range extensions and breeding biology observations of the Sooty Swift (*Cypseloides fumigatus*) in the states of Bahia, Goiás, Minas Gerais and Tocantins. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 2, p. 87-92. 2012.

BURSZTYN, M. A.; BURSZTYN, M. **Fundamentos de Política e Gestão Ambiental**. Caminhos para a Sustentabilidade. 2013, p. 612, Garamond Universitaria.

CARVALHO, V. S. **Raízes da Ecologia Social. O percurso interdisciplinar de uma Ciência em Construção**. 2005. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CBRO - Checklist of birds of Brazil/ Lista das aves do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, p. 91-298. 2015.

COELHO, J. A.P. M, GOUVEIA, V. V., MILFONT, T. L. Valores Humanos como Explicadores de Atitudes Ambientais e Intenção de Comportamento Pró-Ambiental. **Psicologia em Estudo**, v. 11, n. 1, p. 199-207. 2006.

COSTA, F. J. V.; RIBEIRO, R. E.; SOUZA, C. A.; NAVARRO, R. D. Espécies de aves traficadas no Brasil: uma meta-análise com ênfase nas espécies ameaçadas. **Fronteiras: Jornal of Social, Technological and environmental Science**, v.7, n.2, p. 324-346. 2018.

CUNHA, A. H.; TARTLER, N.; SANTOS, R. B. FORTUNA, J.L. Análise microbiológica da água do rio Itanhém em Teixeira de Freitas-BA. **Revista Biociências**, v. 16, n. 2, p. 86-93. 2010.

CUNHA, F. C. R; FONTENELLE, J. C. R. Registros de tumulto em aves no Brasil: uma revisão usando a plataforma WikiAves. **Atualidades Ornitológicas**, n. 177, 2014. Disponível em: www.ao.com.br. Acesso em 18/01/2022.

DOHLER, T. L.; PINA, W. C. Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes florais do sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. **Scientia Plena**, v. 13, n. 8, p. 1-7. 2017.

FERNANDES-FERREIRA, H.; MENDONÇA, S. V.; ALBANO, C.; FERREIRA, F. S.; ALVES, R. R. N. Hunting, use and conservation of birds in Northeast Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, p. 221-244. 2012.

GODOI, M. N.; COSTACURTA, M. B.; NUNES, A. P.; PATRIAL, MORANTE FILHO, J. C. First records of the Crested Black-Tyrant (*Knipolegus lophotes*, Tyrannidae) in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3. 2012.

GUERRA, M. P.; OLIVEIRA, V. M.; MADUREIRA, M. S.; FORTUNA, J. L. Enterobactérias e estafilococos em moscas capturadas em feira-livre no município de Teixeira de Freitas-BA. **Brazilian Journal of Animal Environmental Research**, v. 2, n. 3, p. 1130-1144. 2019.

HASSE, C. S. **As motivações e o bem-estar de voluntários brasileiros em ações sociais, educativas e de saúde**. 2018. Dissertação Mestrado, UFRGS, Porto Alegre.

KUZNETS, S. Economic Growth and Income Inequality. **American Economic Review**, v. 45, p. 1-28. 1995.

LANA, J. C.; MARCUSSI, M. C. R. **Diagnóstico da população em áreas de risco geológico: Teixeira de Freitas, BA**. 2021, 15p. (CPRM-Serviço Geológico do Brasil).

MACENA, T. N. S.; FERREIRA, M. H.; SANTOS, C. D.; PEREIRA, L.S. Investigação de *Cryptococcus neoformans* em fezes de pombos urbanos (*Columbia livia*) em Teixeira de Freitas, Bahia. **Mosaicum**, v. 13, n. 25, p. 159-170. 2017.

MARINI, M. Â.; GARCIA, F. I. Conservação de Aves no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 95-102. 2005.

MAZZONI, L. G.; ESSER, D. DUTRA, E. C.; PERILLO, A.; MORAIS, R. New records of the Forbes's Blackbird *Curaeus forbesi* (Sclater, 1886) in the state of Minas Gerais, with comments on its conservation. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 4, P. 44-47. 2013.

MILFONT, T. L. The differential psychology of environmental protection/exploitation. **PsyEcology**, v. 12, n. 3, p. 398-427. 2021.

MITTERMEIER, R. A.; GILL, P. R.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, J.; MITTERMEIER, C. J.; LAMOURUX, J.; FONSECA, G. A. B. **Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endegered terrestrial ecoregions**. 2005.

MMA [Ministério do Meio Ambiente] **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e campos sulinos**. 2000, Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

MOREIRA-LIMA, L. **Aves da Mata Atlantica: riqueza, composição, status, endemismos e conservação**. 2013. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo.

MOURA, A. S.; MACHADO, F. S.; MENGEZ, U. C. L.; MARIANO, R. F.; FONTES, M. A. L. Ausência de registros fotográficos atuais no WikiAves do Gavião carijó, *Rupornis magnirostris* (Gmelin, 1788), para o domínio morfoclimático do Pantanal. **Regnellea Scientia**, v. 7, n. 2, p. 58-64. 2021.

NETO, M. D. Testando dados de localização municipal para a construção de modelos de nicho grineliiano (MNG): um primeiro passo para o uso de registros do WikiAves como fonte para modelagem. **Atualidades Ornitológicas**, v. 198. 2017.

PATO, C. M. L.; TAMAYO, A. A escala de comportamento ecológico: desenvolvimento e validação de um instrumento de medida. **Estudos de Psicologia**, v. 11, n. 3, p. 289-296. 2006.

PINHEIRO, R.; DORNAS, T.; LEITE, G.; CROZARIOL, M. A. Novos registros do pica-pau-do-parnaíba *Celeus obrieni* e status conservação no estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v.20, p. 59-64. 2012.

ROCHA, M. S. P.; CAVALCANTI, P. C. M.; SOUSA, R. L.; ALVES, R. R. N. Aspectos da comercialização ilegal de aves nas feiras livres de Campina Grande, Paraíba, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 204-221. 2006.

ROOS, A. L.; SOUZA, C. B.; DE PAULA, R. C.; MORATO, R. G. Primeiro registro documentado do Jacu-estalo *Neomorphus geoffroyi* Temminck, 1820 para o bioma Caatinga. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 1, p. 81-85. 2012.

SCHUBERT, S. C. **Validando a plataforma WikiAves como ferramenta para estudos de padrões migratórios de aves no Brasil**. 2016. Monografia (Ciências Biológicas), UFPR.

SILVA, C. S.; FERNANDES, J. V. C.; PIGOZZO, C. M. Beija-flores da região nordeste registrados na plataforma WikiAves. **Candombá-Revista Virtual**, v. 16, n. 1, p. 44-62. 2020.

SILVA, K. C. F. **Premio ANEFAC – Demonstrações financeiras transparentes. Análise das empresas vencedoras entre os anos de 2010 e 2015 e a crise econômica**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso, UFMT, Cuiabá-MT.

SOS MATA ATLÂNTICA, INPE **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica – Período de 2012-2013**. Fundação SOS Mata Atlântica, São Paulo, 2014.

WIKIAVES **Observação de aves e ciência cidadã para todos**. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/index.php>. Acesso em: 07/06/2022.

Atributos físicos e químicos do solo sob formas de cultivo no assentamento Milagre, Apodi/RN

Sílvio Roberto Fernandes Soares ^{a*}, Lucas Ramos da costa ^b, Marcelo Tavares Gurgel ^c,
Eulene Francisco da Silva ^d, Renato de Medeiros Rocha^e

^a Secretaria Municipal de Saúde. Rua Eugênio Costa, 72 CEP: 598080-000, Serrinha dos Pintos-RN.

^b Faculdade Nova Esperança de Mossoró, avenida Presidente Dutra 701- Alto de São Manuel, Mossoró-Rn

^c Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, UFERSA. Rua Francisco Mota Bairro, 572 - Pres. Costa e Silva, Mossoró - RN, 59625-900d

^e Rua Felipe Guerra 439 Centro, 59300-00, Caíco-RN

***Autor correspondente:** Sílvio Roberto Fernandes Soares, Doutor, Rua Cícero Caetano nº 4, Centro, 59808-000, Serrinha dos Pintos-RN. silviofr@gmail.com.

Data de submissão:29-07-2022

Data de aceite: 10-11-2022

Data de publicação:15-12-2022



10.51161/editoraime/108/108



RESUMO

Introdução: O solo se destaca como um dos recursos naturais mais básicos por ser fornecedor de nutrientes para as plantas e, destas, para os animais. **Objetivo:** Partindo desta afirmativa, o presente artigo científico, de enfoque quali-quantitativo de pesquisa, visa analisar os atributos físicos e químicos do solo sob formas de cultivo. **Metodologia:** A coleta de dados foi realizada entre novembro de 2012 e fevereiro de 2013, no Assentamento Milagre (Apodi/RN). Para tanto, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em parcela subdividida, onde as parcelas foram as profundidades (0,0-0,10 m; 0,10-0,20 m; 0,20-0,30 m) com quatro repetições (trincheiras), sendo as subparcelas as áreas: área de mata nativa (MN), área em pousio por 30 anos (AP), área com monocultivo de sorgo por 3 anos (MS) e área de plantio em sucessão (AS). Com relação à parte física do solo, foram analisados: granulometria, porosidade total (macro e microporosidade), e densidades de solo e de partícula. Por sua vez, no tocante à parte química, analisou-se: N, P, pH, MO, K, Na, Ca, Mg, CTC e V. **Resultados:** Com base nos resultados obtidos, pode-se observar que as práticas adotadas não influenciam positivamente os atributos estudados em comparação com a área de mata nativa e às áreas manejadas com sucessão e monocultivo. **Conclusão:** A área 3 (com sorgo) foi melhor no atributo microporosidade graças à raiz fasciculada das gramíneas. Entretanto, esta mesma área apresentou – juntamente com a área 4 (sucessão de culturas) – os menores índices de nutrientes em solução no solo. A área 1 (de mata nativa) foi a que, em média, melhor se comportou em relação aos atributos físicos e químicos do solo.

Palavras-chave: fertilidade do solo; agricultura familiar; densidade; porosidade.

1 INTRODUÇÃO

O modelo agrícola mais representativo do semiárido brasileiro é da agricultura familiar que segundo Grisa et al., (2010) é para o autoconsumo. Esse modelo é o mesmo adotados por projeto de assentamento da reforma agrária.

O Assentamento Milagre foi criado através da portaria 35 em 09 de outubro de 1997 (INCRA, 2022), e situa-se na Chapada do Apodi, distante 18 km da sede do município de Apodi/RN, Brasil. É uma comunidade formada por 31 famílias, das quais 26 são assentadas formalmente, tendo 05 famílias agregadas. No setor produtivo, que se baseia na produção de sequeiro, este assentamento tem como principais atividades a agropecuária, a cajucultura, o cultivo de algodão, o milho, o feijão e o sorgo.

O sorgo utilizado é altamente tolerante aos veranicos e as temperaturas elevadas, podendo substituir o milho, em regiões com semiárido, na forma de rações concentradas brasileiro, mistura múltipla proteinada ou forrageira armazenados em silos (DE LIRA, 2016), fato que se comprova pela escolha dos agricultores do assentamento Milagres, ao adotar o plantio de sorgo em sistema convencional com revolvimento do solo. Segundo Cunha et al., (2001) com essas mudanças provocadas pelo homem ocorrem efeitos negativos para as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. Portanto faz-se necessário substituir esse modelo por outro em que a qualidade do solo seja preservada.

Para avaliar a qualidade do solo, é necessário selecionar algumas de suas propriedades que são consideradas como atributos indicadores (CONCEIÇÃO *et al.*, 2005). Islam e Weil (2000) propuseram a utilização de dados das características físicas, químicas e biológicas, coletados em solo de uma área sem alteração antrópica, como referência para montagem de um índice geral da qualidade do solo e, assim entender o quão foi modificado o solo da área em questão.

No estudo de um Argissolo, após 23 anos de diferentes manejos, Hickmannet *et al.* (2012) constataram que o cultivo do solo aumenta a degradação física, comprovada pela redução da porosidade, estabilidade de agregados, condutividade hidráulica em solo saturado, aumento da densidade do solo e perda de carbono orgânico total, comparado à floresta, sendo que o sistema conservacionista plantio direto, promoveu melhoria nos atributos físicos e recuperou os teores de carbono orgânico total do solo na camada superficial de 0-5 cm. Entre as variáveis químicas e físicas avaliadas, o desbalanço de bases e a limitação da infiltração de água no solo, respectivamente, são as que mais frequentemente limitam a produtividade de grãos (SANTI *et al.*, 2012).

Analisando a qualidade de um Latossolo Vermelho sob diferentes usos e o Cerrado, Araújo et al. (2007) verificaram que os indicadores de natureza física (densidade do solo, porosidade, resistência mecânica à penetração, taxa de infiltração de água) foram os que melhor refletiram nas diferenças de qualidade do solo entre as áreas avaliadas. Neste contexto, o estudo da porosidade total do solo se torna importante.

Com relação à química do solo na região Semiárida, Martins *et al.* (2010) objetivando analisar a variabilidade de atributos químicos e microbianos de solos, visando a utilizá-los como indicadores de processos de desertificação, em áreas sob níveis crescentes de degradação na região semiárida do Estado de Pernambuco, em três ambientes: conservado, moderadamente degradado e intensamente degradado, detectaram que por meio de análises de componentes principais que alguns atributos químicos e microbianos são mais sensíveis ao avanço da degradação, como o C da biomassa microbiana do solo, a acidez potencial e a saturação por base, tanto no período seco como no chuvoso, associados aos teores Ca e H + Al.

Maia *et al.* (2006) observaram que os atributos químicos do solo, como bases trocáveis, CTC, pH e acidez potencial no tratamento, variaram em função dos teores de argila, sendo que nos tratamentos onde houve maior revolvimento do solo (cultivo convencional com milho) detectou-se redução nesses atributos.

Ao avaliar a importância de atributos de solo na variação espacial de produtividade de grãos de milho, Nogara Neto *et al.* (2011) reportaram que o equilíbrio de bases foi importante para a nutrição de plantas de milho com reflexos na produtividade. Segundo Delarmelinda *et al.* (2010), a sucessão de diferentes cultivos contribui para a manutenção do equilíbrio dos nutrientes no solo e para o aumento da sua fertilidade, além de permitir uma melhor utilização dos insumos agrícolas.

Diante disso, a variação de tais atributos, determinada pelos diferentes sistemas agrícolas, e sua avaliação são importantes para o melhor manejo do solo visando à sustentabilidade do sistema. Assim, objetivou-se com este trabalho científico, de abordagem quali-quantitativa de pesquisa, analisar os atributos físicos e químicos do solo sob diferentes sistemas agrícolas no Assentamento Milagre, localizado em Apodi/RN.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA: ASPECTOS FÍSIOGRÁFICOS

O estudo científico foi realizado em áreas agrícolas do Assentamento Milagres, na região da chapada do Apodi, pertencente ao município de Apodi/RN, de novembro de 2012 a fevereiro de 2013, cuja coordenadas geográficas do assentamento são 5°35'24.85" de Latitude Sul e 37°54'10.33" de Longitude Oeste, com altitude de 159 m (GOOGLE EARTH, 2013).

O município de Apodi/RN possui o clima semiárido (BSwh de Köppen) (CPRM, 2000). Com uma precipitação pluviométrica anual média de 833,5 mm, período chuvoso de março a maio, temperatura média anual em torno de 28.1°C, umidade relativa média anual de 68% e quanto à formação vegetal, possui Caatinga Hiperxerófila (IDEMA, 1999 *apud* CPRM, 2005). Os solos das áreas em estudo são classificados, segundo o Sistema Brasileiro de

Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), como Cambissolo Háplico Ta eutrófico, textura Franco Argilo Arenosa, fase vegetação Caatinga Hiperxerófila. Os solos do assentamento são de origem calcária, onde o contato lítico predominante é o calcário jandaíra.

2.2 DESCRIÇÃO DAS ÁREAS E AMOSTRAGEM DE SOLO

As análises químicas e físicas foram realizadas em quatro áreas, todas com relevo plano a levemente ondulado, sendo duas escolhidas por serem os sistemas agrícola mais representativo utilizado pelos agricultores do Assentamento, cujo uso pode ser assim caracterizado: (a) Mata nativa (A1): área sob vegetação de caatinga hiperxerófila, preservada e com histórico de perturbação antrópica – retirada de lenha só para cercamento de outras áreas e criação de abelhas africanizadas. Esta área foi escolhida como referência para comparação das alterações dos atributos do solo; segunda - Área sob pousio (A2): Área que não é cultivada a 30 anos cuja vegetação atual sob solo é de caatinga hiperxerófila, mata secundária; terceira – A3: Plantio convencional com monocultivo de sorgo por 3 anos; Quarta – A4: área sob sucessão de culturas; segue descrição detalhada de cada área, com respectivo histórico (*vide* Tabela 1).

Tabela 1 - Histórico e descrição dos tratamentos estudadas num Cambissolo Háplico Ta eutrófico.

Sistemas agrícolas e uso do solo	Descrição
* Mata nativa - MN	Caatinga hiperxerófila, principais plantas: aroeira, sabiá, pau branco, marmeleiro, mufumbo e jurema. Utilizada para extração de mel de abelhas africanizadas e madeira para construção de cerca.
* Área em pousio - AP	Caatinga hiperxerófila, mata secundário em pousio por 30 anos, principais plantas; mufumbo, jurema e marmeleiro, poucos exemplares de pau branco.
* Área monocultivo de sorgo - MS	5 anos de cultivo de algodão, 2 anos de pousio e nos últimos 3 anos cultivo de sorgo para silagem.
* Área de sucessão - AS	3 anos de cultivo de algodão, seguidos de: sorgo, girassol, milho e depois feijão

Fonte: Autoria própria(2013)

Foram selecionados talhões com média 1,5 ha de cada área estudada, em se que coletaram amostras para análises físicas e químicas de solo nas profundidades de 0–0,10; 0,10-0,20; e 0,20–0,30 m.

Para a análise física, foram utilizadas amostras indeformadas – coletadas em anel volumétrico de dimensões: diâmetro médio de 47,50 mm e altura 28,0m; que foram calculados conforme o método de Blake e Hartge, 1986. Este era imediatamente acondicionado em papel alumínio e sacos plásticos e identificados para serem enviados ao Laboratório de análise de solo, água e planta - LASAP/UFERSA - e amostras deformadas, para análise

granulométrica (*vide* Tabela 2) - provenientes dos solos coletas para realização das análises químicas. Em cada ponto de amostragem (quatro pontos por talhão), com quatro repetições, foi aberto trincheiras de 35x35x50 cm, referindo-se a comprimento, largura e profundidade; respectivamente.

Tabela 2 - Análise granulométrica.

TRATAMENTOS	Granulometria			Relação	Classe Textural
	Areias	Silte	Argila	Silte/Argila	
	-----kg.kg ⁻¹ -----			kg.kg ⁻¹	7
	AREAS				
Mata Nativa - MN	0,68	0,05	0,27	0,20	Franco Argilo Arenosa
Pousio 30 anos - AP	0,73	0,28	0,22	0,27	Franco Argilo Arenosa
Monocultivo sorgo - MS	0,66	0,06	0,30	0,20	Franco Argilo Arenosa
Área de sucessão - AS	0,66	0,08	0,26	0,32	Franco Argilo Arenosa
	PROFUNDIDADES				
0,00-0,10 m : P1	0,68	0,06	0,26	0,23	Franco Argilo Arenosa
0,10-0,20 m : P2	0,68	0,05	0,27	0,23	Franco Argilo Arenosa
0,20-0,30 m : P3	0,69	0,24	0,26	0,28	Franco Argilo Arenosa

Fonte: Autoria própria (2013)

Para caracterização química do solo, oito amostras simples foram coletadas em pontos equidistantes com trato “holandês” para formação de uma amostra composta dentre cada área. As amostras foram secas a sombra, passadas em peneiras com malha de 2,0 mm (TFSA) e analisadas no LASAP/ UFERSA.

2.3 ANÁLISES DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS

Os atributos físicos avaliados foram: densidade do solo, determinada pelo método do anel volumétrico; porosidade total (PT), pela relação entre a densidade do solo e a densidade de partículas determinada pelo método do balão volumétrico; microporosidade, considerada igual à quantidade de água retida pelo solo na tensão de 6 kPa; macroporosidade (MAP), pela diferença entre porosidade total e microporosidade; cujas análises foram realizadas segundo Donagema *et al.* (2011).

Os atributos químicos avaliados foram: o teor de matéria orgânica, determinado pelo método de Walkley & Black, o pH do solo e os teores de N, P, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, e calculadas a capacidade de troca de cátions a pH 7 (CTC) e a saturação por bases (V).

O pH foi determinado em água. O nitrogênio foi determinado pelo método micro kjeldahl, digestão por ácido sulfúrico, seguido de destilação e titulação. O fósforo, potássio e o sódio foram extraídos com a solução de Mehlich 1 (HCl a 0,5 N + H₂SO₄ a 0,025N) e o fósforo determinado em calorímetro, potássio e sódio por fotômetro de chama. O Ca²⁺ e o Mg²⁺ foram extraídos em KCl a 1N e determinados por titulação de EDTA. As análises laboratoriais foram realizadas de acordo com Donagema *et al.* (2011).

2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados, com quatro repetições, em parcelas subdivididas no espaço. Foram considerados como efeitos primários – parcelas – 03 profundidades de coleta de solo; e secundários as subparcelas – 04 áreas dos sistemas agrícolas. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando apresentavam significância procedia-se o teste de comparação de médias pelo teste de Tukey (P < 0,05), utilizando-se o programa SAEG 9.0 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com observado na Tabela 3, não se constatou interação significativa para profundidade x área para nenhum atributo físico. Para porosidade total (PT) o fator área não foi significativo e para macroporosidade o fator profundidade também não foi significativo, ambos pelo teste de tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Tabela 3 – Quadrado médio, média geral e CV para os atributos físicos.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio				
		DP	DS	PT	MAP	MIP
Profundidade - trat a	2	0,036*	0,032**	0,0010*	0,000012 ^{ns}	0,0037*
Resíduo a	6	0,0072	0,0056	0,00021	0,0000045	0,0011
Área- trat b	3	0,088**	0,016*	0,00018*	0,00017**	0,067**
Prof x Área	6	0,027 ^{ns}	0,0061 ^{ns}		0,0000023 ^{ns}	0,0015 ^{ns}
Resíduo b	30	0,0150	0,0043	0,00013	0,0000048	0,00066
Média geral	-	2,55	1,717	0,177	0,012	0,12
CV % - b	-	4,94	3,84	6,59	17,37	21,89

Fonte: Autoria própria (2013)

* **Legenda:** DP: densidade de partícula; DS: densidade do solo; PT: porosidade total; MAP: macroporosidade; MIP: microporosidade.

Através da Tabela 4 podemos observar que para o fator profundidade para DP e DS estes se comportaram estatisticamente iguais variando ao nível de 5 % de probabilidade com valores reduzindo na camada mais profunda P3. Este fato pode ser devido à influência da rocha calcária, material de origem do solo estudado, apresentar uma densidade pequena em relação a outros tipos de rocha. Resultados encontrados por Bicalho (2011) não corroboram com os valores encontrados, que trabalhando para avaliar as condições físicas do solo sobre diferentes sistemas de uso e manejo, experimentou seis sistemas de manejo do solo (Mata nativa, pastagem, algodão, pomar, área irrigada e área de sequeiro) nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm e verificou que entres as profundidades não ocorreu diferença significativa para todas as densidades estudadas, exceto na mata nativa, fato não verificado no presente estudo.

Relatos feitos por Nocoloso et al. (2008), ao investigar atributos de um Latossolo sob sistema de plantio direto, reportaram relação inversa entre macroporosidade e resistência do solo, bem como entre resistência do solo e infiltração de água, e relação positiva entre macroporosidade, na camada superficial, e infiltração de água.

Para densidade de partículas no fator área, observar-se uma maior média para área com monocultivo (MS), fato que pode ser explicado pela presença da mecanização para produção da silagem do sorgo, foi verificado por Roque *et al.* (2010) com o objetivo de avaliar o efeito do controle de tráfego agrícola na compactação do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar no sistema de colheita mecanizada, avaliando os atributos físicos do solo nas camadas de 0,0–0,1, 0,1–0,2 e 0,2–0,3 m de profundidade, que o tráfego das máquinas agrícolas aumenta a densidade do solo na linha de rodado em relação à linha de plantio, conseqüentemente com aumento da densidade do solo aumenta-se a densidade partículas. Foi possível observar a influência das raízes fasciculadas quando comparamos com a densidade do solo, onde a menor média foi a área – MS com $1,62\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Pereira *et al.* (2010), com o objetivo de avaliar a influência da mecanização agrícola sobre características físicas de um Cambissolo derivado de calcáreo e visando fornecer orientações para o adequado manejo do solo, realizaram coletas em seis profundidades: (0 – 5; 5 – 10; 10 – 15; 15 - 20; 20 - 30 e 30 – 40 cm) e analisaram: densidade do solo e densidade de partícula e conseguiu notar que o uso de práticas agrícolas de manejo de solo influencia a densidade do solo.

A redução da porosidade total (PT) e da macroporosidade (MAP) observada na profundidade 0,20-0,30 m (*vide* Tabela 4), no fator profundidade em relação às primeiras profundidades P1 e P2, foi estatisticamente menor ($P < 0,05$) para PT e para MAP foi não significativo (mas observa-se redução no valor absoluto). No entanto, para PT e a Micro o fator área: mata nativa (MN), Pousio por 30 anos (AP) e monocultivo de sorgo 3 anos (MS) foram estatisticamente iguais ao nível de 5% de probabilidade, enquanto que na área de sucessão (AS), observou-se maior média 0,187 PT e $0,180\text{m}^{-3}\cdot\text{m}^{-3}$ Micro. Este aumento da PT e da Micro se deve a redução da macro em detrimento da micro, e pode ter sido

promovido pela presença de bovino no período de entre-safra, que para região em estudo se caracteriza variando entre 7 e 9 meses sem chuva, ou seja, uma média 8 meses de pisoteio de bovinos na área (AS). Estes dados corroboram com os encontrados por Carneiro *et al.* (2009) que em área sobre ação antrópica foi verificado redução macroporosidade.

Tabela 4 – Médias de dados físicos.

TRATAMENTOS	D.P.	D.S.	P.T.	Micro	Macro
	-----kg.dm ⁻³ -----			-----m ⁻³ .m ⁻³ -----	
	PROFUNDIDADE				
0,00-0,10 m : P1	2,58 A	1,73 AB	0,183 A	0,169 AB	0,014 ^{ns}
0,10-0,20 m : P2	2,57 A	1,75 A	0,184 A	0,172 A	0,012
0,20-0,30 m : P3	2,49 B	1,67 B	0,171 B	0,160 B	0,011
	AREAS				
Mata Nativa - MN	2,51 B	1,70 AB	0,177 B	0,163 B	0,014 AB
Pousio 30 anos - AP	2,46 B	1,71 AB	0,179 B	0,163 B	0,016 A
Monocultivo sorgo - MS	2,66 A	1,68 B	0,174 B	0,161 B	0,013 B
Área de sucessão - AS	2,56 AB	1,77 A	0,187 A	0,180 A	0,007 C

Fonte: Autoria própria (2013)

* **Legenda:** DP: densidade de partícula; DS: densidade do solo; PT: porosidade total; Micro: microporosidade; Macro: macroporosidade. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% significância pelo Teste de Tukey.

3.2 ATRIBUTOS QUÍMICOS

Verificou-se através dos dados (*vide* Tabela 5) que houve interação significativa para os atributos químicos exceto para nitrogênio e potássio.

O comportamento observado (*vide* Tabela 6) para o nitrogênio (N) e para o fósforo (P) com os maiores teores apresentando-se na camada mais superficial e decréscimo em profundidade, onde estatisticamente são diferentes, 0,0-0,10 m (P1) e 0,10-0,20 m (P2) de 0,20-0,30 m (P3), está variação pode ser devido a maior concentração de matéria orgânica na camada mais superficial, de acordo com Novais *et al.* (2007) cerca de 95 % do N do solo está associado a matéria orgânica e P cerca de 50 % esta na forma orgânica e foi constatado por D'Andréa *et al.* (2004) que maiores teores de N foram encontrados nos locais mais próximos à superfície do solo. Para o fósforo (P) foi verificado uma diminuição em profundidade, essa maior disponibilidade de P em superfície pode ser atribuída a maior presença de matéria orgânica e também do manejo do solo adotado, resultados semelhantes foram obtidos por

Santos e Tomm (2003) e Santos *et al.* (2003), que verificaram, após oito anos, que os teores de P tenderam a decrescer em maiores profundidades em todos os sistemas de culturas.

Para o fator áreas (*vide* Tabela 6), verificou-se que não houve significância estatística ($P < 0,5$) para o N, mas para o P foi verificado, e as áreas de mata nativa (MN), monocultivo de sorgo (MS) e área de sucessão (AS) foram estatisticamente iguais a 5 % de probabilidade. Dado peculiar é notado na área em pousio, mostrando que para área sob Cambissolo, após ocorrer alteração dos atributos, 30 anos depois não se verificou melhorias, ou seja, áreas de caatinga manejadas incorretamente mesmo depois de um período de pousio elevado não conseguem retornar aos seus níveis de fertilidade.

Tabela 5 – Quadrado médio, média geral e CV para os atributos químicos.

Fonte de variação	Graus de liberdade	pH (Água)	Quadrado Médio			
			M.O. -----g.kg ⁻¹ -----	N	P	K
Profundidade-a	2	0,21**	33,38**	0,315**	15,69*	20354,55**
Resíduo a	6	0,23	0,38	0,042	3,46	46,69
Área– b	3	3,35**	66,98**	0,311 ^{ns}	20,27*	6130,94**
Prof X Área	6	0,138**	5,82**	0,216 ^{ns}	11,51 ^{ns}	2989,07**
Resíduo b	30	0,738	0,77	0,174	5,84	128,85
Média	-	6,51	9,61	1,534	1,85	110,32
CV % - b	-	1,32	9,16	27,21	130,86	10,61

Fonte de variação	Graus de liberdade	Na mg.dm ⁻³	Ca ²⁺ -----cmol _c .dm ⁻³ -----	Mg ²⁺	CTC	V %
Resíduo a	6	1,71	0,27	0,048	0,08	5,54
Área– b	3	103,11**	25,47**	0,97*	4,36**	1630,85**
Prof X Área	6	34,64**	1,58**	0,99**	0,502*	70,87**
Resíduo b	30	0,99	0,16	0,22	0,163	5,191
Média	-	10,67	4,06	1,06	6,95	77,57
CV % - b	-	9,34	9,77	44,46	5,81	2,93

Fonte: Autoria própria (2013)

Os atributos químicos (*vide* Tabela 7) acidez ativa- potencial hidrogeniônico (pH), sódio (Na), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), capacidade de troca de cátions CTC e saturação por base (V), observou-se para os dados que a área de sucessão em todas as profundidades quando não foram superior foram estatisticamente iguais ($P < 0,05$). Já o potássio (K⁺) e a matéria (M.O.) e a área de mata nativa(MN) foram estatisticamente superiores as demais áreas. Para os valores de pH praticamente não houve variação tanto em área como em profundidade, sendo que a área em sucessão (AS) apresentou os maiores valores ($P < 0,05$). A maioria dos valores foram acima 6,1 e até 7,46 que de acordo com Novais *et al.* (2007) é

classificado como solo pouco ácido até pouco alcalino, para Ribeiro *et al.* (1999) é classificado agronomicamente como alto, representativo para Cambissolo da região da chapada Apodi.

Tabela 6 – Teores médios para N - nitrogênio e P – fósforo.

TRATAMENTOS	N g.kg ⁻¹	P mg.dm ⁻¹
PROFUNDIDADES		
0,00-0,10 m : P1	1,67 A	2,02 A
0,10-0,20 m : P2	1,45 AB	1,47AB
0,20-0,30 m : P3	1,39 B	1,10 B
AREAS		
Mata Nativa - MN	1,66 ^{ns}	1,19 AB
Pousio 30 anos - AP	1,58	0,68 B
Monocultivo sorgo - MS	1,58	1,85 AB
Área de sucessão - AS	1,29	2,39 A

Fonte: Autoria própria (2013)

Nota: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% significância pelo Teste de Tukey.

Para M.O. (*vide* Tabela 7) verificou-se que a mata nativa foi estatisticamente superior ($P < 0,05$) em área e profundidade e o tratamento monocultivo de sorgo por três anos foi estatisticamente menor, análise importante é que mesmo após 30 anos de pousio (AP) a caatinga não conseguiu recuperar a alteração ocorrida. Silva Junior *et al.* (2012) com o objetivo de analisar os efeitos de diferentes sistemas de manejo de culturas e uso da terra nas propriedades químicas do solo tendo como referência a mata, verificou que a matéria orgânica, principal atributo relacionado à fertilidade do solo é diretamente afetada com a alteração da vegetação original. Portugal *et al.* (2008), com objetivo de realizar caracterização química e física de um Cambissolo Háplico Tb distrófico sob diferentes usos, verificaram redução da matéria orgânica com o uso agrícola.

O teor de potássio (K) para todos os tratamentos (*vide* Tabela 7) foi considerado de bom a muito bom, excetuando-se as duas últimas profundidades na área de sucessão que se enquadram como teor bom (RIBEIRO *et al.*, 1999). Foi observado também decréscimo de K em profundidade e em todas as áreas, observando-se também teores muito altos na superfície. Estas concentrações podem ser dos solos originários de rochas calcárias que possuem concentração baixa, apenas 6 g.kg⁻¹ e os altos teores pode ser devido ao

intemperismo dos minerais primários e secundários através do manejo adotado Novais *et al.* (2007). Silveira *et al.* (2010), objetivando estudar atributos químicos de solo cultivado com diferentes culturas de cobertura: braquiária, milho-consorciado com braquiária; guandu anão; milheto; capim mombaça; sorgo granífero; estilosantes; e crotalaria verificaram efeito semelhante para o K⁺, e decréscimo dos teores em profundidade e em todas as culturas de cobertura.

Foi verificado através dos resultados (*vide* Tabela 7) que o sódio decresceu em profundidade, entre as áreas MN, AP e AS não houve diferença (P<0,05) e área a MS foi a que apresentou as menores médias. Foram encontrados resultados de decréscimo de sódio por Pereira e Siqueira (1979) em profundidade nas primeiras camadas até 0,60 m.

Os teores de cálcio (*vide* Tabela7) variaram de bom a muito bom (RIEIRO *et al.*, 1999), as áreas AP e MS foram nas duas profundidade P2 e P3 estatisticamente iguais e menores que as demais. Esse comportamento valida a preocupação com os usos do solo, pois o monocultivo reduziu os teores de cálcio e em uma área de caatinga com 30 anos de pousio não se verificou aumentos. Para o magnésio se constatou os maiores teores nas áreas cultivadas, classificado de médio a bom (RIEIRO *et al.*, 1999), e no trabalho de Dantas *et al.* (2012) também se verificou teores de magnésio maior nas áreas cultivadas.

Observaram-se altos teores de CTC nos sistemas de usos estudados (*vide* Tabela 7), há grande influência de todos os tratamentos estarem sobre um Cambissolo Háplico eutrófico confirmado pela saturação por base em todos os tratamentos acima de 50 %; e classificando a CTC: valores médios; e a saturação de base: variando de alta a muito alta (RIEIRO *et al.*, 1999). Estudos realizados por Cavalcante *et al.* (2007), que trabalharam com variabilidade espacial de atributos químicos em Latossolo Vermelho, em diferentes condições de uso e manejo, constataram que os sistemas de manejos apresentaram valores de saturação maiores do que os verificados na pastagem e na vegetação nativa.

Tabela 7 – Atributos químicos do solo

PROF	ÁREAS				ÁREAS			
	pH em água- acidez ativa				M.O. (g.kg-1)			
	MN	AP	MS	AS	MN	AP	MS	AS
P1	6,15bC	5,98 bD	6,47 aB	7,00 bA	14,97 aA	9,43 aAB	7,62 aD	11,50 aB
P2	6,30 aBC	6,09 bC	6,16 bBC	7,42 bA	12,75 bA	10,47 abB	8,11 aC	8,32 bC
P3	6,42 aBC	6,40 aBC	6,23 bC	7,46 aA	10,81 cA	8,87 bB	6,03 bC	6,45 cC
PROF	K ⁺ -potássio (mg.dm-3)				Na ⁺ (mg.dm-3)			
	MN	AP	MS	AS	MN	AP	MS	AS
P1	153,49 aAB	138,67 aB	138,01 aB	174,87 aAB	10,11 aA	11,37 aA	7,58 aB	10,42 cA
P2	134,40 aA	93,60 bB	92,28 bB	54,77 bC	10,11 aB	10,11 aB	6,32 aC	20,51 aA

Continuando Tabela 7

	P3	140,32 aA	88,66 bB	71,88 bB	42,93 bC	10,42 aA	10,74 aA	7,90 abB	12,31 bA
		Ca²⁺ (cmolc.dm-3)				Mg²⁺ (cmolc.dm-3)			
PROF	MN	AP	MS	AS	MN	AP	MS	AS	
P1	3,01 bC	3,90 aB	2,80 aC	5,36 bA	1,33 abAB	0,36 bB	1,59 aAB	1,22 aAB	
P2	4,07 aB	2,88 bC	2,90 aC	6,67 aA	0,28 bB	1,15 abAB	1,32 aAB	0,89 aAB	
P3	4,29 aB	2,85 bC	3,46 aC	6,55 aA	0,75 abB	1,69 aAB	1,44 aAB	0,68 aB	
		CTC (cmolc.dm-3)				V (%)			
PROF	MN	AP	MS	AS	MN	AP	MS	AS	
P1	6,64 abB	6,61 aB	6,70 aB	8,34 abA	71,56 aB	70,38 abB	71,24 aB	84,87 bA	
P2	6,55 aB	6,37 aB	6,21 aB	7,79 abA	72,29 aB	67,55 bC	72,11 aB	100,00 aA	
P3	7,28 abA	6,69 aA	6,88 aA	7,40 bA	74,72 aB	71,92 abB	74,32 aB	100,00 aA	

Fonte: Autoria própria (2013)

* **Nota:** As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey. As colunas são classificadas com letras minúsculas e as linhas são classificadas com letras maiúsculas. P1= Profundidade 0,00-0,10, P2= Profundidade 0,10-0,20 e P3= Profundidade 0,20-0,30. Sendo a MN = área de mata nativa, AP = área de pousio de 30 anos, MS = área com cultivo de sorgo por três anos, AS= área com sucessão de culturas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pesquisa realizada no assentamento serviu para comprovar que mata degradada entropicamente – área de pousio – AP, caatinga hiperxerófila, após 30 anos sem cultivo não conseguiu atingir níveis de nutrientes – atributos físicos e químicos próximos ao da mata nativa.

Foi possível verificar que a ação do monocultivo do sorgo aliado ao manejo com tratores e implementos não contribuem para melhoria da qualidade do solo, partir dos dados obtidos através das análises físicas e químicas.

A área de pousio, após análise verificou-se que não é uma prática com possibilidades de uso, pois em muitos atributos se manteve estatisticamente menor que a mata nativa.

O atributo M.O. orgânica que tem influência direta nos atributos físicos e químicos, foi maior estatisticamente na área de mata nativa – MN, que era a hipótese mais esperada e área de monocultivo de sorgo – MS foi a que teve menor teor de matéria orgânica, confirmando que o uso de solo nas condições edafoclimáticas diagnosticadas como cambissolo e caatinga propicia a degradação do solo ao longo do tempo.

De acordo com os atributos físicos-químicos pesquisados, estes proporcionaram avaliar que os dois usos em relação ao de mata nativa – caatinga hiperxerófila, devem ser repensados e será importante indicar outros métodos de usos do solo e implementos, como também realizar a rotação e sucessão em detrimento ao monocultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa-MG. v.31, p. 1099-1108, 2007.
- BICALHO, I. M.; UM ESTUDO DA DENSIDADE DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO E MANEJO. **Enciclopédia Biosfera**, [S. l.], v. 7, n. 12, 2011.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A., ed. *Methods of soil analysis; physical and mineralogical methods*. Madison, **American Society of Agronomy**, p. 363-375, 1986.
- CARNEIRO, M. A. C. *et al.* Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online]. v. 33, n. 1, 2009.
- CAVALCANTE, E. G. S. *et al.* Variabilidade espacial de atributos químicos do Solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n.6, p.1329-1339, 2007.
- CONCEIÇÃO, P. C. *et al.* Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa-MG. V. 29, 777-788, 2005.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Apodi, estado do Rio Grande do Norte /** Organizado [por] MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C.; PIRES, S. T. M.; ROCHA, D. E. G. A.; CARVALHO, V. G. D. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.11 p. + anexos
- CPRM- SÁ, J. U. Base municipal de informações das águas subterrâneas Município de Apodi /RN. Recife: **CPRM**, 2000.16 p. il. (Série Hidrogeologia. Informações Básicas, 21)
- CUNHA, TONY JARBAS FERREIRA *et al.* Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob cerrado. **Ciência Rural**, v. 31, p. 27-36, 2001.
- D'ANDRÉA, A. F. *et al.* Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.39, n.2, p.179-186, 2004.
- DANTAS, J.D.N. *et al.* Qualidade de solo sob diferentes usos e manejos no Perímetro Irrigado Jaguaribe/Apodi, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.16, n.1, p.18–26, 2012.

DELARME LINDA, E. A. *et al.* Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Acta Amazonica**. [online]. Manaus – AM. Vol. 40, n.3, p: 625-627, 2010.

DE LIRA, RANIERE BARBOSA. Cultivo do sorgo usando água de esgoto doméstico tratado como fonte hídrica. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, 2016.

DONAGEMMA, G. K., *et al.* Manual de métodos de análise de solo. **Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E)**, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/990374/manual-de-metodos-de-analise-de-solo> . Acesso em 26 ago. 2022.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação do Solo**. 2 ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.

GRISA, Catia; GAZOLLA, Marcio; SCHNEIDER, Sergio. A” produção invisível” na agricultura familiar: autoconsumo, segurança alimentar e políticas públicas de desenvolvimento rural. *Agroalimentaria*, v. 16, p. 65-79, 2010.

HICKMANN, C. *et al.* Atributos físico-hídricos e carbono orgânico de um Argissolo após 23 anos de diferentes manejos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 128-136, 2012.

INCRA – Instituto Nacional da Reforma Agrária. Assentamentos - **Relação de Projetos - Relação de projetos de assentamentos criados e reconhecidos pelo Incra**. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/assentamentos-relacao-de-projetos>. Acesso em 26 ago. 2022.

ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. Soil quality indicator properties in mid-atlantic soils as influenced by conservation management. **Soil Water Conser**, v 55. 69-78, 2000.

MAIA, S. M. F. *et al.* Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.837-848, 2006.

MARTINS, C. M. *et al.* Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa-MG, v.34, p.1883-1890, 2010.

NOGARA NETO, F. *et al.* Atributos de solo e cultura espacialmente distribuídos relacionados ao rendimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.1025-1036, 2011.

NOVAIS, R. F. *et al.* Fertilidade do solo. Viçosa-MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, p. 1017. il. 2007.

PEREIRA, J. R.;SIQUEIRA, F. B. Alterações nas características químicas de um oxissolo sob irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 14, nº 2, p. 189-195, 1979.

- PEREIRA, R. G. *et al.* Influência do manejo sobre alguns atributos físicos do solo após cinco anos de cultivo com melão (*Cucumis melo* [L.]). **Revista Verde**, Mossoró – RN, v.5, n.2, p. 103 – 108, 2010.
- PORTUGAL, A. F. *et al.* Atributos químicos e físicos de um Cambissolo Háplico Tb distrófico sob diferentes usos na zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 249-258, 2008.
- RIBEIRO JUNIOR., J.I. **Análises estatísticas no SAEG** (Sistema para análises estatísticas). Viçosa, MG: Editora UFV, 2001.301p.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG, p.359,1999.
- ROQUE, A. A. O. *et al.* Controle de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.45, n.7, p.744-750, 2010.
- SANTI, A. L. *et al.* Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.9, p.1346-1357, set. 2012.
- SANTOS, H.P.; *et al.* Efeito de sistemas de produção misto sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.3, p.545-552, 2003.
- SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v.33, n.3, p.477-486, 2003.
- SILVA JUNIOR, C. A.; BOECHAT, C. L.; CARVALHO. L. A. Atributos químicos do solo sob conversão de floresta amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia MG, v. 28, n. 4, p. 566-572, 2012.
- SILVEIRA, P. M. *et al.* Atributos químicos de solo cultivado com diferentes culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 40, n. 3, p. 283-290, 2010.
- WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**. v. 37, p.29-38, 1934.

O desafio das universidades em comunicar a Sustentabilidade: o uso dos sites como espaços de divulgação de informações

Kamila Mesquita ^{a*}

^a Universidade do Minho, Portugal

***Autor correspondente:** Kamila Mesquita: Doutoranda em Ciências da Comunicação na Universidade do Minho, Portugal. Bolsista da Fundação para a Ciência e a Tecnologia de Portugal (FCT). Mestre em Políticas Públicas (UFMA). Pesquisadora do Centro de Estudos de Comunicação e Sociedade (CECS/UMinho); e-mail: kamilamesquitac@gmail.com.

Data de submissão: 10-10-2022

Data de aceite: 30-11-2022

Data de publicação: 21-12-2022



10.51161/editoraime/108/110



RESUMO

Introdução: Nas últimas décadas, as universidades têm sido convocadas por estudiosos e membros da sociedade a adotar novos papéis para colaborar na criação de um futuro sustentável. Por serem Instituições onde o conhecimento é produzido, preservado, disseminado e aplicado, ocupam uma posição única na sociedade, tendo potencial para influenciar as transformações necessárias para o Desenvolvimento Sustentável (DS).

Objetivo: Este artigo busca investigar como as universidades brasileiras mais bem colocadas no *UI GreenMetric World University Ranking (UI GreenMetric)* estão realizando a divulgação de políticas e ações ligadas à sustentabilidade nos seus sites.

Material e Métodos: Realizou-se um estudo de casos múltiplos, em que analisamos qualitativamente o conteúdo dos sites das seis universidades brasileiras mais bem colocadas no UI GreenMetric, de 2021, através de uma observação direta estruturada. As universidades analisadas foram: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade de Campinas (Unicamp), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Universidade do Vale do Taquari (Univates) e Universidade Federal de Viçosa (UFV). **Resultado:** Notou-se que todas as universidades analisadas realizam de alguma forma a divulgação da sustentabilidade nos seus sites, mas que as informações se encontram dispersas e com pouca visibilidade, quadro que torna difícil para o público encontrar as informações que desejam, assim como obter uma visão completa sobre a sustentabilidade organizacional. **Conclusão:** As universidades ainda não reconheceram a importância de criar uma presença online para comunicar informações sobre sustentabilidade. A comunicação da sustentabilidade realizada por elas pode contribuir para o alcance de objetivos organizacionais mais amplos como economia de custos, atendimento às demandas dos stakeholders, melhoria da imagem, licença para operar, mas também pode ajudar a sociedade como um todo a avançar para o desenvolvimento sustentável à medida que essa comunicação chama atenção para o tema e colabora para a conscientização e o aumento do conhecimento sobre o assunto.

Palavras-chave: Comunicação Organizacional; Comunicação da Sustentabilidade; Site; Sustentabilidade; Universidade.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, assistimos ao crescimento da importância das organizações atuarem de maneira socialmente e ambientalmente responsável e serem percebidas como tais, de forma que elas têm se empenhado em construir e manter uma reputação de compromisso social e ambiental, e a comunicação tem um papel central para que isso aconteça (MAIGNAN; FERRELL, 2004; MORSING; SCHULTZ, 2006). Kunsch (2014) observa que atualmente os públicos estão mais vigilantes e exigentes, e as organizações estão sendo chamadas a rever o papel que exercem no sistema social global, tendo como desafio superar a visão tradicional meramente econômica, tecnicista, assim como o discurso vazio de Responsabilidade Social e sustentabilidade sem nenhum comprometimento público. Nesse contexto, as universidades, como instituições responsáveis pela criação, desenvolvimento e disseminação do conhecimento, têm sido chamadas não só a estabelecer políticas e desenvolver ações na área, mas também demonstrar à sociedade como se comprometem a responder às questões sociais e ambientais, fazendo com que a comunicação da sustentabilidade se torne cada vez mais importante para elas.

Historicamente, as universidades têm sido agentes de progresso, impulsionadoras de mudanças positivas para a sociedade, sendo continuamente chamadas a contribuir para o Desenvolvimento Sustentável (DS) e com soluções para os desafios sociais e ambientais que temos enfrentado (VALLAEYS; CRUZ; SASIA, 2009). Diante do agravamento desses problemas no mundo, espera-se cada vez mais que elas incorporem políticas e princípios de DS, tanto na gestão quanto nas atividades de ensino, pesquisa e extensão, e assumam um papel crucial nas respostas às questões emergentes de sustentabilidade, na proteção do meio ambiente, na promoção de práticas sustentáveis e no desenvolvimento local, nacional e internacional. As universidades também podem desempenhar um papel importante como líderes externos, no engajamento público e nas tomadas de decisão em temas da área, buscando inovação, desenvolvendo modelos sustentáveis a serem seguidos e contribuindo para projetar políticas públicas para a área.

Comunicar a sustentabilidade colabora para dar visibilidade ao compromisso social e ambiental organizacional, trazer transparência para as ações, legitimar o papel da organização na sociedade e fortalecer as relações com os stakeholders, influenciando positivamente a imagem e a reputação organizacional (ELLERUP NIELSEN; THOMSEN, 2018; SCHOENEBORN; MORSING; CRANE, 2019).

Para isso, é importante estabelecer confiança com as várias partes interessadas e garantir que o que é comunicado a elas seja baseado, não apenas em esforços para fazer a empresa parecer boa, mas em valores, crenças e práticas organizacionais autênticas (MESQUITA, 2022). A comunicação desenvolvida também deve ser humilde e moderada, e o que é comunicado deve estar vinculada com a identidade, a cultura e a missão organizacional (GONÇALVES, 2013).

A internet trouxe novas oportunidades para a realização dessa comunicação, estimulando as universidades a adotarem uma abordagem mais proativa em relação à divulgação das informações relativas à sustentabilidade. Em particular, os sites são instrumentos de comunicação que permitam que as universidades atendam às expectativas dos diferentes stakeholders sobre essas informações. Eles são a representação das organizações no ambiente digital, reunindo e compartilhando informações fundamentais que permanecem acessíveis na internet através dos mecanismos de busca. Diante da demanda crescente por serviços e orientações online, ter um site que consiga atender às expectativas dos visitantes tornou-se fundamental para estabelecer e manter relacionamentos no ambiente digital (MESQUITA; RUÃO; ANDRADE, 2020). Por terem um papel preponderante para a definição da imagem e no estabelecimento da reputação dessas Instituições, o conteúdo que é disponibilizado neles deve ser pensado de maneira estratégica, com informações confiáveis, úteis e de qualidade (ELSAYED, 2017; MONTEIRO; MORAIS, 2021).

Apesar das discussões sobre sustentabilidade terem crescido e ganhado espaço no contexto nacional e internacional nas últimas décadas, ainda há pouca investigação sobre a comunicação da sustentabilidade, e um número ainda menor que tratem de maneira específica sobre a comunicação da sustentabilidade das universidades. Visando contribuir para o desenvolvimento de pesquisas mais amplas na área, que colaborarem para o aperfeiçoamento da comunicação online da sustentabilidade dessas instituições, o objetivo desse trabalho é investigar como as universidades brasileiras mais bem colocadas no *UI GreenMetric World University Ranking (UI GreenMetric)* estão realizando a divulgação de políticas e ações ligadas à sustentabilidade nos seus sites. O *UI GreenMetric* é o primeiro ranking do mundo a medir o compromisso das Instituições de Ensino Superior (IES) com o Desenvolvimento Sustentável. A classificação considera 6 categorias: ambiente e infraestrutura, energia e mudanças climáticas, resíduos, água, transporte e educação, contemplando um total de 69 indicadores.

2 METODOLOGIA

Nessa pesquisa foi realizado um estudo de casos múltiplos em que analisamos qualitativamente o conteúdo dos sites das seis universidades brasileiras mais bem colocadas no *UI GreenMetric*, de 2021¹, conforme Quadro 1. A quantidade de Instituições foi selecionada de forma que contemplasse tanto a categoria administrativa pública quanto privada, assim como diferentes estados brasileiros.

Para a coleta de dados, utilizamos a observação direta estruturada. A observação é um procedimento que compreende a atenção voluntária e a inteligência na obtenção de informação sobre o objeto, em função do objetivo (KETELE; ROEGIERS, 1999), não consiste em apenas ver ou ouvir, mas em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar. No caso da observação direta, o pesquisador recolhe diretamente as informações

no local onde ela está a ocorrer. A coleta de dados foi realizada manualmente, através da Internet, em agosto de 2022, por meio da visualização e exploração das páginas dos sites das universidades, e de maneira estruturada, tendo como apoio uma grelha de observação.

QUADRO 1 – UNIVERSIDADES E SITES ANALISADOS NA PESQUISA

	Universidade	Sigla	Site
1	Universidade de São Paulo	USP	https://www.usp.br/
2	Universidade Federal de Lavras	UFLA	https://ufla.br/
3	Universidade de Campinas	Unicamp	https://www.unicamp.br/
4	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS	https://www.ufms.br/
5	Universidade do Vale do Taquari	Univates	https://www.univates.br/
6	Universidade Federal de Viçosa	UFV	https://www.ufv.br/

Fonte: Elaborado pelo autor

Para a definição das categorias utilizadas na grelha, tomamos como base estudos realizados anteriormente com organizações de diversos setores (SOUSA FILHO; WANDERLEY, 2007; WANDERLEY et al., 2008), a bibliografia consultada e especificações inerentes à área que consideramos importante. Assim, as categorias analisadas foram:

- (1)Menção na homepage dos termos sustentabilidade, sustentável ou termo relacionado;
- (2)Presença de uma seção específica no site dedicada ao tema sustentabilidade;
- (3)Informações sobre a presença de um setor específico que trate sobre sustentabilidade na universidade e forma(s) para contactá-lo;
- (4)Informações gerais sobre projetos de sustentabilidade, resultados e parcerias;
- (5)Menção da sustentabilidade ou termo relacionado na missão, visão e/ou valores da Instituição;
- (6)Relatório da área (Relatório de Sustentabilidade, Responsabilidade Social ou Balanço Social) e, no caso da sua existência, a verificação da regularidade da sua publicação.

Para a análise dos dados utilizamos o método da análise de conteúdo, mediante a verificação na grelha de observação do atendimento ou não de cada um dos 6 indicadores previamente estabelecidas. A análise de conteúdo constitui um conjunto de técnicas de análise de comunicação visando obter, por objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção destas mensagens (BARDIN, 2011). Respeitando as limitações da metodologia que adotamos, neste trabalho não buscamos julgar a legitimidade, intensidade e o sucesso das atividades relacionadas à RS e/ou à sustentabilidade (SOUSA FILHO; WANDERLEY, 2007), e nem apontar quais universidades estão realizando uma melhor comunicação, mas sim verificar, descrever e analisar se e como a divulgação destas atividades está sendo feita pelos sites das universidades.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicia-se notando que as seis universidades mais bem colocadas no *UI GreenMetric* pertencem a cinco estados diferentes e cinco delas são públicas e uma privada. Partindo para a análise dos sites, o primeiro ponto observado foi a menção na homepage dos termos sustentabilidade, sustentável ou termo relacionado. Percebemos que apenas duas delas realizam essa menção. Uma utilizou o termo “sustentável” e a outra “Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)”. Os sites institucionais devem permitir que os stakeholders encontrem as informações que desejam da maneira simples e rápida. A página inicial ou homepage é o primeiro nível de acesso de um site, onde devem estar os tópicos considerados centrais pela organização, agrupando e direcionando os visitantes para o restante do conteúdo.

Conforme Pollach (2003), podemos deduzir a importância dada às questões de ética, Responsabilidade Social e sustentabilidade por uma Instituição pela localização e facilidade de acesso às informações sobre elas em um site. Um banner ou link na página inicial, por exemplo, é uma indicação clara da importância dada à essas questões. A forma como as informações de uma página são hierarquizadas e estruturadas, portanto, não apenas facilita a usabilidade e acessibilidade para os visitantes, mas também permite que a corporação estabeleça o nível de importância de determinado aspecto ou assunto (MORENO; CAPRIOTTI, 2009).

Ao observamos a presença de uma seção específica no site dedicada ao tema, notamos que quatro Universidades apresentam essa seção. Esse é um demarcador importante da relevância atribuída às questões ligadas à sustentabilidade, já que a extensão da informação, e o ir além de uma listagem superficial de iniciativas empreendidas, é um indicador do esforço dedicado à área (CHAUDHRI; WANG, 2007), além de refletir uma maior organização da Instituição em torno do tema. Apenas duas Universidades apresentam no site a sinalização da existência de um setor responsável pela área e formas de contactá-lo, como telefone e/ou e-mail.

Um dos aspectos mais relevantes na área de Responsabilidade Social e Sustentabilidade é a interação da organização com os seus stakeholders e a busca por incluí-los e envolvê-los nos processos e ações da área. A internet ampliou as possibilidades de interação síncrona e assíncrona entre as organizações e a sociedade os stakeholders atualmente “têm novas expectativas sobre a comunicação com as organizações, esperam que elas escutem, se envolvam e respondam” (MESQUITA; RUÃO; ANDRADE, 2020, p. 153). A disponibilização de formas de contato com o setor responsável pelas questões ligadas à sustentabilidade permite que os stakeholders interajam com as Instituições e estabeleçam diálogo, ao mesmo tempo que oferece às organizações a oportunidade de conhecer as dúvidas, preocupações e problemas dos stakeholders e respondê-los.

No decorrer da observação notamos que informações gerais sobre projetos de sustentabilidade, resultados e parcerias podem ser encontrados em todos os sites visitados

através das matérias institucionais disponibilizadas que nos permitem acompanhar os projetos e as ações desenvolvidas. Na maioria das vezes trazem fotos, e até mesmo vídeos, colaborando para tornar mais palpável os projetos e as ações desenvolvidas. Porém, essas matérias, que num primeiro momento ficam disponíveis na página inicial, logo passam a poder ser encontradas apenas através da consulta ao arquivo de notícias, dificultando o acesso a essas informações por parte dos stakeholders. As duas únicas Universidades que possuem uma seção específica para a área no site conseguem disponibilizar além das matérias, dados e informações de maneira mais detalhada e organizada que as demais, deixando mais claro e acessível aos stakeholders o compromisso das Instituições com o tema. Os públicos valorizam a comunicação proativa e transparente de RS, e ela também contribui para a construção de uma relação de confiança, refletindo positivamente na legitimidade e na reputação das Instituições (MESQUITA, 2022).

Outra categoria analisada foi a menção da sustentabilidade ou termo relacionado na missão, visão e/ou valores da Instituição. Verificamos que das seis Universidades pesquisadas, apenas três as disponibilizam no site e as três fazem menção à sustentabilidade ou termo relacionado. Como conceitos estratégicos, a missão, a visão e os valores norteiam as atividades, fornecendo diretrizes para o planejamento organizacional. A missão é a razão de ser de uma organização, é o propósito dela existir. A visão reflete as expectativas, o que almeja alcançar e os valores dizem respeito ao que a empresa acredita e cultiva para definir sua identidade própria (DRUKER, 1975; KUNSCH., 2003). Fazer menção à sustentabilidade ou a termos relacionados neles (como sustentável e Desenvolvimento Sustentável) e divulgá-los através de instrumentos de comunicação oficiais da organização é uma pista sólida para os stakeholders sobre o que a organização acredita e deseja que todos saibam.

Por fim, apenas uma das Universidades disponibiliza um relatório da área, o Balanço Social. Os relatórios são instrumentos tradicionais de comunicação da área que devem oferecer uma descrição equilibrada e sensata do desempenho de sustentabilidade da organização relatora, apresentando informações que possibilitem “medir, divulgar e prestar contas para stakeholders internos e externos do desempenho organizacional” (GRI, 2006, p. 4). Assim como o espaço específico dedicado ao tema no site, a disponibilização de um Relatório, como o Balanço Social, colaboram para centralizar as informações, prestar contas e facilitar o acesso a essas informações por parte dos stakeholders, trazendo mais clareza e transparência às políticas e ações desenvolvidas. Comunicar a sustentabilidade apresentando dados, ações e resultados, relatórios, bem como fotos, vídeos e depoimentos colabora para a transparência, geração de confiança e obtenção de legitimidade perante os públicos (MESQUITA, 2022), e os sites institucionais são espaços que possibilitam a apresentação de tais informações.

4 CONCLUSÃO

A internet tornou-se um importante espaço para comunicar a sustentabilidade, possibilitando atingir um grande público, com rápida divulgação de conteúdo e acesso. Os sites oferecem às organizações a oportunidade de comunicar informações mais atualizadas, consistentes e extensas a um baixo custo, podendo atender às diversas necessidades e interesses dos stakeholders. Nesta pesquisa, nota-se que as seis universidades brasileiras mais bem colocadas no *UI GreenMetric*, Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade de Campinas (Unicamp), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Universidade do Vale do Taquari (Univates) e Universidade Federal de Viçosa (UFV), realizam de alguma forma a divulgação da sustentabilidade nos seus sites, mas que as informações se encontram dispersas e com pouca visibilidade. Esse quadro torna difícil para o público encontrar as informações que deseja, assim como obter uma visão completa sobre a sustentabilidade organizacional e esclarecer possíveis dúvidas, pois é necessário navegar por várias seções dos sites para obter informações sobre todos os seus diferentes aspectos.

A comunicação de sustentabilidade, com seu amplo espectro de instrumentos internos e externos, é fundamental para que a sustentabilidade organizacional seja bem-sucedida, além de se relacionar com o ODS 16 – Paz, Justiça e Instituições Eficazes, à medida que colabora para o desenvolvimento de instituições eficazes, responsáveis e transparentes em todos os níveis, ampliando a *accountability* e a efetividade das instituições. A internet trouxe novas oportunidades para o desenvolvimento dessa comunicação, porém boa parte das universidades ainda não reconheceram a importância de criar uma presença online para comunicar sobre sustentabilidade. Tendo em vista que as demandas da sociedade em torno da área são crescentes, a expectativa é que haja um aumento na busca por essas informações e na pressão por transparência. Os sites, como representação online dessas Instituições, são espaços fundamentais para a disponibilização de informações claras e que sejam facilmente identificáveis e acessíveis pelos stakeholders.

As universidades têm muito a contribuir para o desenvolvimento sustentável e a mudança social, desenvolvem pesquisa, tecnologia e inovação e são responsáveis por formar as próximas gerações. O comprometimento e as práticas sustentáveis delas precisam ser divulgadas abertamente, para que sejam reconhecidas pela sociedade. A comunicação da sustentabilidade realizada pelas universidades pode contribuir para o alcance de objetivos organizacionais mais amplos como economia de custos, atendimento às demandas dos stakeholders, transparência, melhoria da imagem, licença para operar, mas também pode ajudar a sociedade como um todo a avançar para o desenvolvimento sustentável à medida que chama atenção para o tema e colabora para a conscientização e o aumento do conhecimento sobre o assunto. Um estudo futuro pode investigar a percepção e as expectativas dos stakeholders sobre a comunicação da sustentabilidade das universidades no ambiente digital, colaborando para o aperfeiçoamento da comunicação delas com a sociedade.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

CHAUDHRI, V.; WANG, J. Communicating corporate social responsibility on the internet: A case study of the top 100 information technology companies in India. **Management Communication Quarterly**, v. 21, n. 2, p. 232–247, 2007.

DRUKER, P. **Administração: responsabilidades, tarefas, práticas**. São Paulo: Pioneira, 1975.

ELLERUP NIELSEN, A.; THOMSEN, C. Reviewing corporate social responsibility communication: a legitimacy perspective. **Corporate Communications**, v. 23, n. 4, p. 492–511, 2018.

ELSAYED, A. M. Web content strategy in higher education institutions: The case of King Abdulaziz University. **Information Development**, v. 33, n. 5, p. 479–494, 2017.

GONÇALVES, G. Ligações perigosas: Comunicação e Responsabilidade Social Empresarial. **Cadernos de Comunicação**, v. 17, n. 2, p. 15–29, 2013.

GRI. **Diretrizes para o Relatório de Sustentabilidade**. Versão 3.0. GRI. Amsterdã. 2006. Disponível em: <https://www.ethos.org.br/wp-content/uploads/2012/12/1Diretrizes.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2022.

KETELE, K. M.; ROEGIERS, X. **Metodologia de recolha de dados**: fundamentos dos métodos de observação, de questionários, de entrevistas e de estudo de documentos. Lisboa: Instituto Piaget, 1999.

KUNSCH, M. Comunicação Organizacional: contextos, paradigmas e abrangência conceitual. **Matrizes**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 35–61, 2014.

KUNSCH, M. M. K. **Planejamento de Relações Públicas na Comunicação Integrada**. São Paulo: Summus, 2003.

MAIGNAN, I.; FERRELL, O. C. Corporate social responsibility and marketing: An integrative framework. **Journal of the Academy of Marketing Science** 2004 32:1, v. 32, n. 1, p. 3–19, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0092070303258971>. Acesso em: 11 jul. 2022.

MESQUITA, K. Comunicação da Responsabilidade Social na Internet: a divulgação de informações nos sites das Universidades Públicas do Maranhão. *In: Relações Públicas internacionais e mercados emergentes - vol. 2*. São Luis: EDUFMA, 2022. p. 71–83.

MESQUITA, K.; RUÃO, T.; ANDRADE, J. G. Websites e páginas do Facebook das Universidades Portuguesas: novas possibilidades de interação social? **Revista Internacional de Relaciones Públicas**, Malaga, v. 10, n. 20, p. 135–156, 2020.

MONTEIRO, P.; MORAIS, O. J. de. Comunicação e educação para saúde: as mídias universitárias em contextos de crises sanitárias. *In: LUVIZOTTO, C.; ASSIS, C. (org.). Mídia, cidadania e inclusão*. Aveiro: Ria Editorial, p. 278–301, 2021.

MORENO, A.; CAPRIOTTI, P. Communicating CSR, citizenship and sustainability on the web. **Journal of Communication Management**, v. 13, n. 2, p. 157–175, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/13632540910951768/FULL/PDF>. Acesso em: 25 jun. 2022.

MORSING, M.; SCHULTZ, M. Corporate social responsibility communication: stakeholder information, response and involvement strategies. **Business Ethics: A European Review**, v. 15, n. 4, p. 323–338, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8608.2006.00460.x>. Acesso em: 5 abr. 2022.

POLLACH, I. Communicating Corporate Ethics on the World Wide Web: A Discourse Analysis of Selected Company Web Sites. **Business & Society**, v. 42, n. 2, p. 277–287, 2003.

SCHOENEBOERN, D.; MORSING, M.; CRANE, A. Formative Perspectives on the Relation Between CSR Communication and CSR Practices: Pathways for Walking, Talking, and T(w)alking. **Business & Society**, v. 59, n. 1, p. 5–33, 2019.

SOUSA FILHO, J. M. de; WANDERLEY, L. S. O. Divulgação da responsabilidade social empresarial: como os websites empresariais vêm sendo utilizados por empresas de energia e varejo. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 5, n. 2, p. 01–13, 2007.

VALLAEYS, F.; CRUZ, C. de la; SASIA, P. M. **Responsabilidad social universitaria: manual de primeros pasos**. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2009.

WANDERLEY, L. S. O. *et al.* CSR information disclosure on the web: A context-based approach analysing the influence of country of origin and industry sector. **Journal of Business Ethics**, v. 82, n. 2, p. 369–378, 2008.

ÍNDICE REMISSIVO

- A**
Áreas naturais 24, 31, 36, 91, 250
Aterro sanitário... 34, 97, 95, 96, 98, 101, 104, 106
- B**
Bacia hidrográfica.....25, 34, 39,
41, 129, 145, 148, 150, 181, 195, 196, 194, 197,
201, 204, 207, 208
Biodiversidade.....8, 24, 25,
37, 53, 56, 64, 68, 75, 85, 83, 85, 116, 117, 120,
121, 123, 127, 153, 195, 231, 232, 240, 244, 245,
289, 304
Biogás.....97, 95,
96, 98, 102, 104, 106, 261, 262, 264, 266, 267,
268, 270, 268, 270, 271
- C**
Caatinga.....53, 54, 56,
108, 110, 112, 116, 117, 118, 120, 122, 121, 129,
145, 300, 305, 303, 305, 314
Cerrado.....53, 116, 117,
118, 120, 122, 121, 125, 127, 283, 302
Cobertura vegetal.....29, 37, 79,
180, 181, 183, 184, 201, 204
Compostos bioativos.....107, 108, 112,
110, 116
Conservação.....12, 13, 42,
58, 60, 74, 75, 85, 82, 83, 91, 117, 118, 121, 125,
127, 132, 128, 136, 142, 153, 150, 154, 166, 168,
184, 195, 209, 211, 212, 214, 216, 221, 225, 229,
230, 232, 245, 251, 298, 300, 304, 305
- D**
Degradação.....12, 13, 16,
17, 19, 21, 23, 24, 25, 33, 34, 36, 37, 41, 117,
120, 142, 143, 151, 153, 195, 204, 218, 223, 251,
289, 296, 302, 303, 312
Desenvolvimento Sustentável.....72, 151,
168, 177, 284, 286, 317, 318, 319, 321, 323
- E**
Ecológico.....37, 79, 118,
121, 195, 214, 216, 225, 300, 305
Educação ambiental.....23, 42, 38,
39, 41, 42, 45, 47, 49, 52, 59, 60, 66, 72, 117,
150, 212, 225, 227, 249, 250, 251, 253, 257, 258,
259, 260, 261, 288
- Espécies.....8, 17, 19,
67, 70, 81, 85, 82, 85, 87, 88, 89, 91, 93, 110,
112, 116, 118, 120, 122, 123, 212, 216, 221, 225,
230, 235, 236, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236,
239, 240, 241, 243, 244, 245, 247, 250, 288, 289,
291, 292, 298, 300, 302
Extratos vegetais110, 112, 118
- F**
Florestas.....58, 60,
62, 74, 75, 77, 79, 83, 85, 86, 87, 82, 83, 85, 93,
95, 180, 181, 191, 193
- I**
Impactos ambientais 12, 19, 20, 21, 23, 24, 25,
39, 51, 56, 64, 96, 104, 151, 245, 253, 262, 289
- L**
Lixo 16, 17, 20, 21, 70, 106
- M**
Mata nativa.....186, 305, 311
Meio Ambiente.....1, 12,
13, 14, 12, 17, 25, 42, 47, 49, 50, 51, 53, 55, 58,
59, 68, 70, 73, 74, 75, 77, 89, 90, 93, 97, 107,
120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 132, 139, 140,
143, 150, 152, 154, 168, 169, 180, 197, 211, 230,
232, 234, 236, 239, 251, 253, 261, 262, 272, 287,
304, 306, 316
- N**
Nascentes 24, 25, 186
Natureza..... 42, 47, 56, 211, 212, 218, 262
- P**
Poluição.....6, 7, 24,
25, 62, 95, 96, 143, 153, 150, 165, 239, 241, 245,
247, 249, 250, 258, 261
Potencial biológico.....107, 108,
110, 112, 108, 112, 114, 116
Preservação.....5, 13,
16, 17, 19, 20, 21, 23, 27, 37, 39, 43, 49, 66, 110,
116, 118, 121, 153, 150, 153, 158, 162, 166, 195,

206, 212, 223, 229, 253, 258
Proteção ambiental39, 233

R

Reciclar64, 96, 155
Recursos renováveis 3
Reduzir62, 64, 96, 102, 128, 129, 138, 155, 158,
261, 262, 268
Reflorestamento34, 227
Reserva Particular do Patrimônio Natural117, 123,
214, 225
Reservas Particulares do Patrimônio Natural.. 116,
127
Resíduos sólidos.....37, 42, 49,
58, 60, 95, 96, 98, 100, 101, 104, 129, 142, 143,
151, 153, 152, 154, 155, 157, 160, 165, 162, 163,
164, 166, 258, 261, 262, 268, 270, 271
Restauração.....80, 87, 82, 83, 93, 95, 163
Reutilizar64, 96, 155

S

Saneamento básico.....25, 28, 27,
34, 39, 128, 129, 130, 140, 145, 150, 258
Sustentabilidade.....1, 2, 7,
12, 13, 14, 12, 17, 25, 42, 47, 49, 50, 51, 53, 55,
59, 58, 68, 70, 72, 73, 74, 75, 77, 89, 90, 97, 106,
107, 120, 132, 139, 143, 154, 158, 166, 168, 169,
180, 197, 211, 234, 239, 251, 262, 271, 272, 287,
302, 306, 316, 317, 320, 321, 325

V

Vegetação.....16, 17,
19, 21, 24, 34, 36, 37, 53, 54, 51, 75, 79, 81, 83,
85, 87, 82, 85, 89, 93, 95, 129, 181, 184, 186,
188, 191, 195, 204, 206, 207, 221, 236, 238, 289,
305, 310, 311

Meio Ambiente e Sustentabilidade: conceitos e aplicações



ISBN: 978-65-88884-17-1

I EDIÇÃO

DOI: 10.51161/editoraime/108

ORGANIZADORES:

VANDBERGUE SANTOS PEREIRA
MIRELE RODRIGUES FERNANDES
MARIA AUREA SOARES DE OLIVEIRA



Editora IME

www.editoraime.com.br

Email: contato@editoraime.com.br