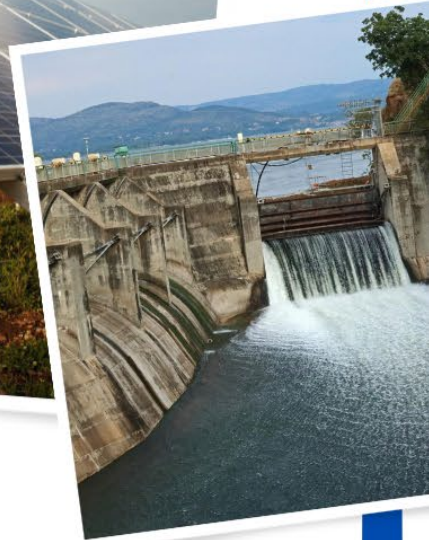


Edilene Dias Santos  
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro  
Patrícia Gonçalves de Freitas  
Organizadores

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

DESDOBRAMENTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS  
SOBRE A EXPLORAÇÃO DO MEIO AMBIENTE



2022

Edilene Dias Santos  
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro  
Patrícia Gonçalves de Freitas  
Organizadores

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

DESDOBRAMENTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS  
SOBRE A EXPLORAÇÃO DO MEIO AMBIENTE



2022

2022 by Editora e-Publicar  
Copyright © Editora e-Publicar  
Copyright do Texto © 2022 Os autores  
Copyright da Edição © 2022 Editora e-Publicar  
Direitos para esta edição cedidos à Editora e-Publicar  
pelos autores

**Editora Chefe**  
Patrícia Gonçalves de Freitas  
**Editor**  
Roger Goulart Mello  
**Diagramação**  
Dandara Goulart Mello  
Lidiane Bilchez Jordão  
Roger Goulart Mello  
**Projeto gráfico e Edição de Arte**  
Patrícia Gonçalves de Freitas  
**Revisão**  
Os autores

**DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: DESDOBRAMENTOS AMBIENTAIS,  
SOCIAIS E ECONÔMICOS SOBRE A EXPLORAÇÃO DO MEIO AMBIENTE,  
VOLUME 1.**

Todo o conteúdo dos capítulos, dados, informações e correções são de responsabilidade exclusiva dos autores. O download e compartilhamento da obra são permitidos desde que os créditos sejam devidamente atribuídos aos autores. É vedada a realização de alterações na obra, assim como sua utilização para fins comerciais.

A Editora e-Publicar não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

**Conselho Editorial**

Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade Federal de Santa Catarina  
Alessandra Dale Giacomini Terra – Universidade Federal Fluminense  
Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Andrelize Schabo Ferreira de Assis – Universidade Federal de Rondônia  
Bianca Gabriely Ferreira Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Cristiana Barcelos da Silva – Universidade do Estado de Minas Gerais  
Cristiane Elisa Ribas Batista – Universidade Federal de Santa Catarina  
Daniel Ordane da Costa Vale – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes  
Dayanne Tomaz Casimiro da Silva - Universidade Federal de Pernambuco  
Deivid Alex dos Santos - Universidade Estadual de Londrina  
Diogo Luiz Lima Augusto – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro  
Edilene Dias Santos - Universidade Federal de Campina Grande  
Edwaldo Costa – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo  
Elis Regina Barbosa Angelo – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo  
Ernane Rosa Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás



Fábio Pereira Cerdera – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro – Universidade Estadual do Ceará  
Glaucio Martins da Silva Bandeira – Universidade Federal Fluminense  
Helio Fernando Lobo Nogueira da Gama - Universidade Estadual De Santa Cruz  
Inaldo Kley do Nascimento Moraes – Universidade CEUMA  
Jesus Rodrigues Lemos - Universidade Federal do Delta do Parnaíba  
João Paulo Hergesel - Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Jordany Gomes da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Jucilene Oliveira de Sousa – Universidade Estadual de Campinas  
Luana Lima Guimarães – Universidade Federal do Ceará  
Luma Mirely de Souza Brandão – Universidade Tiradentes  
Marcos Pereira dos Santos - Faculdade Eugênio Gomes  
Mateus Dias Antunes – Universidade de São Paulo  
Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes  
Naiola Paiva de Miranda - Universidade Federal do Ceará  
Rafael Leal da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Rita Rodrigues de Souza - Universidade Estadual Paulista  
Rodrigo Lema Del Rio Martins - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Willian Douglas Guilherme - Universidade Federal do Tocantins

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

D451 Desenvolvimento sustentável [livro eletrônico] : desdobramentos ambientais, sociais e econômicos sobre a exploração do meio ambiente: volume 1 / Organizadores Edilene Dias Santos Francisco, Oricelio da Silva Brindeiro, Patrícia Gonçalves de Freitas. – Rio de Janeiro, RJ: e-Publicar, 2022.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
ISBN 978-65-5364-088-7

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Conservação da natureza.  
3. Sustentabilidade. I. Francisco, Edilene Dias Santos. II. Brindeiro,  
Oricelio da Silva. III. Freitas, Patrícia Gonçalves de.

CDD 363.7

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

**Editora e-Publicar**

Rio de Janeiro, Brasil

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

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



2022

# Apresentação

É com grande satisfação que a Editora e-Publicar vem apresentar a obra intitulada "Desenvolvimento sustentável: desdobramentos ambientais, sociais e econômicos sobre a exploração do meio ambiente, Volume 1". Neste livro engajados pesquisadores contribuíram com suas pesquisas. Esta obra é composta por capítulos que abordam múltiplos temas da área.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Editora e-Publicar

# Sumário

CAPÍTULO 1 .....	12
PERCEPÇÃO DOS ALUNOS DE NÍVEL FUNDAMENTAL ANOS FINAIS SOBRE A IMPORTÂNCIA DA COLETA SELETIVA NA CIDADE DE MACAÍBA/RN.....	12
	Eva Gardênia Santos de Azevedo Irapuan Medeiros de Lucena Maria Valiene Gomes de Oliveira Sátva Nazaré Helenira Holanda Almeida Aucione Medeiros de Lucena
CAPÍTULO 2 .....	28
EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA: ATIVIDADES EDUCACIONAIS SOBRE O MEIO AMBIENTE, CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL E SUAS RELAÇÕES COM A DATA COMEMORATIVA 07 DE SETEMBRO NA ESCOLA RURAL MANUEL NOGUEIRA LIMA.....	28
	Ednelma Do Carmo da Cruz Fabiana Maria Silva Costa Jerlane Sousa Oliveira Messias Muniz de Nassau Neto Raimundo Nonato de Sousa
CAPÍTULO 3 .....	38
O SISTEMA DE POLICULTIVO: UMA REVISÃO .....	38
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c202217823887</b>	Jussiê Gonçalves de Souza Neto Vivian Torres Bandeira Tupper Josiéle Botelho Rodrigues Ricardo Oliveira Rosa Fernanda Zupo Rocha Thomáz Jácome Costa
CAPÍTULO 4 .....	46
AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUOS DE PEIXES ORIUNDOS DE MERCADO PÚBLICO .....	46
	Marcelo dos Santos Nascimento Marcelo Lucas Santos Júnior Roberto dos Santos Nascimento Anastácia Amália Damasceno Rodrigues Cátia Cilene dos Santos Nascimento Matheus Gomes da Cruz

CAPÍTULO 5 .....	55
AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS USUÁRIOS DA PRAIA DA PONTA NEGRA, MANAUS - AM.....	55
	Marcelo dos Santos Nascimento Paula Rebeca Ribeiro Gambôa Gisele Gomes de Lima Teixeira Roberto dos Santos Nascimento Cátia Cilene dos Santos Nascimento Maciel Borges da Rocha
CAPÍTULO 6 .....	67
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA EMPRESA LOCALIZADA NO SERTÃO DA PARAÍBA .....	67
	Laíse Ramonny Nunes de Oliveira Pablo Diego Pinheiro de Souza Rucilana Patricia Bezerra Cabral Adriana Almeida Cutrim
CAPÍTULO 7 .....	79
PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZANDO MÓDULOS FOTOVOLTAICOS PARA UMA UNIDADE HABITACIONAL LOCALIZADA EM PRINCESA ISABEL – PB .....	79
	Laíse Ramonny Nunes de Oliveira Pablo Diego Pinheiro de Souza Rucilana Patricia Bezerra Cabral Adriana Almeida Cutrim
CAPÍTULO 8 .....	90
POLÍTICAS DE CONVIVÊNCIA NO SEMIÁRIDO A PARTIR DA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS .....	90
	Tiago Sandes Costa Helyzanne Alves da Silva
CAPÍTULO 9 .....	101
MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO MEIO AMBIENTE .....	101
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c202217559887</b>	Ana Clara Silva de Souza Isabelly Cristine Martins dos Santos Ana Ecídia de Araújo Brito Joze Melisa Nunes de Freitas Luma Castro de Souza Glauco André Nogueira Cândido Ferreira de Oliveira Neto Ricardo Shigueru Okumura

CAPÍTULO 10 ..... 110  
ETNOENTOMOLOGIA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO ..... 110

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022167010887**

Enio Pedro Mesquita Souza  
Claudeise Oliveira são Leão  
Luiza Oliveira Souza  
Mancini Lopes de Alencar  
Rafael Oliveira dos Santos  
Danieli Cristina da Rocha e Silva  
Carlos Alberto Batista Santos

CAPÍTULO 11 ..... 118  
BIOATIVIDADE DE EXTRATO HIDROETANÓLICO FOLIAR DE *LIBIDIBIA FERREA*  
(MART. EX TUL.) L.P. QUEIROZ NO CONTROLE ALTERNATIVO DE FUNGOS  
FITOPATOGÊNICOS ..... 118

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022177211887**

Giselle Silva de Souza  
Leonardo da Silva Santos  
Noemia Cristina Gama dos Santos Cardozo  
Luana Gomes da Silva  
Tháise da Silva Santos  
Daniel de Souza Santos  
Jessia Elem Cunha Barbosa  
Esmeralda Aparecida Porto Lopes

CAPÍTULO 12 ..... 125  
UM SISTEMA DE ALERTA DE INUNDAÇÕES PARA A CIDADE DE MANHUAÇU, MG  
..... 125

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022179012887**

Alice Felipe Izidório  
Josiane Rosa Costa Farias  
Rodolfo Alves Barbosa  
Aline Gonçalves Spletzer  
Lucas Jesus da Silveira  
Herly Carlos Teixeira Dias

CAPÍTULO 13 ..... 145  
CUSTO DE TRANSAÇÃO E TERCEIRIZAÇÃO NO TRANSPORTE DE MADEIRA EM  
TORA: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR MADEIREIRO DO BAIXO ACRE, 2009-10  
..... 145

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022179113887**

Ívina Zuleide Gonçalves de Sousa Freitas  
Zenobio Abel Gouveia Pereli da Gama e Silva

CAPÍTULO 14 ..... 165  
MEIO AMBIENTE, MONITORAMENTO E REMEDIAÇÃO AMBIENTAL..... 165

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022178614887**

Yasmin Araújo da Silva  
Karin Cristina Leonardi  
Keller Paulo Nicolini  
Jaqueline Nicolini



CAPÍTULO 15 ..... 179  
GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO E DO  
CONHECIMENTO SOBRE O TEMA ENTRE OS ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS DE  
TEIXEIRA DE FREITAS, EXTREMO SUL BAIAN ..... 179

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022165515887**

Laís Alves dos Santos

Joanna Maria da Cunha de Oliveira Santos Neves

CAPÍTULO 16 ..... 195  
IMPACTO DA PANDEMIA NA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS COM ÊNFASE  
NOS ORGÂNICOS ..... 195

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022167916887**

Maele Costa dos Santos

Caren Wilsen Miranda Coelho

Norton Peterson de Mello

Liciane Oliveira da Rosa

Érico Kunde Corrêa

CAPÍTULO 17 ..... 216  
SUSTENTABILIDADE NA ROTA DOS BUTIAZAIS: AS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS  
A PARTIR DO OLHAR DE INTEGRANTES CHAVE..... 216

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022169117887**

Márcia Kaster Portelinha

Caroline Vasconcellos Lopes

Camila Almeida

Rosa Lia Barbieri

CAPÍTULO 18 ..... 229  
TRAJETÓRIA DE UMA ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE MATERIAL RECICLÁVEL  
EM GARANHUNS, PERNAMBUCO: HISTÓRICO E CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS  
E GERENCIAIS..... 229

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022170218887**

Marcos Renato Franzosi Mattos

Cláudia Csekö Nolasco de Carvalho

Rafaela Simões Mattos

CAPÍTULO 19 ..... 257  
RIO SÃO FRANCISCO EM PETROLINA - PE E JUAZEIRO - BA: ANÁLISE FÍSICO-  
QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA UTILIZADA NA AGRICULTURA  
IRRIGADA ..... 257

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022168019887**

Mary Ann Saraiva Bezerra Fornelos Pereira

Melina Fernanda Silva Costa

CAPÍTULO 20 .....	277
SANEAMENTO EM COMUNIDADES ISOLADAS - TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE ESGOTO DOMÉSTICO NA ILHA GRANDE/RJ.....	277
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022170620887</b>	Rayssa Vogeler Berquó Jacob Maria Clara Vieira Pereira De Souza Daniel Loureiro Pacheco da Rocha André Luís de Sá Salomão
CAPÍTULO 21 .....	289
ATERROS E LIXÕES: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO CENTRO - OESTE .....	289
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022169021887</b>	Kayque Soares dos Santos Machado Ressiliane Ribeiro Prata-Alonso
CAPÍTULO 22 .....	302
ÁGUAS DA TRILHA DE ACESSO A CACHOEIRA FAROFA DE CIMA, PARQUE NACIONAL DA SERRA DO CIPÓ, MINAS GERAIS .....	302
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022179422887</b>	Andreza Cristina Santiago Ferreira Rodolfo Alves Barbosa Lucas Jesus da Silveira Aline Gonçalves Spletzer Herly Carlos Teixeira Dias
CAPÍTULO 23 .....	319
ACIDIFICAÇÃO OCEÂNICA: UMA REVISÃO DE UMA QUESTÃO NEGLIGENCIADA .....	319
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022170923887</b>	Sara Monaliza Sousa Nogueira Paula Ferreira dos Santos Alessandra da Fonseca Viana
CAPÍTULO 24 .....	337
MACROINVERTEBRADOS NO RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO .....	337
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022173724887</b>	Dandara Marcela da Silva Ximenes Cruz Geisa Maria de Sousa Thaís Silva Lima Lopes Luane dos Santos Simplicio Maristela Casé



# CAPÍTULO 1

## PERCEPÇÃO DOS ALUNOS DE NÍVEL FUNDAMENTAL ANOS FINAIS SOBRE A IMPORTÂNCIA DA COLETA SELETIVA NA CIDADE DE MACAÍBA/RN

**Eva Gardênia Santos de Azevedo**  
**Irapuan Medeiros de Lucena**  
**Maria Valiene Gomes de Oliveira**  
**Sátva Nazaré Helenira Holanda Almeida**  
**Aucione Medeiros de Lucena**

### RESUMO

O presente artigo busca investigar como os alunos do Ensino Fundamental Anos Finais percebem a importância da coleta seletiva e como eles observam a disposição dos resíduos sólidos na cidade que residem. Devido a relevância de proteger o meio ambiente por meio da redução e uma disponibilização adequada dos resíduos sólidos com participação ativa da sociedade civil, a coleta seletiva é um importante passo para que a reciclagem ocorra de forma mais eficiente, observando que a mistura de materiais orgânicos com recicláveis impossibilita que este ocorra de fato, considerando também que a separação na fonte geradora acelera e otimiza todo o processo gerando renda e participação social. A metodologia utilizada foi a aplicação de um questionário online disponibilizado nas turmas selecionadas de 7º ano do Centro de Ensino Irene Caetano na cidade de Macaíba/RN.

**PALAVRAS-CHAVES:** Coleta seletiva, reciclagem, participação social, catadores de resíduos.

### INTRODUÇÃO

O meio ambiente é um tema que vem sendo cada vez mais discutido em diversos níveis da sociedade devido a sua importância para sustentação de toda a humanidade. É nítida a degradação que o planeta vem sofrendo ao longo dos anos causada pela exploração dos recursos naturais para produção e consumo de mais produtos. Waldman (2003) traz essa afirmação quando diz que o meio ambiente é tema constante nas agendas dos Chefes de Estado, Organizações Não-Governamentais (ONGs), populações tradicionais, grupos rurais e urbanos, sindicatos, empresas, associações comunitárias e administrações públicas.

A população mudou de perfil para um que pratica um consumo exacerbado de industrializados, buscando a satisfação pessoal através das compras de mais produtos, em consequência realizando descarte destes e a produção de mais resíduos (Pereira & Horn, 2009). Não há percepção pela própria sociedade dos problemas ambientais que esse consumismo exagerado tem causado, geração de produtos tecnológicos obsoletos em que a troca deve ser

realizada periodicamente não é questionado e isso gera cada vez mais lixo tóxico à natureza e à própria humanidade.

Em meio a diversos problemas socioambientais, a educação ambiental surge para despertar nos sujeitos a sensibilização e conscientização sobre temáticas que envolvem as questões ambientais, além de levantar discussões sobre a importância da preservação do meio ambiente. Um dos caminhos para que possa realizar ações de educação ambiental é na escola. Nesse sentido, partindo do princípio de que educação ambiental pode despertar novas atitudes e mudanças de comportamento nos sujeitos, faz-se necessário uma abordagem profunda nas escolas em relação ao consumismo para que a discussão não se torne superficial (Loureiro, 2003).

De acordo com Waldman (2008), no Brasil os catadores exercem uma importante função para que a reciclagem ocorra no país. No entanto, precisa-se que ocorra uma colaboração da população para que o sistema de coleta seletiva seja realizado de forma mais eficiente e que contribua para diminuição dos resíduos descartados, como também haja uma diminuição da matéria-prima extraída da natureza para confecção de novos produtos.

A cidade de Macaíba/RN, local em que desenvolvemos o presente estudo, não dispõe de coleta seletiva municipal, porém, os resíduos coletados pela Prefeitura do município são destinados para o aterro sanitário metropolitano de Ceará-Mirim/RN e neste local ocorre a seleção de resíduos reciclados que é realizado por uma associação de catadores. Porém, grande parte deste material torna-se inutilizável para reciclagem devido à mistura com matéria orgânica, assim faz-se necessário, portanto, desenvolver uma abordagem nas escolas que parta da temática da destinação correta desses resíduos.

Esta pesquisa justifica-se pela importância do tema para toda sociedade, assim, pretende-se traçar um perfil dos alunos de nível fundamental para elaborar uma abordagem que traga melhores resultados, promovendo reflexão sobre o papel de cada um diante dos problemas socioambientais, em especial, a geração e disposição final dos resíduos sólidos. Sabendo que a coleta seletiva é um procedimento imprescindível para diminuir a poluição do solo e a exploração de recursos naturais.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **Educação ambiental**

A educação como um todo é um processo de adquirir novos conhecimentos e isto pode acontecer de forma formal ou informal ao longo da vida. Cada etapa da vida é cheia de

aprendizagens, desde o nascimento em que se faz novas descobertas, assim como ao longo de toda existência, considerando também como fase importante a idade escolar, em que se é apresentado o conhecimento técnico-científico, ampliando os horizontes do saber a cada nova etapa cursada na escola.

A educação ambiental participa do processo de educação escolar considerando que é um importante aspecto de formação social do indivíduo, além do conhecimento adquirido em áreas importantes do desenvolvimento cognitivo, a responsabilidade ambiental de cada um também é acrescentada nesse processo, visto que o homem é um ser social, mas também exerce um papel fundamental na natureza.

Para Jacobi (2003, p. 1) “A relação entre meio ambiente e educação para a cidadania assume um papel cada vez mais desafiador, demandando a emergência de novos saberes para apreender processos sociais que se complexificam e riscos ambientais que se intensificam.”

A educação ambiental é a base da sensibilização da sociedade, buscando a sustentabilidade a fim de preservar os recursos naturais que já dão sinal de esgotamento no planeta em que vivemos, educando os mais jovens tornar-se possível transformar a sociedade em uma com maior responsabilidade ambiental, com consciência de seu papel e sua relação com a natureza. “A ação educativa ambiental, justifica-se, então, pela necessidade de formar um novo homem, capaz de viver em harmonia com a natureza e consigo mesmo.” (Alba, Barreto & Alba, 2015, p. 2532).

Um dos pilares da educação ambiental é a possibilidade de que os conhecimentos ultrapassem os muros da escola e cheguem às famílias dos alunos, multiplicando assim a possibilidade de transformação e conscientização de todos ao redor dos jovens estudantes, considerando que ocorre aprendizagem também por convivência social e assim espera-se que as informações adquiridas na escola perpassem para outros atores sociais que agirão por cooperação. Existe a hipótese da interdependência para explicitar que a cooperação é uma vantagem evolutiva, a humanidade observou que atividades realizadas em grupos são realizadas de forma mais rápidas do que atividades individuais, portanto pela cooperação também ocorre aprendizado e a preservação do meio ambiente necessita de cooperação de toda sociedade (Suarez, 2018).

### **O papel da escola na educação ambiental**

A escola é um ambiente promissor para iniciar as crianças no processo de sensibilização ambiental, visto que elas estão naquele espaço ansiosas por aprendizagens novas e propícias a

novas descobertas, também estarão se descobrindo como cidadãos do mundo, este é o momento ideal para interpor e dialogar com as ideias de sustentabilidade.

Educar crianças, educar jovens, educar. Mais que uma tarefa, mais que militância política, trabalho, dedicação. Criar planos de ação, considerar conceitos, teorias, reflexões, interações do desejo, da necessidade e da possibilidade, usar o bom senso, o senso de limites, repensar os espaços e as tarefas educacionais, formais e não formais. (Cascino, 1999, p.52)

A escola exerce um papel fundamental na educação ambiental e na transformação da sociedade, considerando o ensino de ecologia como disciplina nas grades curriculares e promovendo a percepção do homem como ser vivo que interfere no ambiente, apesar de ter começado de forma mecânica e tecnicista, “a Ecologia foi dialogando com outras ciências e percebeu-se que esta, sozinha, não possuía os necessários conhecimentos para a resolução de problemas tão complexos, intrínsecos à política, à cultura e ao modelo socioeconômico” (Friede *et al*, 2019, p. 125). Com o passar dos anos o ensino tem buscado se tornar mais próximo da realidade do aluno, trazendo uma abordagem tecnológica e interdisciplinar.

Com o progresso da educação ambiental nas escolas esta temática foi incluída como tópicos em diversas disciplinas com o objetivo de ampliar a visão de mundo do aluno, promovendo a percepção de que o meio ambiente não está inserido apenas na disciplina de ciências e que a preocupação com o meio não está associada exclusivamente ao conhecimento científico. Segundo Almeida (2011), a educação ambiental nas escolas forma cidadãos conscientes e preocupados com a questão ambiental, aptos para tomarem decisões visando o próprio bem-estar e da sociedade em que está inserido.

### **Coleta seletiva e reciclagem: Benefícios ambientais e sociais**

Um dos maiores problemas brasileiros é a gestão de resíduos sólidos. Em 2014 cerca de 78,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos foram produzidos no Brasil e 41,6% destes foram destinados de forma irregular, de acordo com dados obtidos pela Associação Brasileira de empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2015, entende-se como destinação irregular os lixões a céu aberto que provocam diversos problemas sociais e ambientais na região em que se encontram, diante destes dados é possível dizer que o Brasil ainda tem um longo caminho a percorrer para resolver a situação dos resíduos. Uma solução para este problema é a destinação adequada em maior número de municípios, através do aterro sanitário, que de acordo com D’Almeida (2002 *apud* Bitencourt, Pedrott & Santos, 2013) trata-se de uma forma para a deposição final dos resíduos sólidos gerados pelas atividades

humanas. Todavia, faz-se necessário uma política que promova a reciclagem para prolongar a vida útil do aterro e não ocorra um colapso neste sistema.

Define-se como coleta seletiva toda e qualquer separação dos resíduos das fontes geradoras, esta definição está descrita na Política Nacional de Resíduos Sólidos no Capítulo II, Art. 3º da Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010 (Brasil, 2010). A importância da prática da coleta seletiva é tornar a reciclagem possível, visto que a não separação dos resíduos torna os materiais recicláveis inutilizados devido à sujeira que a mistura com resíduos orgânicos provoca, entende-se, portanto, que a redução de resíduos sólidos começa pela coleta seletiva. De acordo com Ribeiro e Besen (2007), promover a separação dos materiais para reciclagem exerce uma função estratégica na gestão integrada de resíduos sólidos sob vários aspectos: estimula o hábito da separação do lixo na fonte geradora para o seu aproveitamento, promovendo também a educação ambiental voltada para a redução do consumo e do desperdício, gera trabalho e renda e melhora a qualidade da matéria orgânica para a compostagem.

A reciclagem é o processo que transforma produtos usados em produtos novos com a mesma finalidade, apesar de ser um conceito amplamente difundido, ainda há equívocos na prática deste procedimento, muitos ainda retratam a reciclagem como processo de reutilização dos materiais em que se faz necessário ressignificar a utilização de certos produtos. Este fato torna a reciclagem uma incógnita que prejudica sua prática no dia a dia e sua relevância para o ambiente e para a sociedade, em razão de proporcionar alguns benefícios como diminuir os riscos à saúde pública, os impactos ambientais e a exploração dos recursos naturais, afirma Krauczuk (2019).

Apesar de todas as vantagens e benefícios, o Brasil é um país que recicla pouco, muitos municípios não possuem política de gestão de resíduos e ainda sofrem com lixões e queimadas deste lixo gerando inúmeros problemas e reclamações da população, mesmo com promulgação da Lei 12.305 em 02 de Agosto de 2010 e a coleta seletiva seria incluída nestes planos, o que não ocorreu, como relata Gomes *et al.* (2014) em sua pesquisa que os municípios brasileiros não cumpriram os prazos estabelecidos por falta de recursos financeiros ou por falta de conhecimento do gestor local. Em 2020 apenas 5% dos municípios brasileiros tem coleta seletiva e apenas 17% têm destinação adequada de resíduos (Brasil, 2020).

### **Políticas ambientais dos resíduos sólidos na cidade de Macaíba/RN**

A cidade de Macaíba pertence à região metropolitana de Natal no Rio Grande do Norte, cerca 27 km de distância da capital e com uma população estimada no ano de 2020 em 81.821



habitantes, de acordo com dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). Uma população numerosa e que assim produz muito resíduo que a prefeitura seria responsável pela disposição final de forma responsável a fim de não sofrer sanções impostas por lei, além de proteger o próprio município da degradação ambiental provocada pela poluição do solo e do ar, causando maiores gastos com a saúde da população.

De acordo com Pires (2010, p. 3) “[...] os resíduos de Macaíba eram dispostos em lixões situados nos distritos próximos à sede municipal, principalmente por empresas privadas. Tais lixões tinham a característica de despejo de lixo sem nenhuma preocupação ambiental, acomodação aberta e sem cobertura”.

Para extinguir os lixões, o município, por pertencer à região metropolitana, fez parte do planejamento conjunto com as outras cidades para destinação de seus resíduos para o Aterro Sanitário da cidade de Ceará-Mirim/RN, administrado pela empresa privada Braseco S/A, isto melhorou a grande problemática dos resíduos sólidos, mas ainda falta na cidade a implantação da coleta seletiva para minimizar a utilização do aterro.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa é de abordagem qualitativa, do tipo exploratória. O instrumento de pesquisa utilizado foi um questionário produzido pelo *Google Forms*, divulgado com auxílio das redes sociais. Participaram da pesquisa 15 alunos do 7º ano do Ensino Fundamental do Centro de Ensino Irene Caetano na Cidade de Macaíba/RN. A partir das respostas do público-alvo foram estabelecidas relações entre o perfil socioeconômico e o conhecimento sobre coleta seletiva na cidade, tornando possível a realização da pesquisa proposta. O questionário foi dividido em duas seções, a primeira seção com questões direcionadas ao perfil dos estudantes e a segunda seção com questões relacionadas com o conhecimento sobre coleta seletiva e reciclagem. Escolhemos utilizar esse instrumento de pesquisa, porque trouxe rapidez e praticidade, de acordo com o relatado por Vieira (2010 *apud* Malhotra, 2006), as pesquisas online estão sendo mais utilizadas por serem mais rápidas e facilmente direcionadas ao público específico.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

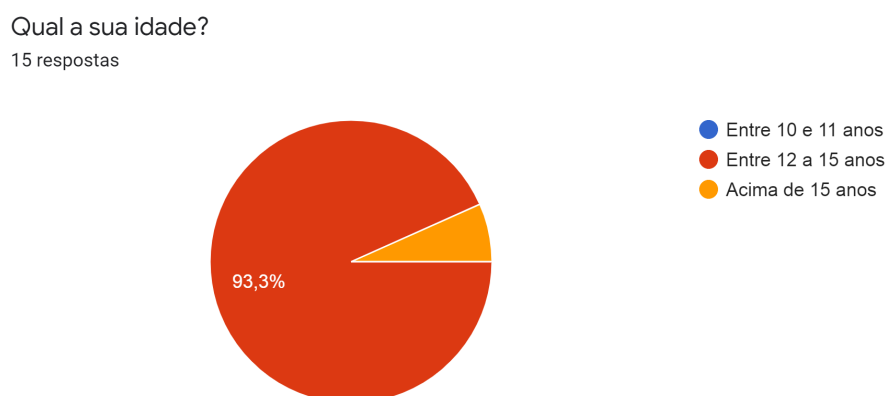
A partir dos resultados obtidos através das respostas recebidas do questionário de forma online é possível realizar uma análise sobre a realidade e a percepção dos estudantes diante da problemática do lixo na cidade em que residem, visto que há necessidade de participação ativa dos cidadãos em relação ao processo de coleta seletiva e reciclagem faz-se necessário que essas

informações sejam coletadas para uma melhor compreensão sobre como essa participação dar-se-á na localidade.

A primeira seção do questionário online foi para conhecer o perfil socioeconômico dos alunos, para estabelecer relação entre a realidade vivida por estes jovens com as respostas sobre coleta seletiva, acreditando na importância de conhecer o público.

A figura 1 representa as respostas da primeira questão foi perguntada qual a idade, devido a turma poder apresentar alunos desnivelados.

**Figura 1:** Referente a idade dos participantes da pesquisa.

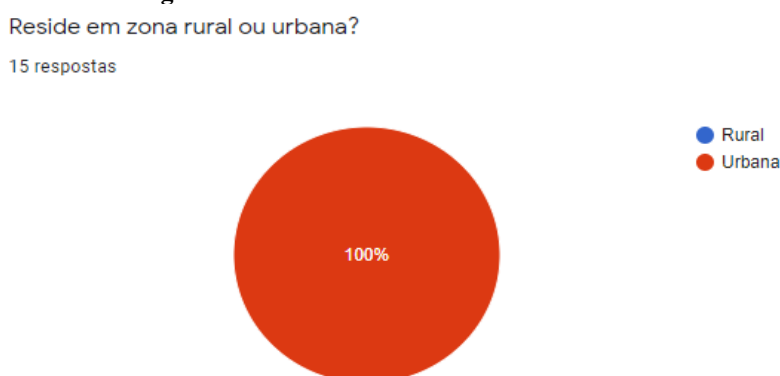


**Fonte:** Google Forms, 2020.

A figura 1 demonstra que 93,3% dos alunos estão na faixa etária entre 12 e 15 anos, portanto na idade considerada ideal para o nível de escolaridade em que se encontram.

Na segunda pergunta foi questionado se os alunos viviam em zona rural ou urbana, percebendo-se que os estudantes vivem em sua totalidade em zona urbana, como demonstra a Figura 2 a seguir:

**Figura 2:** Referente onde os estudantes residem.

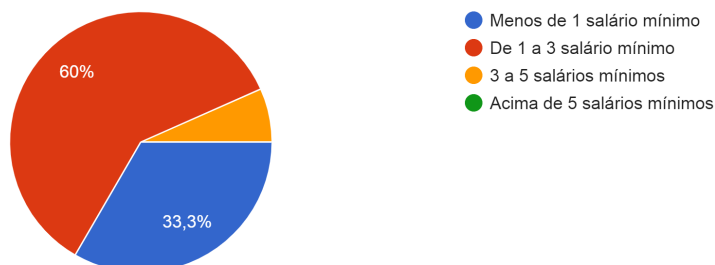


**Fonte:** Google Forms, 2020.

Na terceira questão perguntou-se sobre a renda familiar, os resultados obtidos estão representados no gráfico a seguir:

**Figura 3:** Referente a renda familiar.

Renda familiar:  
15 respostas



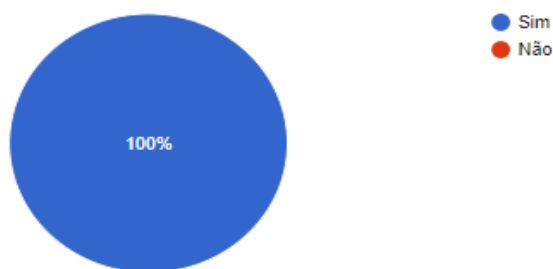
**Fonte:** Google Forms, 2020.

O gráfico 3 apresenta que 60% dos entrevistados recebem entre 1 a 3 salários mínimos.

Na segunda seção as perguntas foram direcionadas a reciclagem e coleta seletiva. A primeira pergunta foi se os estudantes sabiam o que era lixo para iniciar a explanação sobre o tema da pesquisa, o que está demonstrado na Figura 4 a seguir:

**Figura 4:** Referente ao questionamento você sabe o que é lixo?

Você sabe que é lixo?  
15 respostas



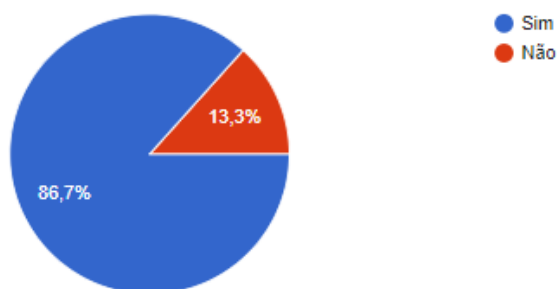
**Fonte:** Google Forms, 2020.

A figura 4 retrata que os alunos sabiam o que era lixo, 100% das respostas recebidas afirmavam que sim, a definição de lixo era de conhecimento de todos. No entanto, na questão seguinte foi perguntado se eles sabiam a diferença entre lixo e resíduos sólidos, trazendo uma concepção importante para o processo de separação e reciclagem. A figura 5 traz este resultado.

**Figura 5:** Diferença entre resíduos sólidos e lixo.

Você sabe que existe diferença entre lixo e resíduos sólidos?

15 respostas



Fonte: Google Forms, 2020.

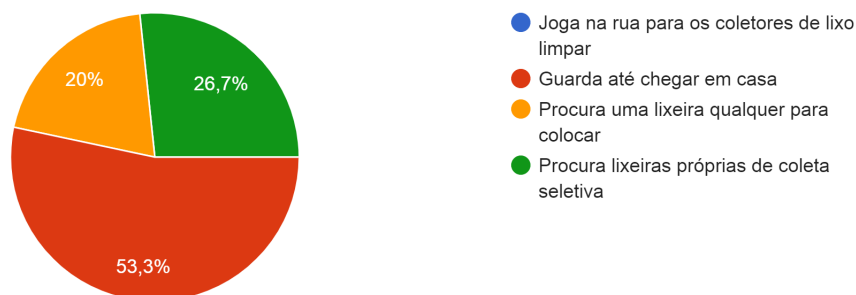
A figura 5 mostra a diferença em relação à primeira questão, em que os estudantes sabiam o que era lixo, mas se perguntado se eles sabem a diferença entre lixo e resíduos alguns afirmaram saber, porém, cerca de 13,3% não sabiam a diferença, esta informação torna-se indispensável na sensibilização e prática, enquanto não mudar a concepção de lixo como algo inútil e que não poderá ser mais aproveitado não haverá envolvimento na prática da coleta seletiva.

Uma das informações importantes é sobre como os estudantes se relacionam com o lixo que produz quando estão em vias públicas, visto que este comportamento pode refletir a responsabilidade que cada um tem com o resíduo que gera, a Figura 6 traz o percentual de comportamento dos listados na questão, foram dadas como opções as atitudes mais comuns realizadas pelas pessoas ao gerar lixo na rua.

**Figura 6:** Como o descarte de lixo acontece.

O que você faz quando precisa se desfazer do lixo quando está na rua?

15 respostas



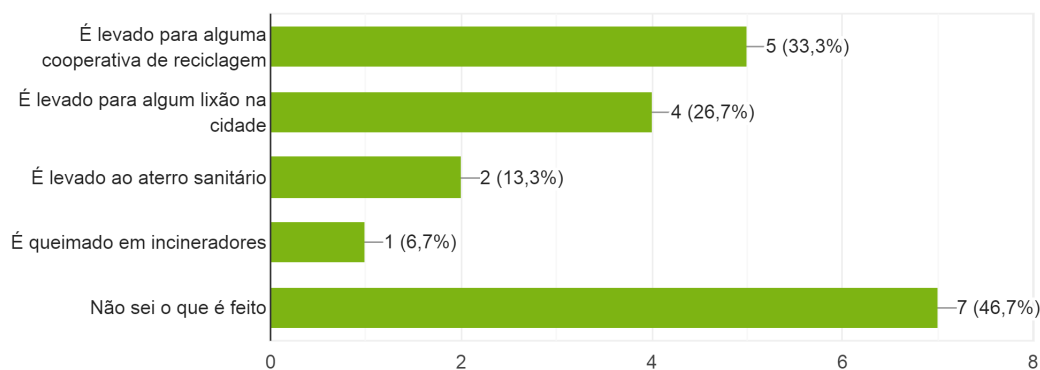
Fonte: Google Forms, 2020.

A opção mais escolhida foi a de guardar o lixo até chegar em casa com 53,3% das respostas recebidas, isso demonstra um nível de responsabilização sobre o resíduo gerado e também se nota que os estudantes acreditam que a disposição do lixo que realizam em casa é o mais adequado. Um importante resultado também observado é que 26,7% dos estudantes procuram lixeiras adequadas para coleta seletiva, assim, se houver lixeiras distribuídas pela cidade elas serão utilizadas pelos entrevistados e cerca de 20% dos estudantes buscam qualquer lixeira sem preocupação com o tipo de resíduo gerado.

A questão a seguir se refere se os estudantes sabiam o que acontecia com o lixo na cidade que residem, a questão poderia ter mais de uma opção marcada.

**Figura 7:** Referente ao questionamento você sabe o que é feito com o lixo da sua cidade?

Você sabe o que é feito com o lixo na sua cidade?  
15 respostas



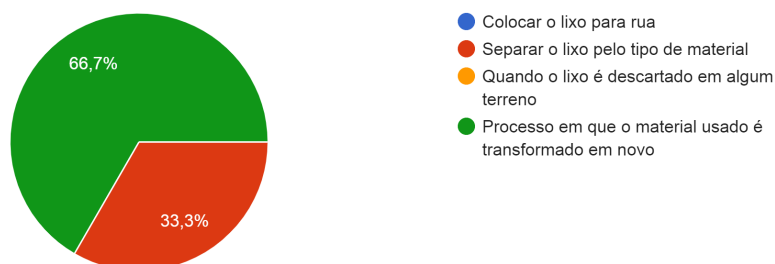
**Fonte:** Google Forms, 2020.

A Figura 7 mostra que a maioria, 46,7% dos estudantes não sabem como o lixo é tratado na cidade de Macaíba/RN, importante este resultado para a proposta que estipulada nesta pesquisa, percebe-se que a disposição dos resíduos não é uma preocupação no dia a dia dos estudantes. Porém, muitos destes (33,3%) acreditam que existe uma cooperativa de material reciclável que trata o lixo no município, no entanto, esta cooperativa não foi identificada na região.

Outro resultado observado foi em relação ao conceito de reciclagem, perguntados se sabiam do que se tratava a reciclagem, 100% dos entrevistados responderam que sim, sabiam do que se tratava o conceito. Todavia, na questão seguinte quando foi possível marcar o conceito em si houve disparidade como mostra a Figura 8.

**Figura 8:** Referente ao questionamento o que é reciclagem?

O que é reciclagem?  
15 respostas



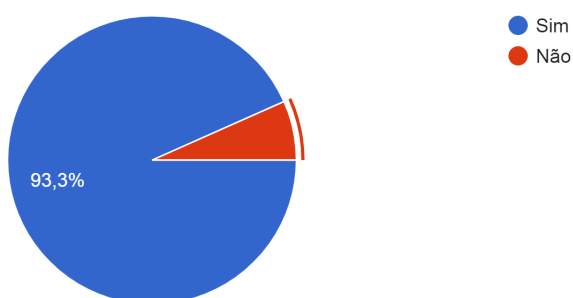
**Fonte:** Google Forms, 2020.

Cerca de 66,7% dos entrevistados concordaram que reciclagem é o processo em que o material usado é transformado em novo, o que está correto conceitualmente como afirma Fonseca (2013, p. 2) “reciclar significa transformar objetos materiais usados em novos produtos para o consumo”. Vale ressaltar que apesar dos estudantes em sua totalidade afirmarem que conhecem o conceito de reciclagem, 33,3% marcaram a opção que retrata o conceito de coleta seletiva como observado, isto pode sugerir a necessidade de uma maior sensibilização para diferenciação de conceitos que compõem a prática de separação e reciclagem.

Uma observação a ser investigada foi se os estudantes sabiam identificar materiais recicláveis de não-recicláveis, considerando que esta informação se torna base para o início da coleta seletiva, é imprescindível conhecer os materiais para separá-los, cerca de 6,7% dos estudantes não sabe a diferença, contando 93,3% que afirmam saber desta informação, como mostra a Figura 9.

**Figura 9:** Referente a diferente entre materiais recicláveis e não-recicláveis?

Você sabe o que são materiais recicláveis e não-recicláveis?  
15 respostas

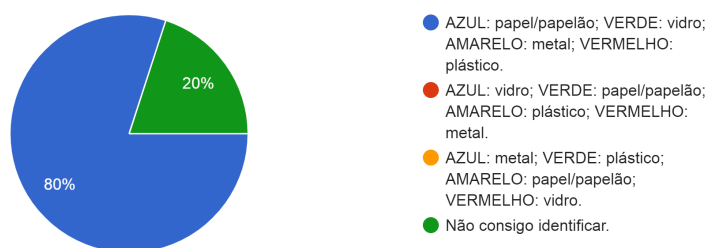


**Fonte:** Google Forms, 2020.

A maioria dos estudantes afirmam deter a informação sobre materiais recicláveis e não-recicláveis, portanto foi perguntado também no questionário se os estudantes que sabem separar os materiais conseguiriam identificar as cores de cada recipiente adequado para cada tipo de material e como esperado as cores mais comuns de separação de resíduos foram melhores avaliados comparando os resultados dos gráficos das Figuras 10 e 11.

**Figura 10:** Você consegue identificar as cores para materiais recicláveis?

Você consegue identificar as cores para materiais recicláveis?  
15 respostas

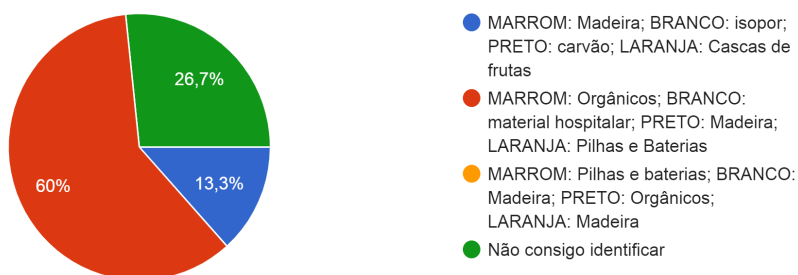


Fonte: Google Forms, 2020.

Na figura 10 acima os estudantes acertaram a opção das cores mais comumente usadas para separação e classificação dos resíduos, 80% dos estudantes marcaram a alternativa correta e 20% marcaram a opção em que afirmavam não saber identificar, ao contrário do observado na figura 11 abaixo, em que o percentual de acertos foi menor, o que já era esperado para esta pesquisa, principalmente pelo fato de que as cores demonstradas na questão são pouco comuns no dia a dia da população.

**Figura 11:** Você reconhece as cores da coleta seletiva?

Você reconhece essas cores menos comum para separar os materiais recicláveis?  
15 respostas



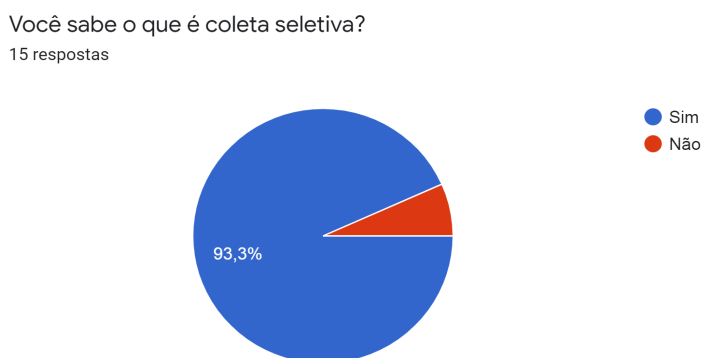
Fonte: Google Forms, 2020.

Aqui podemos observar que 60% das respostas recebidas foram corretas, um índice menor que o demonstrado na questão das cores mais comuns, podemos observar também um

aumento do percentual de estudantes que afirmam não saber identificar as cores, com o percentual de 26,7%.

Outro ponto a ser considerado nesta pesquisa é sobre o conhecimento que os estudantes têm sobre a coleta seletiva, foram realizadas questões direcionadas a este tema no questionário aplicado. A primeira questão desta seção foi sobre o conceito de coleta seletiva, se os estudantes detinham conhecimento sobre este conceito e 93,3% das respostas foram positivas, como é visualizado na figura 12.

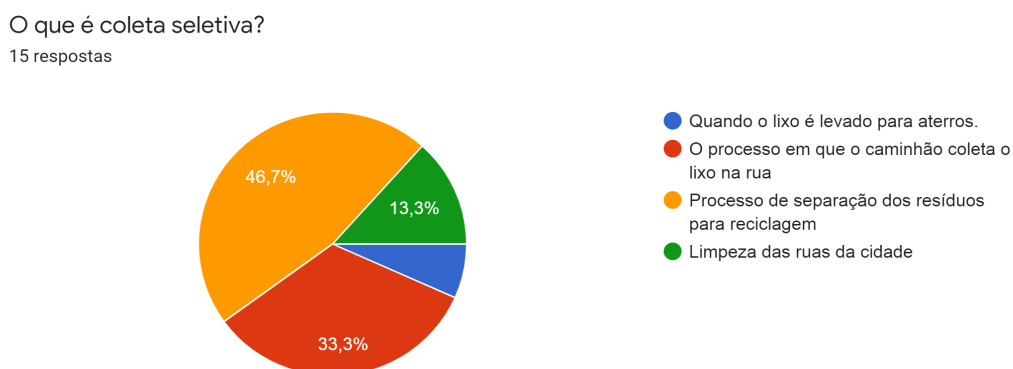
**Figura 12:** Referente ao questionamento você sabe o que é coleta seletiva?



Fonte: Google Forms, 2020.

Continuando a explanação foi questionado o conceito em que os estudantes acreditavam corresponder à coleta seletiva, o que foi demonstrado é que há um conflito conceitual, visto que muitas opções foram marcadas nas respostas de acordo com a Figura 13.

**Figura 13:** Referente aos conceitos de coleta seletiva.



Fonte: Google Forms, 2020.

Torna-se possível constatar a partir do gráfico 13 que 46,7% dos estudantes conseguem identificar o conceito de coleta seletiva corretamente, no entanto, um dado apresentado é que 33,3% marcaram a opção que retrata coleta seletiva como processo em que o caminhão coleta



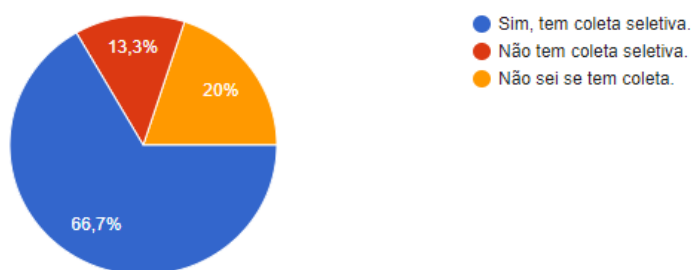
o lixo na rua e 13,3% acreditam que coleta seletiva é sobre limpeza das ruas, estes dados reafirmam a importância da educação ambiental e traz a confirmação de que a falta de conhecimento é um dos principais problemas para ausência de coleta nos municípios (Gomes *et al.*, 2014).

Observando outro aspecto, os estudantes afirmaram que na cidade em que residem possui coleta seletiva, este dado obtido e retratado pela Figura 14, é compreensível pelo fato de mais da metade dos estudantes marcarem opções incorretas na questão anterior.

**Figura 14:** Referente ao questionamento na sua cidade tem coleta seletiva?

Na sua cidade tem coleta seletiva?

15 respostas



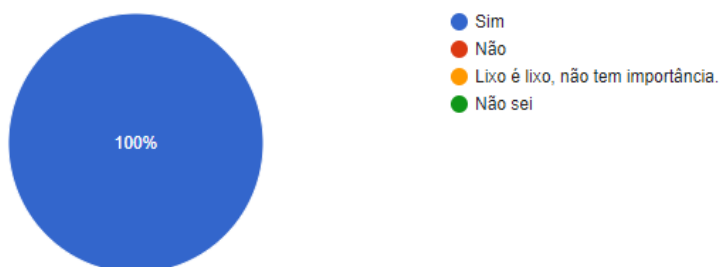
Fonte: Google Forms, 2020.

Para encerrar o questionário, a pergunta primordial, Figura 15, foi sobre a relevância que a coleta seletiva tem para a cidade em que os entrevistados residem, pode-se compreender que dado o conceito que os alunos demonstraram diante do tema eles consideram importante que a cidade tenha a coleta.

**Figura 15:** Referente ao questionamento você acredita que a coleta seletiva é importante para sua cidade?

Você acredita que coleta seletiva é importante para sua cidade?

15 respostas



Fonte: Google Forms, 2020.

Diante dos resultados obtidos pode-se afirmar que os estudantes de nível fundamental necessitam de orientação mais adequada sobre coleta seletiva e que campanhas de sensibilização e conscientização são essenciais para alcançar este público para que os benefícios

ambientais da coleta seletiva sejam alcançados pelo município de Macaíba/RN. Importante ressaltar que o poder público invista e possibilite políticas de promoção da coleta seletiva considerando as vantagens apresentadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se esta pesquisa reafirmando a importância sobre preservar o meio ambiente a partir da redução e gestão dos resíduos sólidos desde a fonte geradora, considerando que a coleta seletiva é imprescindível para melhoria de toda cadeia produtiva e que os cidadãos sejam sensibilizados e atuantes neste processo. Faz-se necessário que o poder público atue de forma mais eficiente, promovendo a coleta seletiva no município conforme a lei nacional, assim como, juntamente com a escola, realize e reforce campanhas de sensibilização para que a população contribua para proteção ambiental, visando a continuidade de disponibilidade dos recursos naturais e a promoção à saúde e bem-estar.

## REFERÊNCIAS

ALBA, G. O.; BARRETO, F. O.; ALBA, P. F. S. (2015). Um olhar sobre Educação Ambiental e Sustentabilidade. **Anais do Congresso Nacional de Educação – EDUCERE**, XII, 2015, Curitiba, PR, Brasil.

ALMEIDA, J. D. (2011). **Educação Ambiental: história e formação docente**. Maceió: Edufal.

BITENCOURT, D. V.; ALMEIDA, R. N.; PEDROTTI, A.; SANTOS, L. C. P. (2013). A problemática dos resíduos sólidos urbanos. **Interfaces Científicas-Saúde e Ambiente**, 2(1), 25-36.

BRASIL. (2010). **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. Recuperado em 20 de fevereiro, 2021, de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm).

BRASIL. (2020). **Resíduos Sólidos: apenas 1 em cada 5 municípios tem coleta seletiva**. Recuperado em 20 de fevereiro, 2021, de <https://www12.senado.leg.br/tv/programas/noticias-1/2020/09/residuos-solidos-1-em-cada-5-municipios-tem-coleta-seletiva>

CASCINO, F. (1999). **Educação ambiental: princípios, história, formação de professores**. Senac.

FONSECA, L. H. A. (2013). **Reciclagem: o primeiro passo para a preservação ambiental**. Revista, 1-30.

FRIEDE, R.; REIS, D. S.; AVELAR, K.; MIRANDA, M. G. (2019). Coleta seletiva e educação ambiental: reciclar valores e reduzir o lixo. **Educação & Formação**, 4(11), 117-141.

GOMES M. H. S. C.; OLIVEIRA, E. C.; BRESCIANI, L. P.; SILVA PEREIRA, R. (2014). Política Nacional de Resíduos Sólidos: perspectivas de cumprimento da Lei 12.305/2010 nos municípios brasileiros, municípios paulistas e municípios da região do ABC. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, 7, 93-109.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). **Cidades e estados**. Recuperado em 20 de fevereiro, 2021, de <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/macaiba.html>

JACOBI, P. (2003). Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, (118), 189-206.

KRAUCZUK, H. M. (2019). Reciclagem. **FESPPR Publica**, 3(1), 18.

LOUREIRO, C. F. B. (2003). **Ambiente e Educação**, Rio Grande, RS, 37-54.

PEREIRA, A. O. K.; HORN, L. (2009). **Relações de consumo: meio ambiente**. Caxias do Sul, RS: Educs.

PIRES, A. D. M.; COLOMBO, A. R.; DANTAS, C. V. C.; SILVA I. S.; MORENO J. C. (2010). Proposta para implantação da coleta seletiva, modalidade porta a porta para o município de Macaíba/RN. **Anais do 3º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Resíduos 2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólidos**, Natal, RN, Brasil.

RIBEIRO, H.; BESEN, G. R. (2007). Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. **InterfaceHS**, 2(4), 1-18.

SUAREZ, C. J.; VILLELA, C. A. S. N.; BENVENUTI, M. F. L. (2018). Estudo experimental da cooperação na análise do comportamento: Buscando integrar aprendizagem, evolução e desenvolvimento. **Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva**, 20(4), 27-47.

VIEIRA, H. C.; CASTRO, A. E. D.; SCHUCH JÚNIOR, V. F. (2010). O uso de questionários via e-mail em pesquisas acadêmicas sob a ótica dos respondentes. **XIII SEMEAD Seminários em administração**, 01-13.

WALDMAN, M. (2003). Natureza e sociedade como espaço de cidadania. **História da cidadania**. São Paulo: Contexto, 545-557.

WALDMAN, M. (2008). **Reciclagem, preservação ambiental e o papel dos catadores no Brasil**. Recuperado em 20 de março, 2008, de [https://www.academia.edu/39770970/RECICLAGEM\\_PRESERVA%C3%87%C3%83O\\_A\\_MBIENTAL\\_E\\_O\\_PAPEL\\_DOS\\_CATADORES\\_NO\\_BRASIL](https://www.academia.edu/39770970/RECICLAGEM_PRESERVA%C3%87%C3%83O_A_MBIENTAL_E_O_PAPEL_DOS_CATADORES_NO_BRASIL)

# CAPÍTULO 2

## **EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA: ATIVIDADES EDUCACIONAIS SOBRE O MEIO AMBIENTE, CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL E SUAS RELAÇÕES COM A DATA COMEMORATIVA 07 DE SETEMBRO NA ESCOLA RURAL MANUEL NOGUEIRA LIMA**

**Ednelma Do Carmo da Cruz  
Fabiana Maria Silva Costa  
Jerlane Sousa Oliveira  
Messias Muniz de Nassau Neto  
Raimundo Nonato de Sousa**

### **RESUMO**

O presente trabalho teve por fim apresentar a realização de uma sequência de atividades pedagógicas para discutir, refletir e conscientizar sobre o meio ambiente, sustentabilidade, e suas relações com a data comemorativa 07 de Setembro realizadas pelos alunos do 6º ano da Escola Rural Manuel Nogueira Lima com a participação de todos os colaboradores da escola, bem como de discentes da Universidade Federal do Piauí do Curso de Licenciatura em Educação no Campo/ Ciências da Natureza, no ano de 2018. A dinâmica das atividades percorreram a construção de pensamentos, aulas expositivas e diálogos sobre a temática meio ambiente e a data Comemorativa 07 de Setembro e suas co- relações. Assim teve como resultado a construção de maquetes pelos alunos representando assim a área preservada e a área degradada, uma passeata na Comunidade e momentos de conscientização das ações humanas ao meio ambiente. Sendo o resultado final a construção de desenhos, reflexões, frases e ilustrações em papel A4 por parte dos alunos que expuseram todos os momentos das atividades, suas indagações, conceitos e conceituações sobre a temática abordada, a atividade final realizada sobre sugestão dos alunos sendo de forma livre e agradável, com resultados satisfatórios.

**PALAVRAS-CHAVES:** Meio Ambiente, Sustentabilidade, Educação, 07 de Setembro.

### **INTRODUÇÃO**

O presente trabalho é fruto de uma proposta de intervenção dos discentes do Curso de Licenciatura em Educação no Campo/Ciência da Natureza/ LEDOC, da Universidade Federal do Piauí, que foi desenvolvido através de um trabalho de conscientização, sobre o desenvolvimento sustentável, o e meio ambiente e suas relações com a Escola Rural Manoel Nogueira Lima, realizada com a turma do 6º ano do Ensino Fundamental no ano de 2018.

A princípio as atividades foram realizadas em sala de aula, como palestras, atividades didáticas, construção de maquetes, ilustração e outros, em que ao final foi realizada uma passeata na Comunidade e seus arredores, cujo objetivo foi indagar através de mensagens,

cartazes a respeito da educação ambiental, desenvolvimento sustentável e o cuidado com o meio ambiente. Assim expor e conscientizar a comunidade e principais abordagens que foram discutidas em sala com os alunos da escola a respeito da temática.

Deste modo através de faixas deu-se a passeata sendo realizada no dia 07 de Setembro, data muito comemorada e que permitiu a participação de todos, bem como reflexões sobre este data comemorativa. A ação prolongou-se partindo da sala de aula para as Comunidades que são o Assentamento 17 de Abril e Assentamento 08 de Março, divisa entre as cidades de Teresina e Demerval Lobão, local onde residem os alunos.

A dinâmica realizada também com alunos da escola, contemplou a perspectiva vivenciada naquele período, em que infelizmente no ano de 2017 moradores do Assentamento 08 de Março vivenciaram momentos de terror, ocasionado por um incêndio acidental, em que tivemos uma vítima fatal. A perspectiva deste trabalho foi levantar questionamento com os alunos sobre meio ambiente, e as formas também de evitar tais incidentes como o relatado.

Os discentes de LEDOC, tiveram uma forte atuação com a comunidade de ambos os Assentamentos, no que se refere a temática o meio ambiente, e parte educativa, pois o trabalho teve como eixo principal a elaboração de uma proposta de intervenção, para possíveis problemas ambientais nas Comunidades. A ênfase em trabalhar com as crianças tem por fim aproximar desde muito cedo as relações homem-natureza, utilizando-se das vivências e saberes desses alunos.

Nesse sentido é necessária uma intervenção a partir dos danos que podem ser observados dentro do contexto em que os alunos da Escola Rural Manoel Nogueira Lima estão situados. E assim, contando com o apoio da direção e professores e a participação dos alunos possibilitar melhorias e a construção de uma consciência crítica e participativa para que possamos cuidar do meio ambiente, aprender sobre os sistemas sustentáveis e incorporar a educação ambiental.

Diante das abordagens o objetivo central foi de trabalhar com alunos do Ensino Fundamental, 6ª ano da Escola Rural Manuel Nogueira Lima foi possibilitar que os mesmos desde muito cedo incorporem a importâncias da educação ambiental, seus cuidados, problemáticas e dinâmicas que percorrem ao desenvolvimento sustentável.

Deste modo tendo como objetivos específicos conceituar com os alunos através de atividades lúdicas e criativas as questões sobre o meio ambiente e sua trajetória histórica e atual relacionando com vivências nos Assentamentos. Possibilitando reflexões que dizem respeito aos recursos naturais, sua importância e auxiliar na formação de consciência de que todos

precisam cuidar da natureza, e que a educação é a principal “arma” para que tenhamos as mudanças almejadas.

## **METODOLOGIA**

A metodologia adotada para o projeto permitiu o envolvimento dos professores, direção da escola, profissionais e alunos, especialmente do 6º ano, as ações foram coordenadas pelos acadêmicos da Licenciatura em Educação no Campo, num trabalho coletivo em que todos os envolvidos participaram objetivando assegurar o desenvolvimento dos objetivos propostos, conforme os momentos apresentados a seguir, tendo em vista a perspectiva metodológica de uma pesquisa ação por Michel Thiollent (1985).

A apresentação dos momentos foram importante para uma melhor sequência e dinâmica das atividades: 1º Momento: Foram realizados os diálogos e aulas expositivas sobre a temática desenvolvimento, sustentabilidade e meio ambiente com alunos do 6ª ano e uma breve organização das atividades as serem realizadas; 2º Momento: Confecção de cartazes, elaborados pelos alunos como resultado das dinâmicas e abordagens apresentadas em sala de aula; 3º Momento: Construção de maquetes com alunos e professores da escola, para fim apresentar aspectos de degradação e preservação ambiental; 4º Momento: Realização do planejamento e uma breve abordagem sobre a data da passeata e suas relações com o dia cívico comemorativo realizado no dia 07 de Setembro. A data foi escolhida para servir de marcação como dia representativa da semana do Brasil, e contemplar as questões relacionais ao meio ambiente como parte integral a história brasileira.

A dinâmica das atividades foram através de aulas expositivas e rodas de conversas com os alunos, com a sequência de práticas educativas envolvendo professores e demais colaboradores, os momentos referidos foram realizados em dias combinados com os alunos e realizadas no horários normais de aula.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A estratégia utilizada para organizar os trabalhos e atividades em momentos ocorreu na perspectiva de melhores resultados mais objetivos. A dinâmica de apresentação dos resultados foi fruto de um esforço coletivo de alunos, professores, coordenação que sem esses apoios essas atividades não seriam possíveis, pois em especial gostaria de dar créditos aos professores da escola sempre disponíveis a colaborar, bem como da disciplina de Ciências e tantos outros colaboradores ativos nesta proposta.

A apresentação de algumas dos momentos foi anteriormente colocada para servir de ponto propulso, e mostrar que através da Educação no Campo, e com parcerias é possível transformar conhecimentos, e possibilitar novas perspectivas para aluno e demais participantes. Nas primeiras imagens temos a amostra final da consciência dos alunos, que em grupos foram divididos para melhor execução das propostas, e após as atividades dialogadas construíram um maquete com as seguintes representações de áreas preservado, que os alunos optaram por chamar de “área verde” e a uma outra representação de uma área desmatada.

A dinâmica aqui foi mostrar a representatividade dos alunos logo após as atividades de aula expositiva e dialogada, este é o resultado final em que os mesmos viram na prática dois contextos extremamente distintos. Deste modo a visualização dos alunos foi aprimorada através da construção da atividade prática, alunos agora tem o dever de intervir para que possam semear as trocas de conhecimento com demais pessoas, os alunos compreendem com maior clareza suas relações com o meio ambiente e com a importância de ter um local saudável, identificaram as duas vertentes dos dois ambientes e os malefícios da degradação ambiental.

**Figura 01:** maquete representando área verde.



**Figura 02:** maquete representando área desmatada.



**Fonte:** acervo dos discentes LEDOC/2018.

Em fim partindo de agora a narrativa das atividades anteriores serão apresentadas, para que possamos compreender o resultado e as conceituações que ficarão por toda uma vida registrada na memória dos alunos. Após o planejamento das atividades, as aulas expositivas e dialogadas que discorreram sobre o meio ambiente, a sustentabilidade foram iniciadas as primeiras reflexões.

Assim em outro momento foi abordado a temática, importância e relações entre o meio ambiente e a data comemorativa, sua rememoração histórica da data 07 de Setembro. A perspectiva de co relacionar conteúdos, comunidades, vivencia, datas comemorativas e outros vai ao encontro de abordagens de Arroyo (2013), assim (re)afirmando uma das ênfases curriculares da Educação no Campo, envolver o aluno no núcleo comum curricular partindo da diversificação e especificidade curricular.

Tendo em vista as lembranças históricas a dinâmica aqui foi co-relacionar este dia de grandes mudanças no Brasil, bem como interligar as ações e comportamentos humanos que foram modificados também naquele período, mas que o processo histórico muitas das vezes não permitiu melhores envolvimento entre homem-natureza. Toda via o envolvimento desta semana do Brasil, esta intrinsecamente ligada aos sistemas ambientais e sua importância.

Assim Caldart (2010) reforça a dinâmica da Educação no Campo e sua ênfase em concepções formativas voltadas para a criticidade, as formas de permitir reflexões ativas por parte do aluno e docente, envolvente do mundo educacional e as ações educativas que necessitam de uma nova abordagem mais crítica e social. A imagem abaixo mostra um dos momentos de construção dos conhecimentos com os alunos, discussão sobre o meio ambiente.

**Figura 03:** Momento de aula expositiva e dialogada.



**Fonte:** acervo dos discentes LEDOC/2018.

Após as aulas expositivas foi realizada a construção em outros momentos de cartazes que foram utilizados na passeata no dia 07 de Setembro, fruto das reflexões entre a importância da data e do meio ambiente. Deste modo a passeata contou com a participação de toda a Escola Rural Manoel Nogueira Lima, alunos, professores e profissionais, contando com o apoio dos acadêmicos da LEDOC, que coordenaram a temática meio ambiente, juntamente com os alunos do 6º ano.

Disto isso uma das abordagens apresentadas durante o percurso da passeata, e elaboração das placas com temáticas ambientais como alerta trouxeram frases, palavras: **sustentabilidade, recursos renováveis, reaproveitamento, conscientização, educação ambiental, aquecimento global, agronegócio, extinção, degradação e poluição.** Foi possível observar que houve entusiasmo por parte dos alunos, a ação possibilitou um conhecimento até então retratado de modo distante e indireto entre a data comemorativa e suas interfaces aos modos de nos relacionarmos com os recursos naturais.



**Figura 04:** Mobilização e passeata dos alunos.



Fonte: Acervo dos discentes. LEDOC/2018.

A presente imagem retrata os primeiros momentos em que os alunos e demais participantes percorrem as proximidades da escola e adentram um pouco mais para a Comunidade Assentamento 17 de Abril, pois a mesma é mais próxima da escola onde foi realizada as atividades. Deste modo a fotografia abaixo representa a continuidade da passeata e o momento de execução do hino nacional brasileiro, em que os alunos prestam suas honraria e homenagens. Dito isso e segundo Meneses Neto, (2009), apresenta a importância de movimentos sociais, ações educativas, e possibilidades positivas para a construção de uma nova hegemonia pedagógica e social, através do envolvimento educacional, e social.

**Figura 05:** Mobilização dos alunos da comunidade e apresentação do hino nacional.



Fonte: Acervo dos discentes. LEDOC/2018.

Ao chegar na sala de aula em outro momento, foi chamada a atenção dos alunos para as placas com as temáticas ambientais que foram expostas no quadro acrílico, os discentes se apresentaram e fizeram uma breve discussão acerca das temáticas, tirando as dúvidas dos alunos. Dando continuidade foram distribuídas folhas em branco, papel A4 para que os alunos pudessem expressar através de desenhos ou frases, de que modo às temáticas realizadas refletiam em suas vidas, em sua casa e Comunidade. Foi dada total liberdade para que os alunos pudessem expressar livremente as formas de pensar e suas reflexões sobre as atividades realizadas.

As atividades duraram respectivamente em torno de 50 minutos, e os resultados obtidos, foram surpreendentes, eles expressaram principalmente questão da poluição, desmatamento, problemática com a água, questão com o fogo e os riscos de incêndios. Tendo em vista a data comemorativa os alunos afirmaram importantes colocações, em lembrar a data 07 de Setembro. Dito isso e segundo os alunos é um dia para pensarmos nossas atitudes e comportamentos em prol do meio ambiente, os alunos sabem que esta data foi parte de grandes conflitos sociais, marcado por ações de guerra, e que para eles esses comportamentos são inaceitáveis, e que o importante mesmo é cuidar da vida humana, que todos possamos ter direitos a um ambiente saudável e próspero, bem como um país independente e belo.

O resultado de todas as ações foi a construção de frases, pequenos textos, desenhos e muitos outros gestos de carinho e respeito. Segundo os escritos de BAETA, (2002) o autor coloca, que a perplexidade diante da grandeza da crise ambiental contemporânea tem levado alguns pensadores ecologistas a buscarem as soluções na pré- modernidade. E estas atividades serviram para a compreensão das questões ambientais apontadas pelos alunos na atualidade. A implicação da modernização não significa que temos que nos aprimorar das tecnologias destruindo o meio ambiente, e que sim é possível avançarmos de forma sustentável com o ecossistema.

A fotografia abaixo retratou o momento em que os alunos ao final de todas as atividades, construíram em papel A4 as suas expectativas, reflexões e indagações sobre a importância do meio ambiente, e suas relações a data comemorativa 07 de Setembro.

**Figura 06:** execução das atividades de desenhos referente ao meio ambiente e a data 07 de Setembro.



**Fonte:** acervo dos discentes LEDOC/2018.

Tendo em vista a dinâmica apresentada com os alunos, a abordagem de permitir que os alunos pudessem expor seus pensamentos em um papel A4 contou com a idealização por parte dos alunos, os mesmos deram como sugestão a realização de ilustrações, criação de frases, palavras e outros que colocassem de forma livre suas conceituações sobre todos os momentos realizados, desde o primeiro encontro até a concretude das ações realizadas. As fotografias

abaixo mostram a representatividade dos alunos, suas indagações e formas de contemplar a temática meio ambiente e a data comemorativa 07 de Setembro.

Figuras 07, 08, 9 e 10: resultado final construído pelos alunos.



Figura 07

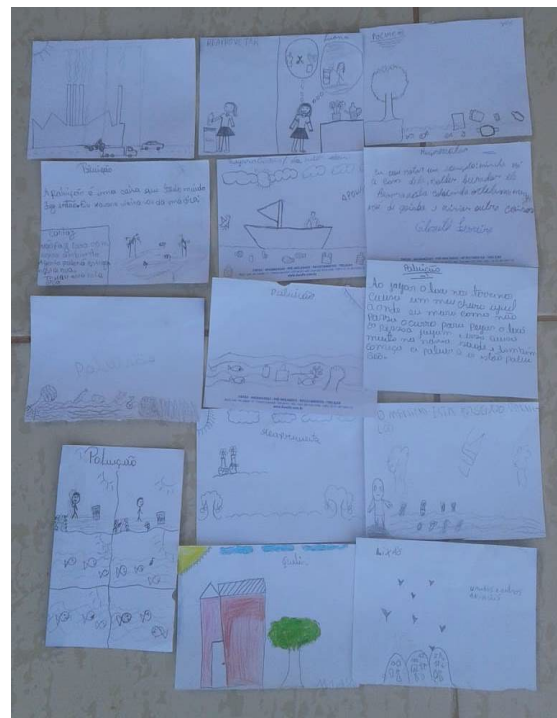


Figura 08

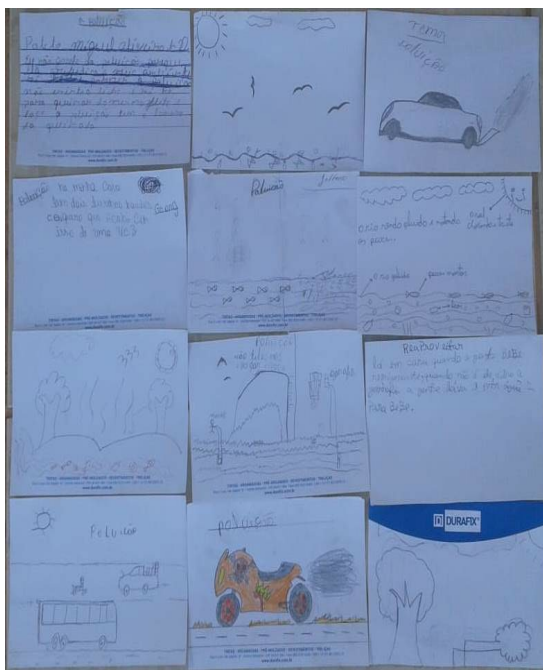


Figura 9

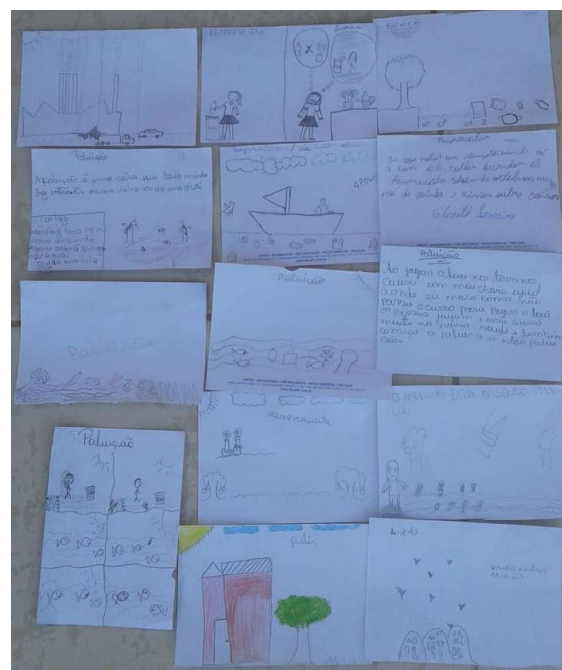


Figura 10

Fonte: acervo dos discentes LEDOC/2018.

Segundo DIAS, (2002) a abordagem apresentada ao final contemplou o que é defendido pelo autor, pois a conclusão das ações mostraram que as atividades educacionais quando significativas, envolvidas com as realidades permite suas adaptações e as possibilidade são

infinitas tanto para professores, quanto para alunos. Portanto torna-se mais praticas as concretudes quando a o envolvimento do aluno nas atividades escolares é ativo, e considerando as particularidades da comunidade alunos podem desenvolver-se ainda mais positivamente.

Deste modo o fruto das representações realizadas pelos alunos em que obteve ótimos resultados, foram apontados através de desenhos e frases, o pensamento de crianças que desde muito cedo estão aprendendo a aprender a conviver em harmonia com o meio ambiente e dando real significado a data comemorativa 07 de Setembro. Em que os alunos deixaram evidente que em sua maioria relataram as questões ambientais acerca das poluições presentes na comunidade onde residem e que agora são principais disseminadores deste ideia. O combate as degradações ambientais são perspectivas que necessitam ser urgentemente abordadas em escolas publicas e privadas, com todo e qual quer nível de ensino.

## CONCLUSÃO

As atividades desenvolvidas na Escola Rural Manoel Nogueira Lima, objetivou dialogar e conscientizar, servindo de alertar os alunos sobre a importância do meio ambiente, a sustentabilidade e a relação que devemos perfazer as datas comemorativas, sejam datas para refletir e possibilitar as mudanças de comportamento e atitudes humanas, seja para dar novas perspectivas e simbologias a data comemorada.

Assim por meio de tarefas aplicadas dentro e fora da sala de aula, envolvendo especialmente em atividade voltadas para os problemas ambientais e suas relações a data comemorativa 07 de Setembro e suas relações com as Comunidades, permitiram um novo olhar. A vivencia através da prática possibilitou a aprendizagem integral de variados contextos, como sociais, educacionais, disciplinares e respeito a pátria, e ao ecossistema.

Portanto este é uma das mais variadas metodologias enfatizadas pela Educação no Campo, perspectivas das LEDOCs que visam o envolvimento do aluno, comunidade, conteúdos escolares e por fim que estudantes possam participar ativamente da construção de seus conhecimentos e através dessas ações permitirem mudanças positivas em suas realidades.

## REFERÊNCIAS

ARROYO, M. G. **Currículo, território em disputa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

BAETA, A. M. B. (et al), **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**, 2º ed, São Paulo: Cortez, 2002.

CALDART, R. S. Notas para uma análise de percurso. In: MOLINA, Monica Castagna (Org.). **Educação do Campo e Pesquisas II**: questões para reflexão. Brasília: MDA/MEC, 2010.

DIAS G. F. *apund* TELLES, M. Q. *Vivencias integradas com o meio ambiente*, São Paulo, ed. Sá, 2002.

MENESES NETO, A. J. de. **Formação de professores para a educação do campo**: projetos sociais em disputa. Belo Horizonte: Autentica, 2009.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1985.

# CAPÍTULO 3

## O SISTEMA DE POLICULTIVO: UMA REVISÃO

**Jussê Gonçalves de Souza Neto**  
**Vivian Torres Bandeira Tupper**  
**Josiéle Botelho Rodrigues**  
**Ricardo Oliveira Rosa**  
**Fernanda Zupo Rocha**  
**Thomáz Jácome Costa**

### RESUMO

O sistema de policultivo é um dos mais antigos do mundo. Ele estabelece que duas ou mais culturas sejam plantadas na mesma área, com ou sem ordenamento em fileiras. O sistema apresenta uma série de benefícios, a saber: ciclagem de nutrientes, melhor estruturação física do solo, aumento da infiltração de água, aumento da biodiversidade, da eficiência do uso da terra e dos recursos hídricos locais, maior controle da população de plantas invasoras e insetos. Para que se obtenha estes benefícios é necessário que as condições edafoclimáticas e objetivos gerais do produtor estejam alinhados. Nesse contexto, o objetivo da presente revisão narrativa é discutir o estado da arte do sistema de policultivo, especialmente no que tange os serviços ecossistêmicos e os pontos chave para o sucesso na implementação e manejo deste. Foram utilizados artigos de diferentes bases indexadoras (Web of Science, Scopus, Google Acadêmico e Periódicos CAPES). O critério de seleção dos artigos foi o tempo de publicação menor que sete anos, salvo artigos ou livros já consagrados na área. Conclui-se que o sistema de policultivo faz parte da chamada Agricultura Conservacionista, uma vez que utiliza os recursos naturais da forma menos danosa possível ao ambiente, bem como preza pela maior eficiência do uso de terra e recursos hídricos. Recomenda-se que os benefícios deste sistema sejam divulgados com mais intensidade bem como promovam-se cursos de capacitação próprios às condições edafoclimáticas que os produtores estejam inseridos, de modo que essa técnica se popularize ou, pelo menos, diminua a resistência à sua adoção e manejo.

**PALAVRAS-CHAVE:** sistema de cultivo múltiplo, consórcios, serviços ecossistêmicos.

### INTRODUÇÃO

O policultivo é uma das formas mais antigas de cultivo conhecida. Este tipo de sistema de produção também é conhecido como consórcios ou cultivo múltiplo, na mesma área é plantado duas ou mais espécies simultaneamente, utilizando fileiras de plantio ou não (WENDA-PIESIK & PIESIK, 2021). Dentro do contexto da agricultura sustentável ou conservacionista o policultivo apresenta um papel essencial em função da rotação de culturas e ciclagem de nutrientes.

A combinação de espécies pode trazer outros benefícios ao agroecossistema, a saber: maior aproveitamento de nitrogênio por parte dos cereais (milho) quando consorciado com

leguminosas (PUŻYŃSKA et al., 2021) e um maior aproveitamento dos recursos de crescimento (KOSTRZEWSKA et al., 2020). É evidente que tais combinações precisam ser adaptadas para cada condição edafoclimática, a mera cópia da técnica de cultivo pode apresentar resultados abaixo dos esperados.

Outro fator relevante dentro do policultivo é o uso mais eficiente de terra (KLIMA et al., 2020), vide condições climáticas desfavoráveis para uma cultura resulta em melhor desempenho da outra (SCHULZ et al., 2020). De maneira geral, a produtividade em policultivo é maior que cultivos solteiros (KLIMA et al., 2020; SCHULZ et al., 2020). É provável que o aumento da presença de inimigos naturais e biodiversidade diminua a pressão das pragas e doenças, resultado da menor disponibilidade de alimentos (WENDA-PIESIK & SYNOWIEC, 2021).

Durante a adoção do policultivo os agricultores podem manter a área sob contínua produção além de aumentar sua produtividade (WENDA-PIESIK & SYNOWIEC, 2021). Segundo os autores, uma das formas de se obter um aumento de produtividade é reconhecer a preferência de predação da população de pragas. Nesse caso, o uso de uma cultura que atraía as pragas para longe da cultura de alto valor econômico é uma técnica bastante satisfatória.

Os danos sofridos pelo dossel em policultivo também são sensivelmente reduzidos. Uma vez que insetos monófagos predam especificamente uma espécie de planta, a menor alteração do agroecossistema torna difícil a localização das plantas alvo e o estabelecimento de uma base reprodutiva (WENDA-PIESIK & SYNOWIEC, 2021).

É válido ressaltar que nenhuma das espécies seja muito agressiva, especialmente em casos de consórcio com uma espécie de cereal de alto valor econômico (PUŻYŃSKA et al., 2021). Os autores recomendam que a espécie de alto valor econômico consiga competir pelos recursos de crescimento com a(s) outra(s) espécie(s). Para isso é vital que o desenho dos agroecossistemas leve parâmetros de competição entre espécies e informações edafoclimáticas para uma correta condução do sistema.

Nesse sentido, o objetivo da presente revisão narrativa é discutir os serviços ecossistêmicos provenientes do policultivo, bem como elucidar pontos chave para o sucesso deste sistema agrícola.

## METODOLOGIA

O estudo é caracterizado como uma revisão narrativa a qual busca descrever o tema proposto de forma ampla (ROTHER, 2007). Também se buscou discutir o atual desenvolvimento dos policultivos em se tratando de serviços ecossistêmicos e desenhos eficientes do ponto de vista ambiental. Embora neste tipo de revisão de literatura não seja necessário a indicação das fontes utilizadas, as seguintes bases de indexação foram empregadas, a saber: Web of Science, Scopus, Google Acadêmico e Periódicos CAPES.

Utilizou-se como critério de busca as palavras-chave “policultivo”, “consórcios agrícolas” e “cultivo múltiplo” assim como suas respectivas traduções à Língua Inglesa. Como critério para seleção dos trabalhos foi tido como prioridade as publicações de até sete anos, salvo artigos ou livros consagrados na área.

## SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: *UROCHLOA*

A Agricultura Conservacionista busca trazer os menores impactos possíveis no ambiente ao mesmo tempo que utiliza os nutrientes da forma mais otimizada possível. Entre as práticas utilizadas neste modelo de agricultura inclui-se o policultivo, uma vez que a ciclagem de nutrientes (HOBBS et al., 2008) e uso eficiente do uso da terra são um dos benefícios provenientes.

Dentre as várias espécies já utilizadas no policultivo o gênero *Urochloa* (braquiaria) é bastante utilizada nos trópicos, inclusive no Brasil. Há relatos recentes da *Urochloa* sendo consorciada com café (SILVA et al., 2019) e citrus (MARTINELLI et al., 2017). Entre os serviços ambientais que este gênero oferece a manutenção da estrutura do solo, redução da erosão, aumento da infiltração, ciclagem de nutrientes e supressão de plantas invasoras (FAVARIN et al., 2018). Em se tratando da ciclagem de nutrientes, Baptistella et al. (2020) sintetizaram dados dos macronutrientes na raiz da *Urochloa* (Tabela 1), o que evidencia o seu papel fundamental dentro do sistema solo-planta-atmosfera.

O crescimento da *Urochloa* é sensivelmente afetado pela disponibilidade de luz, sendo assim, o estabelecimento dos consórcios deve levar em consideração a luminosidade, o espaçamento e a altura do componente agrícola (BAPTISTELLA et al., 2020). Em situações mais adversas a realização da poda talvez seja necessária para evitar o mau crescimento da forragem.



**Tabela 1:** Concentração de nutrientes na raiz de espécies *Urochloa* (brachiaria).

<i>Urochloa</i>	N	P	K	Ca	Mg	References
kg ha <sup>-1</sup>						
<i>Urochloa</i>	60	12	130	12	13	de Magalhães et al., 2002
<i>brizantha</i>	86	8	ni	14	14	Torres et al., 2008
	48	11	165	23	17	de Barcellos Ferreira et al., 2010
	135	13	118	87	45	Pacheco et al., 2013a
	165	45	246	77	31	
	106	21	154	ni	ni	Costa et al., 2014a
	87	24	101	15	13	Costa et al., 2014b
	57	11	103	13	11	
	120	12	164	12	18	Costa et al., 2015
	143	14	127	91	59	
	103	13	117	35	23	Costa et al., 2016
<b>Mean values</b>	<b>101</b>	<b>17</b>	<b>142</b>	<b>38</b>	<b>24</b>	
<i>Urochloa</i>	156	12	119	63	35	Pacheco et al., 2011
<i>ruzizensis</i>	144	12	119	63	37	Pacheco et al., 2013a
	162	44	211	111	28	
	121	35	79	24	22	Pacheco et al., 2013b
	138	20	203	ni	ni	Costa et al., 2014a
	74	19	83	15	12	
	57	11	101	16	11	Costa et al., 2014b
	44	16	104	32	23	São Miguel et al., 2018
	94	18	46	46	35	
<b>Mean values</b>	<b>110</b>	<b>21</b>	<b>118</b>	<b>46</b>	<b>25</b>	
<i>Urochloa</i>	31	4	12	16	8	Alcântara et al., 2000
<i>decumbens</i>	142	20	254	33	43	Cruz et al., 2008

Fonte: BAPTISTELLA et al., 2020.

## DESENHOS DE POLICULTIVOS PARA RESILIÊNCIA AMBIENTAL

Em função das mudanças climáticas, altas temperaturas e secas terão efeitos indesejáveis no mundo. Nesse contexto, a criação de sistemas que aumentem a produtividade e uso eficiente da água são essenciais (CHIMONYO et al., 2020; NYAWADE et al., 2020). Ambos os trabalhos demonstraram a redução da demanda por solo e água, além de oferecerem estratégias valiosas em cenários com déficit hídrico.

O sistema pode ser desenhado também com o objetivo de aprimorar a fertilidade do solo e estabilizar o desempenho das culturas ao longo do tempo, vide o tradicional uso de leguminosas fixadoras de nitrogênio (MAZZAFERA et al., 2021). Avaliando a contribuição da produção de leguminosas como rotação de culturas para aumento de produção de milho, Lengwati et al. (2020) indicaram que a inclusão de leguminosas atuando como biofertilizantes aumentou a produção de milho e a qualidade nutricional dos grãos. Na Índia, Mathimaran et al.

(2020) demonstraram o potencial dos fungos arbusculares e das rizobactérias promotoras de crescimento atuando na melhoria dos consórcios, aumentando, portanto, a resiliência ambiental.

É considerada uma prática comum na África Central e Leste a adoção de sistemas sombreados com banana (ABELE et al., 2007). Nesse contexto, Gambart et al., (2020) quantificou o rendimento econômico, sustentabilidade ambiental e os índices nutricionais deste sistema utilizando o modelo FarmDESING (DITZLER et al., 2019). Ao todo, 120 fazendas com agricultores familiares foram entrevistadas, bem como a coleta de dados qualitativos e quantitativos (Tabela 2). Os autores puderam demonstrar as disparidades entre as práticas agroecológicas e desafios socioeconômicos entre os agricultores. Concluiu-se que o modelo FarmDESING foi uma ferramenta útil para avaliar o desempenho das fazendas e potencialmente reduzir custos e práticas de longa duração de execução.

Como complemento, tem-se que o maior desafio ambiental é ajustar o sombreamento produzido pela banana nas culturas consorciadas. Um alto índice de sombra prejudica o crescimento e desenvolvimento destas, tornando o policultivo inviável em termos econômicos. Dessa forma, a escolha da densidade adequada de plantas e espécies apresentam a parte mais crítica para o sucesso do policultivo em questão.

**Tabela 2:** Características base das 16 variáveis chave do banco de dados.

Quantitative variable	Unit	Included in FAMD	Code	Mean	±Stdev	Min	Max
Household size	Capita		hhsz	7.29	3.33	1.00	18.00
Farm size	ha	✓	area2	4.43	5.89	0.20	28.33
Tropical livestock units	TLU	✓	tlu2	1.92	2.91	0.00	15.85
Number of cultivated crop species	Integer	✓	nrcr	15.63	5.38	4.00	27.00
Number of applied AEI* practices	Integer	✓	nraei	13.14	2.68	4.00	19.00
Number of hedge species	Integer		nrhed	0.33	0.82	0.00	5.00
Number of agroforestry species	Integer	✓	nraf	8.59	8.65	0.00	29.00
Number of shade-tolerant species	Integer		nrsh	2.82	1.60	0.00	6.00
Number of drought-tolerant species	Integer		nrd	2.35	1.16	0.00	5.00

Qualitative variable	Unit	Included in FAMD	Code	Levels	Min	Max
Farm location	District	✓	distr	Isingiro, Kiboga	Isingiro	Kiboga
Education of the household head	Diploma		educ	Graduate, institution, no, primary, secondary	Graduate	Primary
Use of hedge species	Classes		usehed	No hedges, not used, used	Used	No hedges
Use of agroforestry species	Classes		useaf	No AF**, not used, used	No AF	Used
Production constraints	Classes		constr	Diseases, drought, erosion, fertility, land, pests	Pests	Diseases
Farmer's objectives	Classes	✓	obj	Dietary diversity, income, productivity	Productivity	Dietary diversity
Production orientation	Classes		or	Commercial, subsistence	Commercial	Subsistence

\*AEI, Agroecological intensification.

\*\*AF, Agroforestry species.

The unit, code, mean value, standard deviation, minimum and maximum value for the quantitative variables are given in the upper part of the table. The lower part of the table shows the unit, code, different levels and the least (min) and most (max) observed levels of the qualitative variables. The column 'Included in FAMD' indicates whether the variable was used to execute the FAMD or not.

**Fonte:** Gambart et al., 2020.

Em regiões com altas latitudes, a adoção de policultivos é um desafio tendo em vista a estação de cultivo mais curta que nos trópicos, além da maior amplitude de temperatura ao

longo do ano (MAZZAFERA; FAVARIN; ANDRADE, 2020). Nesse sentido, Lizarazo et al. (2020) concluíram, por meio de uma revisão de literatura, a maior necessidade por opções sustentáveis à produção agrícola. Eles comentam que embora os claros benefícios do policultivo (Tabela 3), o sistema ainda enfrenta resistência dos usuários finais e indústrias, além da dificuldade natural de se implantar o sistema em regiões com clima Boreal ou Nemoral.

**Tabela 3:** Uso equivalente de terra em diferentes policultivos na região boreal-nemoral.

Harvest	Component crops	LER value	References
Biomass	Pea-barley	1.02	Hauggaard-Nielsen et al., 2006
Biomass	Pea-barley	1.25 (10N kg ha <sup>-1</sup> )	Hauggaard-Nielsen et al., 2001
Biomass	Pea-barley	1.17	Hauggaard-Nielsen and Jensen, 2001
Biomass	Pea-wheat	~1.34 ~1.00 (40N kg ha <sup>-1</sup> ) ~0.85 (80N kg ha <sup>-1</sup> )	Ghaley et al., 2005
Grain yield	Pea-barley	1.18 1.07 (50N kg ha <sup>-1</sup> )	Hauggaard-Nielsen and Jensen, 2001
Grain yield	Pea-barley	1.54 1.29 (40N kg ha <sup>-1</sup> )	Malhi, 2012
Grain yield	Pea-barley Faba bean-barley Lupin-barley	~1.05 ~1.10 <1.0	Knudsen et al., 2004
Grain yield	Pea-barley Faba bean-barley Lupin-barley	1.18 1.40 1.14	Hauggaard-Nielsen et al., 2008
Grain yield	Barley cultivars	0.99 (50N kg ha <sup>-1</sup> ) 0.99 (100N kg ha <sup>-1</sup> )	Jokinen, 1991b
Grain yield	Oilseed rape-wheat	1.00 (N unknown)	Hummel et al., 2009
Grain yield	Pea-wheat Pea-oilseed rape Wheat-oilseed rape Pea-wheat-oilseed rape	0.99 1.20 1.09 1.14	Szumigalski and Van Acker, 2005
Biomass	Pea-barley Pea-oilseed rape Oilseed rape-barley Pea-barley-oilseed rape	1.15 (5N kg ha <sup>-1</sup> ) 1.00 (40N kg ha <sup>-1</sup> ) 1.32 (5N kg ha <sup>-1</sup> ) 1.16 (40N kg ha <sup>-1</sup> ) 1.33 (5N kg ha <sup>-1</sup> ) 0.98 (40N kg ha <sup>-1</sup> ) 1.26 (5N kg ha <sup>-1</sup> ) 1.16 (40N kg ha <sup>-1</sup> )	Andersen et al., 2005

*All crops received 0 N kg ha<sup>-1</sup> fertilizer unless otherwise stated.*

**Fonte:** Lizarazo et al., 2020.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão narrativa apresentou os diversos efeitos benéficos na implantação do policultivo. Sendo eles a ciclagem de nutrientes, uso eficiente do solo, aproveitamento dos recursos hídricos, aumento da infiltração, redução da erosão, aumento da biodiversidade, aumento da opção de vendas dos produtos agrícolas e diminuição da população de pragas e plantas invasoras. É válido ressaltar que fatores edafoclimáticos, densidade de cultivo, espaçamento entre plantas, interação das culturas consorciadas e objetivos do produtor são de extrema importância para o sucesso do sistema, logo, uma avaliação criteriosa dos fatores mencionados acima deve ser realizada antes da implantação do policultivo.

## REFERÊNCIAS

- ABELE, S.; TWINE, E.; LEGG, C. Food Security in Eastern Africa and the Great Lakes. **International Institute of Tropical Agriculture Final Report**, p. 1–110, 2007.
- BAPTISTELLA, J. L. C.; DE ANDRADE, S. A. L.; FAVARIN, J. L.; MAZZAFERA, P. Urochloa in Tropical Agroecosystems. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, n. August, p. 1–17, 2020.
- CHIMONYO, V. G. P.; WIMALASIRI, E. M.; KUNZ, R.; MODI, A. T.; MABHAUDHI, T. Optimizing Traditional Cropping Systems Under Climate Change: A Case of Maize Landraces and Bambara Groundnut. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, n. October, 2020.
- DITZLER, L.; KOMAREK, A. M.; CHIANG, T. W.; ALVAREZ, S.; CHATTERJEE, S. A.; TIMLER, C.; RANERI, J. E.; CARMONA, N. E.; KENNEDY, G.; GROOT, J. C. J. A model to examine farm household trade-offs and synergies with an application to smallholders in Vietnam. **Agricultural Systems**, v. 173, n. January, p. 49–63, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.02.008>>.
- FAVARIN, J. L.; SOUZA, L. T. de; MOSCARDINI, D. B.; BAPTISTELLA, J. L. C. Caminhos para aumentar a produtividade do café arábica. **Infomações Agronômicas**, n. 164, p. 13–18, 2018.
- GAMBART, C.; SWENNEN, R.; BLOMME, G.; GROOT, J. C. J.; REMANS, R.; OCIMATI, W. Impact and Opportunities of Agroecological Intensification Strategies on Farm Performance: A Case Study of Banana-Based Systems in Central and South-Western Uganda. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, n. June, p. 1–13, 2020.
- HOBBS, P. R.; SAYRE, K.; GUPTA, R. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1491, p. 543–555, 2008.
- KLIMA, K.; SYNOWIEC, A.; PUŁA, J.; CHOWANIAK, M.; PUŻYŃSKA, K.; GALA-CZEKAJ, D.; KLISZCZ, A.; GALBAS, P.; JOP, B.; DABKOWSKA, T.; LEPIARCZYK, A. Long-term productive, competitive, and economic aspects of spring cereal mixtures in integrated and organic crop rotations. **Agriculture (Switzerland)**, v. 10, n. 6, p. 1–13, 2020.
- KOSTRZEWSKA, M. K.; JASTRZĘBSKA, M.; TREDER, K.; WANIC, M. Phosphorus in spring barley and Italian RYE-grass biomass as an effect of inter-species interactions under water deficit. **Agriculture (Switzerland)**, v. 10, n. 8, p. 1–13, 2020.
- LENGWATI, D. M.; MATHEWS, C.; DAKORA, F. D. Rotation Benefits From N<sub>2</sub>-Fixing Grain Legumes to Cereals: From Increases in Seed Yield and Quality to Greater Household Cash-Income by a Following Maize Crop. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, n. August, p. 1–16, 2020.
- LIZARAZO, C. I.; TUULOS, A.; JOKELA, V.; MÄKELÄ, P. S. A. Sustainable Mixed Cropping Systems for the Boreal-Nemoral Region. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, n. July, p. 1–15, 2020.
- MARTINELLI, R.; MONQUERO, P. A.; FONTANETTI, A.; CONCEIÇÃO, P. M.; AZEVEDO, F. A. Ecological mowing: An option for sustainable weed management in young

citrus orchards. **Weed Technology**, v. 31, n. 2, p. 260–268, 2017.

MATHIMARAN, N.; JEGAN, S.; THIMMEGOWDA, M. N.; PRABAVATHY, V. R.; YUVARAJ, P.; KATHIRAVAN, R.; SIVAKUMAR, M. N.; MANJUNATHA, B. N.; BHAVITHA, N. C.; SATHISH, A.; SHASHIDHAR, G. C.; BAGYARAJ, D. J.; ASHOK, E. G.; SINGH, D.; KAHMEN, A.; BOLLER, T.; MÄDER, P. Intercropping Transplanted Pigeon Pea With Finger Millet: Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Growth Promoting Rhizobacteria Boost Yield While Reducing Fertilizer Input. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, n. June, p. 1–12, 2020.

MAZZAFERA, P.; FAVARIN, J. L.; ANDRADE, S. A. L. de. Editorial: Intercropping Systems in Sustainable Agriculture. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, n. February, p. 1–3, 2021.

NYAWADE, S.; GITARI, H. I.; KARANJA, N. N.; GACHENE, C. K. K.; SCHULTE-GELDERMANN, E.; SHARMA, K.; PARKER, M. L. Enhancing Climate Resilience of Rain-Fed Potato Through Legume Intercropping and Silicon Application. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, n. November, 2020.

PUŻYŃSKA, K.; PUŻYŃSKI, S.; SYNOWIEC, A.; BOCIANOWSKI, J.; LEPIARCZYK, A. Grain yield and total protein content of organically grown oats–vetch mixtures depending on soil type and oats’ cultivar. **Agriculture (Switzerland)**, v. 11, n. 1, p. 1–21, 2021.

ROTHER, E. T. Systematic literature review X narrative review. **ACTA Paulista de Enfermagem**, v. 20, n. 2, p. 7–8, 2007.

SCHULZ, V. S.; SCHUMANN, C.; WEISENBURGER, S.; MÜLLER-LINDENLAUF, M.; STOLZENBURG, K.; MÖLLER, K. Row-intercropping maize (*Zea mays* L.) with biodiversity-enhancing flowering-partners—Effect on plant growth, silage yield, and composition of harvest material. **Agriculture (Switzerland)**, v. 10, n. 11, p. 1–27, 2020.

SILVA, B. M.; OLIVEIRA, G. C.; SERAFIM, M. E.; SILVA, É. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; MELO, L. B. B.; NORTON, L. D.; CURI, N. Soil moisture associated with least limiting water range, leaf water potential, initial growth and yield of coffee as affected by soil management system. **Soil and Tillage Research**, v. 189, n. May 2018, p. 36–43, 2019.

WENDA-PIESIK, A.; PIESIK, D. Diversity of species and the occurrence and development of a specialized pest population—a review article. **Agriculture (Switzerland)**, v. 11, n. 1, p. 1–13, 2021.

# CAPÍTULO 4

## AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUOS DE PEIXES ORIUNDOS DE MERCADO PÚBLICO

**Marcelo dos Santos Nascimento**  
**Marcelo Lucas Santos Júnior**  
**Roberto dos Santos Nascimento**  
**Anastácia Amália Damasceno Rodrigues**  
**Cátia Cilene dos Santos Nascimento**  
**Matheus Gomes da Cruz**

### RESUMO

O descarte incorreto dos resíduos de peixes pode gerar efeitos negativos ambientais, sanitários e econômicos. Nesse contexto, a silagem ácida desses resíduos pode transformá-los em alimentos de alto valor biológico, rico em proteína e aminoácidos. O objetivo deste estudo foi avaliar e caracterizar a elaboração de silagens ácidas a partir dos resíduos de peixes coletados na feira da Manaus Moderna, Manaus, AM. Para a elaboração das silagens, os resíduos foram submetidos a um processo de higienização, que consistia em cozinhar-los sob temperatura de 100 °C, por um período de 45 minutos. O experimento contou com três tratamentos em triplicata, silagem A (formulada com 6% de ácido acético glacial), silagem B (formulada com 5% de ácido cítrico e 1% de ácido acético glacial) e silagem C (formulada com 5% de ácido fumárico e 1% de ácido acético glacial). O processo de ensilagem foi realizado em temperatura ambiente e o período de hidrólise foi acompanhada com medições diárias de pH e temperatura até estabilização dos parâmetros. A composição físico-química das silagens foram submetidos à análise de homogeneidade e normalidade para verificar se as médias apresentavam distribuição normal e posteriormente aplicou-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de Turkey a um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). O rendimento das silagens foi de 56,24 e 18,86 % para a silagem A, 56,42 e 21,05% para silagem B e 56,79 e 23,06 % para silagem C, fração úmida e seca. As silagens B e C apresentaram os menores níveis de pH variando de 3,59 a 3,70 nos primeiros dias e 3,60 a 3,67 no décimo nono e vigésimo sétimo dia respectivamente. A composição centesimal apresentou diferenças significativas entre as formulações B para os teores de proteína e lipídio para as silagens A (28,46 e 32,82%) e C (29,42 e 28,55%) respectivamente. A elaboração de silagem ácida de resíduos de peixes mostrou ser uma alternativa viável para agregar valor aos resíduos de peixes descartados em feiras e peixarias, bem como contribuir com a diminuição da emissão de poluentes ao meio ambiente. Além disso, servir como subsídio na produção de rações de baixo custo para a aquicultura.

**PALAVRAS - CHAVE:** Subprodutos, ensilado, alimento alternativo, gestão ambiental.

### INTRODUÇÃO

O processamento e comercialização de alimentos de origem animal geram uma grande quantidade de lixo orgânico (NASCIMENTO et al., 2018). Esses resíduos quando descartado de forma incorreta, constitui problema sanitário e ambiental para a sociedade (PIMENTA et al.,

2008). Nesse contexto, o aproveitamento ou reciclagem desses resíduos é de suma importância para o meio ambiente (ARAÚJO, 2010; PINTO et al., 2017).

O emprego de tecnologias emergentes e inovadoras surge como uma alternativa para agregação de valor aos resíduos de peixes que são descartados de forma incorreta. Um desses métodos alternativos é a silagem de pescado, que tem várias aplicações industriais, tanto na nutrição animal como na produção de fertilizantes, sendo uma tecnologia amigável ao ambiente, segura, simples e mais econômica que outros métodos alternativos (PIMENTA et al., 2008; PINTO et al., 2017).

A silagem é um método de preservação do resíduo de pescado que pode ser efetuada pela ação de ácidos ou por fermentação microbiana sendo uma metodologia de aproveitamento de resíduos muito antiga, sobretudo em comunidades de recursos escassos, carentes de tecnologia, com abundância de recursos e de subprodutos provenientes do beneficiamento industrial (MAIA et al., 1998; OETTERER, 2002). Dentre os métodos de preparação de silagens, o mais utilizado é aquele em que a matéria-prima é misturada com ácidos orgânicos ou minerais e se liquefaz devido à ação de enzimas naturalmente presentes no pescado, sendo o crescimento microbiano inibido devido a diminuição de pH (ESPÍNDOLA FILHO et al., 2000).

Além de se tratar de uma forma de aproveitamento de resíduos a silagem apresenta elevados valores de aminoácidos essenciais que pode ser uma excelente fonte de proteína para compor rações para peixes, sem causar prejuízos ao crescimento, saúde e além de diminuir os custos das rações, tornando-a uma excelente alternativa, por agregar valor ao biolixo proveniente dos resíduos sólidos do pescado (VIDOTTI et al., 2003; ASSANO, 2004; CARVALHO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2006; ABIMORAD et al., 2009).

Desta forma a efetivação deste trabalho justifica-se por propor uma alternativa de aproveitamento dos resíduos do processamento de peixes comercializados em feiras e mercados públicos da cidade de Manaus/AM, sob forma de silagens elaboradas em tratamentos diferenciados, que possam ser utilizadas na suplementação alimentar de peixes cultivados no estado do Amazonas.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar e caracterizar a elaboração de silagens com diferentes ácidos orgânicos a partir dos resíduos de pescado coletados na feira da Manaus Moderna, Manaus, Amazonas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada por meio da coleta de resíduos de peixes (nadadeiras, cabeça, vísceras e escamas) gerados do beneficiamento de peixes coletados na feira da Manaus Moderna, localizada na cidade de Manaus Amazonas, e posteriormente transportados em caixas térmicas com gelo na proporção de 1:1 (gelo: resíduos) até o laboratório de Nutrição Animal da Universidade Nilton Lins, onde foram armazenados em frízer a - 5°C até início do experimento.

- **Preparação da matéria prima para elaboração das silagens ácidas:**

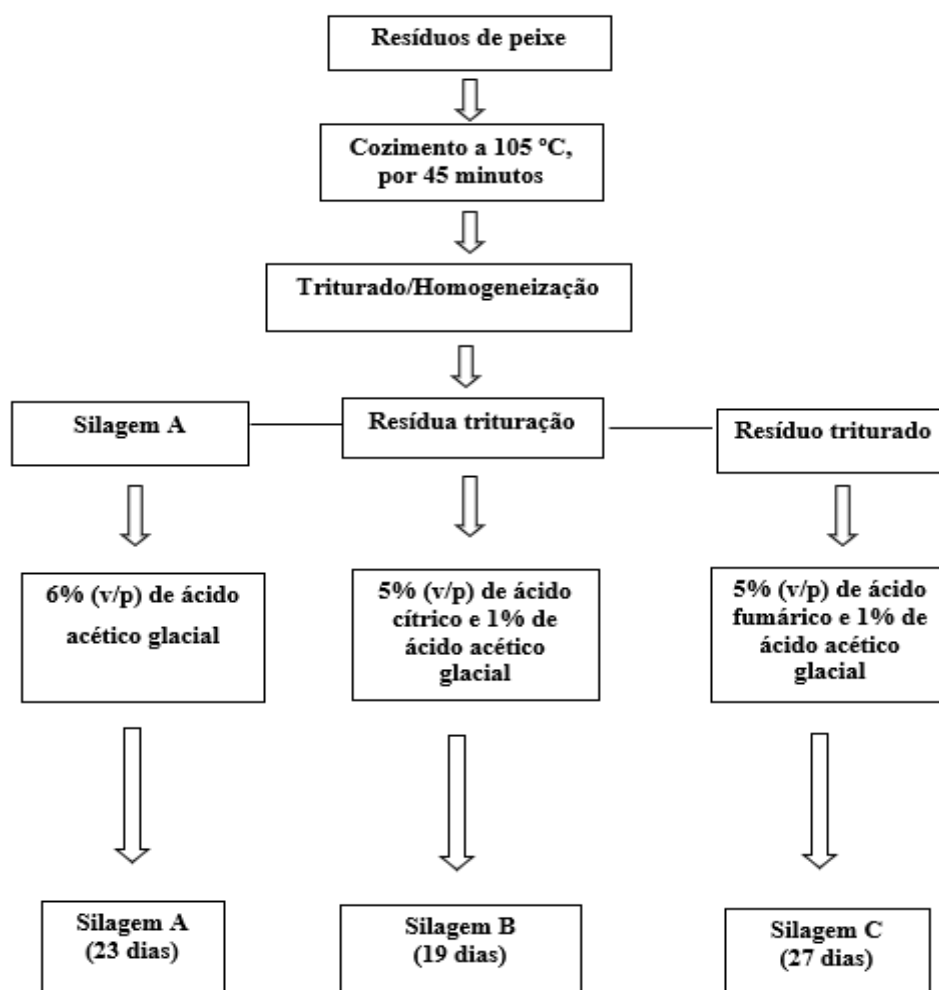
O material de estudo coletado foi submetido a um processo de higienização, o qual consistiu em um cozimento sob temperatura de 100 °C, por um período de 45 minutos (NASCIMENTO et al. 2014). Após esse tempo os resíduos cozidos foram triturados, em triturador elétrico. Separado em três lotes de pesos iguais para posterior uso nas formulações das silagens (Figura 1).

- **Elaboração das silagens ácidas**

Para a formulação das silagens ácidas foi adotada a metodologia descrita por Vasconcelos et al. (2011) e Nascimento et al. (2014) com adaptações. Foram elaboradas três silagens ácidas: Silagem A, formulada com 6% de ácido acético glacial, Silagem B, com 5% de ácido cítrico e 1% de ácido acético glacial e Silagem C, com 5% de ácido fumárico e 1% de ácido acético glacial. As silagens foram formuladas com os três lotes de resíduos tratados em triplicada. A hidrólise foi acompanhada com medições diárias de pH (com auxílio de um phmetro digital) e temperatura (com auxílio de um termômetro de mercúrio) até estabilização (Figura 1).



Figura 1: Fluxograma de elaboração de silagem ácida de resíduos de peixe.



Fonte: Autoria própria, 2021.

- **Análises de composição físico-químicas das silagens**

A composição físico-química dos resíduos de peixes e das silagens foi realizada no laboratório de Alimentos da Universidade Nilton Lins. As análises foram realizadas por meio da coleta de alíquotas de 100g dos resíduos triturados e das silagens. As análises seguiram os padrões metodológicos como segue: Umidade realizadas em estufa a 105°C, cinzas em forno Mufla a 550°C, nitrogênio total e proteínas totais pelo método de digestão de Kjeldahl e a fração lipídica pelo extrator de Soxhlet, sendo as análises realizadas em triplicada de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2000).

- **Análise estatística dos resultados**

A avaliação dos resultados foi realizada através da tabulação dos dados no Microsoft Excel® 2016. Os resultados de rendimento, pH e temperatura foram discutidos com base na estatística descritiva. Para composição físico-química das silagens foi aplicado análises de

homogeneidade e normalidade para verificar se as médias apresentavam distribuição normal e posteriormente aplicou-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de Turkey a um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento das silagens elaboradas com diferentes concentrações de ácidos orgânicos, apresentou rendimento variando entre 56,24 a 56,79% para as silagens úmidas e 18,86 a 23,06% para as frações secas, em função do peso dos resíduos *in natura* (tabela 1). Resultado estes próximos aos observados por Nascimento et al. (2014), utilizando 12 % de ácido acético glacial, onde alcançaram um rendimento de 54,44% para silagem úmida e 16,34 para silagem seca. Enquanto Vasconcelos et al. (2011), em silagens de resíduos de tilápia com 6 % de ácido acético glacial, apresentaram um rendimento de 37% na parte úmida e 9,86 para fração seca, valores estes abaixo dos observados no presente estudo, onde podemos observar uma perda de água mais pronunciada na silagem A (18,86 %) do que nas demais (tabela 1).

**Tabela 1:** Rendimento do processo silagem ácida de resíduos de peixes, em função do resíduo *in natura*.

Tratamentos						
Descrição	Silagem A (kg)	%	Silagem B (kg)	%	Silagem C (kg)	%
Resíduo <i>in natura</i>	1,097	100	1,097	100	1,097	100
Resíduo triturado	0,721	66,00	0,721	66,00	0,721	66,00
Silagem úmida	0,617	56,24	0,619	56,42	0,623	56,79
Silagem seca	0,207	18,86	0,231	21,05	0,253	23,06

Fonte: Autoria própria, 2021.

**Legenda:** Silagem A, formulada com 6% de ácido acético glacial: Silagem B, formulada com 5% de ácido cítrico e 1% de ácido acético glacial: Silagem C, formulada com 5% de ácido fumárico e 1% de ácido acético glacial.

Os parâmetros de pH e temperatura das silagens apresentaram variações contaste ao longo do processo de ensilado, sendo que a estabilização desses parâmetros ocorreu para silagem A no vigésimo terceiro dia, silagem B, no decimo nono e para silagem C, no vigésimo sétimo dia (tabela 2). Podemos observar que ao decimo dia do processo de ensilado, ambas as silagens apresentaram uma queda expressiva nos valores de pH (3,0 a 3,59) e um aumento na temperatura (29,10 a 29,30°C), e que os valores de pH nas silagens B e C apresentaram valores de pH abaixo de 4 durante todo processo. De acordo com Raa e Gildberg (1982), essa variação nos valores de pH e temperatura pode ser explicado pelo fato de que as reações de hidrólise ocorridas pela adição dos ácidos desprenderam calor para o ambiente.

**Tabela 2:** Valores médios de pH e temperatura das silagens ácidas de resíduos de peixes.

Tempo (dias)	pH			Temperatura (°C)		
	Silagem A	Silagem B	Silagem C	Silagem A	Silagem B	Silagem C
1°	4,05±0,07	3,59± 0,01	3,70±0,00	26,50± 0,40	27,00± 0,10	27,00± 0,10
10°	3,59±0,01	3,02± 0,02	3,00± 0,03	29,10± 0,10	29,30± 0,02	29,15± 0,21
19°	4,09 ±0,01	3,60± 0,01	3,59± 0,09	26,10± 0,14	27,00± 0,00	25,70± 0,14
23 - 27°	4,11± 0,01	-	3,67± 0,06	26,30± 0,07	-	26,40± 0,09

**Fonte:** Autoria própria, 2021.

**Legenda:** Silagem A, formulada com 6% de ácido acético glacial; Silagem B, formulada com 5% de ácido cítrico e 1% de ácido acético glacial; Silagem C, formulada com 5% de ácido fumarico e 1% de ácido acético glacial. Valores a esquerda da média referem-se aos respectivos desvios-padrões.

Vasconcelos et al. (2011) e Nascimento et al. (2014), em silagens elaboradas com 6 e 12% de ácido acético glacial, observaram em seus estudos que o tempo de estabilização das silagens foi no trigésimo quarto dia e trigésimo primeiro dia respectivamente. Já para Vidotti (2001), a estabilização das silagens fermentada e ácida ocorreu no trigésimo primeiro dia. Segundo Seibel e Soares (2003) e Carvalho et al. (2006) valores de pH na faixa de 4 para silagens é ideal para o favorecimento da atividade de algumas enzimas, além de impedir a proliferação de micro-organismos patogênicos indesejáveis que causam a decomposição anaeróbica de proteínas e a putrefação.

Os resultados da composição físico-química das silagens ácidas e resíduos de peixes, estão descritos na tabela 3, onde observa-se que não houve diferenças estatística ( $P < 0,05$ ) para umidade, cinzas e nitrogênio total. Já o teor proteico dos resíduos de peixes foi estatisticamente inferior aos teores observados nas silagens, fato esse que pode ser indicativo de que a elaboração das silagens ácidas permitiu melhor aproveitamento das proteínas em decorrência da hidrólise proteica. Vidotti (2001) em trabalho utilizando resíduo de tilápia observou teor de 39,6% de proteína. Já Oliveira et al. (2006) com silagem ácida de resíduo de filetagem de tilápia encontraram valores para proteína de 39,08 a 48,30% no 1° e 30° dias de estocagem, respectivamente, apresentando resultados superiores aos encontrados neste trabalho.

**Tabela 3:** Composição físico-química dos resíduos de peixe e das silagens ácidas (Valores na matéria natural).

Tratamentos					
Composição %	Resíduo de Peixe	Silagem A	Silagem B	Silagem C	Valor de P
Umidade	55,51± 5,01	66,44± 2,01	62,71±1,16	59,43±5,91	0,12
Proteína	18,43 ±1,39a	28,46±2,17b	27,04±3,75b	29,42±1,33b	0,04
Lipídeo	24,31±1,87a	32,82±2,19b	25,89±2,03a	28,55±2,19b	0,03
Nitrogênio total	3,90±1,39	4,55±2,01	4,32±1,16	4,70±1,33	0,16
Cinzas	6,08±1,02	6,53±1,02	7,69±0,88	6,08±1,48	0,08

Fonte: Autoria própria, 2021.

**Legenda:** Silagem A, formulada com 6% de ácido acético glacial: Silagem B, formulada com 5% de ácido cítrico e 1% de ácido acético glacial: Silagem C, formulada com 5% de ácido fumarico e 1% de ácido acético glacial. As médias foram submetidas a análise de variância e teste de tukey a 5% de significância. Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Para os teores de lipídeos foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as silagens e resíduos de peixes, onde podemos observar que as silagens A e C apresentaram os maiores teores desse nutriente (32,82 e 28,55%) respectivamente. Ferraz de Arruda et al. (2006) apresentaram um percentual de 18,40% no teor de lipídio em silagem ácida de tilápia. Já Vasconcelos et al. (2011) indicaram níveis de lipídeo de 23,83% para silagem ácida úmida e 13,25% para silagem seca. Valores estes inferiores aos encontrados no presente estudo. Segundo Pimenta et al. (2008) o conteúdo de gordura presente tanto na matéria prima como na silagem é um importante parâmetro de qualidade a ser considerado no produto.

A variação na composição físico-química dos nutrientes em silagens de resíduos de peixes pode ocorrer tanto pela variação na composição química das espécies, tipo de resíduos, ingredientes utilizados na elaboração e formas de processamento das silagens (CARVALHO et al., 2006; BOSCOLO et al., 2010).

## CONCLUSÃO

De acordo com os resultados do presente estudo, a elaboração de silagem ácida de resíduos de peixes é uma alternativa viável para agregar valor aos resíduos de peixes descartados em feiras e peixarias, bem como contribuir com a diminuição da emissão de poluentes ao meio ambiente. Além disso, servir como subsídio na produção de rações de baixo custo para a aquicultura.

## REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E. G.; STRADA, W. L.; SCHALCH, S.H.C.; GARCIA, F.; CASTELLANI, D.; MANZATTO, M. R. Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 5, p. 519-525, 2009.

AOAC. **Official methods of analysis**, 17 ed., Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists, 2000. 937 p.

ARAÚJO, F. B. Avaliação de adubos orgânicos elaborados a partir de resíduo de pescado, na cultura do feijão (*Phaseolus Vulgaris*). **Cadernos de Agroecologia**. Pelotas, RS. 2010.

ASSANO, M. **Utilização de diferentes fontes e níveis de proteína no crescimento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 35 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. A.; COLBELLA, A.; BUENO, G. W.; FEIDEN, A. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 686-692, 2010.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F.; CARVALHO, B. M. A. Silagem de resíduo de peixes em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.126-130, 2006.

ESPÍNDOLA FILHO, A.; OETTERER, M.; TRANI, P. E. Processamento agroindustrial de resíduos de peixes, camarões, mexilhões e ostras pelo sistema cooperativo, em setor de pescado. **In: Work Shop –Tecnologia de Pescado**. Ital, 2000. 16 p.

FERRAZ DE ARRUDA, L.; BORGHESI, R.; BRUM, A.; REGITANO D'ARCE, M; OETTERER, M. Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.749-753, 2006.

MAIA, W. M.; NUNES, M. L.; FIGUEIREDO, M. J.; BRAGAGNOLO, N. Caracterização da fração lipídica de silagens de resíduos de tilápia para utilização em rações para aquicultura. **In: Anais do Simpósio Brasileiro de Aquicultura**, v. 2, p.55-64, 1998.

NASCIMENTO, M. S.; PEREIRA, S. J. B.; SANTOS, R. F.; VIEIRA, A. M. Avaliação e caracterização do processo de compostagem de resíduos de peixes. **Revista Pubvet**, v.12, n.11, a217, p.1-7, 2018.

NASCIMENTO, M. S.; FREITAS, K. F. S.; SILVA, M. V. Produção e caracterização de silagens de resíduos de peixes Comercializados no mercado público de Parnaíba-PI, **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.10, n.18, p. 2014.

OETTERER, M. Industrialização do pescado cultivado. Guaíba: Agropecuária, 2002.

OLIVEIRA, M. M.; PIMENTA, M. E. S. G.; PIMENTA, C. J.; CAMARGO. A. C. S.; FIORINI. J. E.; LOGATO, P. V. R. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. **Ciência Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1196-1204, 2006.

PIMENTA, M. E. S. G.; FREATO. T. A.; DE OLIVEIRA, G. R. Silagem de pescado: uma forma interessante de aproveitamento de resíduos do processamento de peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n. 4, p.592-598, 2008.

PINTO, B. B.V.; BEZERRA. A, E.; AMORIM, E.; VALADÃO, R. C.; OLIVEIRA, G, M. O resíduo de pescado e o uso sustentável na elaboração de coprodutos. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, v. 2, p. 1-26, 2017.

RAA, J.; GILBERG, A. Fish silage. **Journal of the Food Science and Nutrition**, v. 61, p.383-419, 1982.

SEIBEL, N. F.; SOARES, L. A. S. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.333-337, 2003.

VASCONCELOS, M. M. M.; MESQUITA, M. S. C.; ALBUQUERQUE, S. P. Padrões físico-químicos e rendimento de silagem ácida de tilápia. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.6, n.1, p.31-34, 2011.

VIDOTTI, R. M. **Produção e utilização de silagens de peixes na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 2001. Tese (Doutorado em Aqüicultura) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, Jaboticabal. SP.

VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v. 105, p. 199-204, 2003.

# CAPÍTULO 5

## AVALIAÇÃO QUALI-QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS USUÁRIOS DA PRAIA DA PONTA NEGRA, MANAUS - AM

**Marcelo dos Santos Nascimento**  
**Paula Rebeca Ribeiro Gambôa**  
**Gisele Gomes de Lima Teixeira**  
**Roberto dos Santos Nascimento**  
**Cátia Cilene dos Santos Nascimento**  
**Maciel Borges da Rocha**

### RESUMO

O descarte inadequado dos resíduos sólidos é uma realidade muito comum em praias brasileiras, gerando um grande problema ambiental, em decorrência da falta de conscientização ambiental da população. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento quali-quantitativo dos resíduos sólidos descartados na praia da Ponta Negra e avaliar percepção ambiental dos seus usuários. A praia fica localizada na área urbana da cidade de Manaus-AM. Foram realizadas três coletas e uma visita técnica para o reconhecimento da área e aplicação do questionário, entre, o período de abril a maio de 2019. Os pontos de coletas foram marcados com auxílio de um GPS portátil. Em cada ponto foi traçado um transecto de 25 metros de comprimento e 15 metros de largura (375 m<sup>2</sup>), com espaçamento de 100 metros de distância entre cada ponto. Todo o resíduo visível a olho nu (>2 cm) foi coletado e separado de acordo com o seu tipo de material. Após pesagem e contagem, os resíduos foram destinados aos locais corretos de descarte presentes no local. A área total de amostragem foi de 1.875m<sup>2</sup>, os resultados foram discutidos com base na estatística descritiva e foi aplicado o método do Índice Geral, que abrange a todos os resíduos nos pontos amostrais, e *Clean-Coast Index*, que analisa apenas os itens plásticos. A partir dos resultados da análise quali-quantitativa, constatou-se que o plástico é o resíduo sólido mais presente na Praia da Ponta Negra com 42,90% do total dos resíduos coletados. O método do Índice Geral apontou todos os pontos amostrais como extremamente sujos, entretanto, o método Clean Coast Index (CCI) considerou que a praia apresenta pontos limpos e moderados. A falta de conscientização ambiental da população é um dos fatores responsáveis pela quantidade de resíduos descartados de forma incorreta no ambiente da praia. Desta forma, sugerimos ações de educação ambiental planejadas de forma racional e integradas com população.

**PALAVRAS-CHAVE:** descarte, resíduos sólidos, educação ambiental, gestão ambiental.

### INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais decorrentes da intervenção do homem, constituem uma das grandes preocupações mundiais. Em vista, que o crescimento populacional ao longo dos anos, junto com o aumento das áreas urbanas têm contribuído com os impactos ambientais, em decorrência da necessidade do consumo, o que leva a uma grande geração de resíduos sólidos.

Essa produção acentuada é responsável por parte das alterações físicas, químicas e biológicas que sofre o meio ambiente ao longo do tempo, modificando as paisagens e comprometendo os mais diversos ecossistemas (LARGO et al., 2016; MUCELIN, BELLIN, 2008; COCKELL, CARVALHO, CAMAROTTO et al., 2004).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída por meio da lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, se constitui importante instrumento para o enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Estabelecendo que a população terá de acondicionar de forma adequada o lixo para recolhimento do mesmo, fazendo a separação onde houver a coleta seletiva (KONRAD, CALDERAN, 2011; PNRS, 2012; AMORIM, PENNA, FERNANDES, 2014).

De acordo com Miller Jr (2008) os resíduos sólidos são resultados de atividades exercidas pelo homem e que são lançados no meio ambiente, quando não mais utilizados, podendo ser de origem doméstica, industrial, agrícola, hospitalar e comercial. Nesse contexto, o Brasil produziu no ano de 2017, um total de 78,4 milhões de toneladas de resíduos sólidos, no qual a região Norte gerou, 15.634 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos, sendo que 65,3% desses resíduos ainda são destinados para lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2018). Dentre os estados produtores de lixo urbano do Brasil, o Amazonas está entre os cinco maiores produtores de lixo no país (ABRELPE, 2017; ABETRE, 2006).

No estado do Amazonas existe uma grande deficiência na designação correta do lixo. Em vista que o processo de crescimento demográfico urbano acelerado, ocorrido na cidade de Manaus-AM, a partir da criação da Zona Franca de Manaus (ZFM), em 1967, agravou a problemática dos resíduos sólidos urbanos e industrial na cidade (SILVA, SANTANA, 2009; SALLES, 2009; BOSCHILIA, 2010).

Outra problemática no município de Manaus, é o crescimento urbano desenfreado em áreas de preservação, causando a antropização de vários ambientes ao longo da cidade, o que estimula uma acentuada poluição também para as reservas hídricas, tendo em vista a intensidade econômica que a Zona Franca de Manaus proporcionou, portanto, o ambiente tem grande parte de seus recursos hídricos degradados pela poluição de origem doméstica e industrial, levando o aumento dos resíduos sólidos e despejos de resíduos industriais e domésticos sem o tratamento que contribui para poluir igarapés e as vias de drenagem da cidade (VIEIRA, BRITO, TEIXEIRA, 2012; CASTRO, 2015).



No entanto, a falta de conscientização da população e o descaso dos órgãos competentes tem feito com que as lixeiras a céu aberto se proliferem, principalmente nos igarapés, rios e demais áreas de proteção ambiental ao redor da cidade, infelizmente esse descarte é prejudicial ao ambiente, pois muitos desses resíduos não se degradam com facilidade na natureza, e passam de um elo para outro no ambiente prejudicando todo um ecossistema.

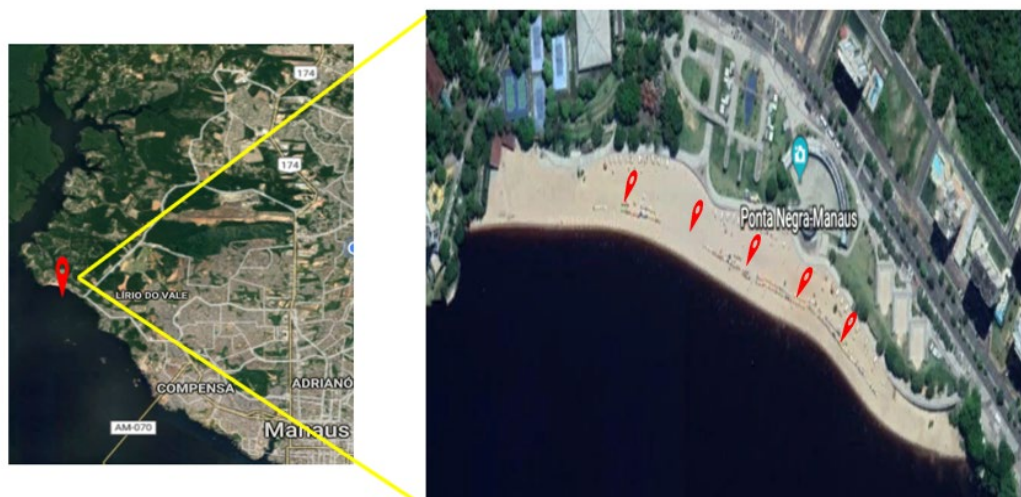
A praia da Ponta Negra é um ponto turístico muito frequentado pela população de Manaus e turistas de outras regiões do estado, localiza-se à margem esquerda do Rio Negro, na confluência do igarapé do Tarumã (SANTOS et al., 2006). Entretanto, o descarte de resíduos (lixo) nas praias, principalmente nas urbanas, constitui uns grandes danos ao meio ambiente e pode se tratar em um sério risco à saúde da população que utiliza esses locais para o lazer (ARAÚJO, 2003). Desta forma, é de suma importância caracterizar, qualificar, quantificar o tipo de resíduos descartados para que sejam geradas soluções que possam minimizar o problema da poluição desses ambientes. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento analítico quali-quantitativo dos resíduos sólidos encontrados na Praia da Ponta Negra, Manaus-AM e avaliar percepção ambiental dos seus usuários.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado na Praia da Ponta Negra, localizada à margem esquerda do rio negro e aproximadamente a 13 km do centro de Manaus-AM (3° 03' 50" S, 60° 06' 06" O). A praia da Ponta Negra possui uma orla urbanizada com quadras para prática de esporte e um anfiteatro onde são realizadas apresentações musicais, espetáculos teatrais e outras atrações, tornando-a um dos principais pontos turísticos da cidade de Manaus. Desta forma, a praia possui uma população fluente que varia de acordo com os dias de eventos culturais, finais de semana e feriados e meses do ano. Sua área de praia tem aproximadamente 600 metros de extensão e 40 metros de largura, nessa área são distribuídas 30 barracas de vendedores credenciados, onde vendem bebidas alcoólicas, refrigerantes e alimentos.

**Figura 1:** Localização da Praia da Ponta Negra e pontos amostrais, Manaus -AM.

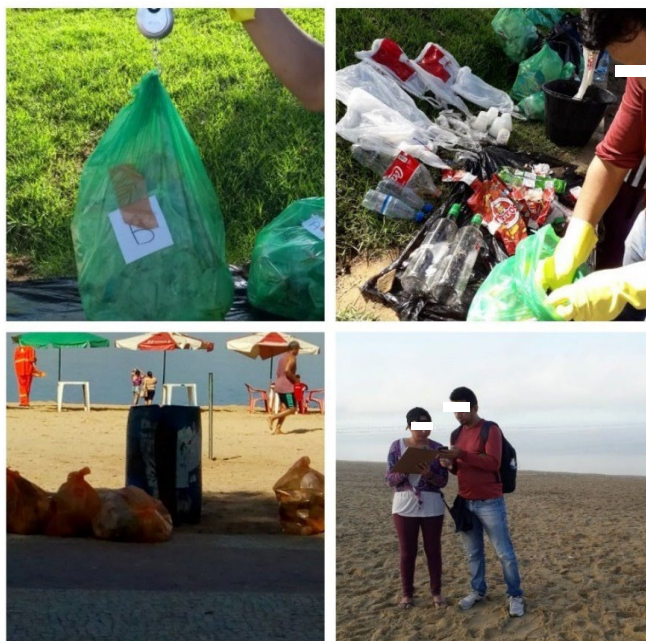


Fonte: Google Earth, 2020.

### **Coletas dos resíduos sólidos (lixo)**

As coletas dos resíduos foram realizadas no período de março a maio de 2019, em um período de cheia do rio negro, sendo realizada 3 coletas e uma visita técnica para reconhecimento da área e marcação dos cinco pontos amostrais, marcados com auxílio de um GPS portátil. Em cada ponto foi traçado um transecto de 25 metros de comprimento e 15 metros de largura (375 m<sup>2</sup>), com espaçamento de 100 metros de distância entre cada ponto. Todo o resíduo visível a olho nu (>2 cm) foi coletado e separado de acordo com o seu tipo de material. Os resíduos sólidos (lixo) coletados foram embalados em sacos biodegradáveis de 50 litros, sendo que todo o lixo foi dividido de forma seletiva. Os resíduos quando necessário foram lavadas com água para retirar os sedimentos aderidos e posteriormente pesados de acordo com sua classificação: plásticos, metal, papel, vidro, madeira, orgânico e outros (bituca de cigarro, isopor, osso). Após pesagem e contagem o lixo coletado foi destinado aos locais corretos de descarte presentes no local.

**Figura 2:** Coleta dos resíduos sólidos descartados na praia de Ponta Negra, Manaus -AM.



Fonte: Autoria própria, 2022.

### **Avaliação do perfil e percepção dos usuários em relação a presença de lixo na praia**

A coleta de dados foi realizada através da aplicação de um questionário estruturado dividido em duas partes (análise do perfil e percepção/sugestões de medidas mitigadoras), aplicado durante o período das coletas, em uma amostra de 10% do total de usuários previamente contados na área. Os entrevistados foram selecionados de maneira aleatória dentro dos pontos de coletas. A abordagem foi feita de maneira amigável com a identificação dos entrevistadores e explicação dos objetivos do estudo, conforme sugestão de BASTOS (1999).

### **Análise dos resultados**

A avaliação dos resultados referentes a análise quali-quantitativo dos resíduos (lixo) e do perfil e percepção dos usuários foi realizada por meio da tabulação dos dados no Microsoft Excel® 2013, onde foram construídos gráficos e tabelas, para melhor visualização e discussão dos dados, e o grau de sujeidade da praia foi realizado de acordo com as metodologias propostas por Alkalay et al., (2007) e Fernandino, 2012, que utilizaram o e Índice Geral (IG) e o Método do Clean Coast Index (CCI), onde os resultados obtidos em ambos os itens encontrados foi multiplicados pelo coeficiente  $K=20$  por questões estatísticas para facilitar a interpretação dos valores, classificando a praia como: a) muito limpa (0-2); limpa (2-5); moderada (5-10); suja (10-20); e extremamente suja ( $>20$ ). Os resultados foram discutidos com base na estatística descritiva, apresentados a seguir.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os cinco pontos amostrado totalizaram uma área de 1.875m<sup>2</sup>, sendo que em todos os pontos foram encontrados resíduos (lixo), totalizando 2.243 itens (Tabela 1). Das setes categorias presentes, o plástico foi o tipo de resíduo mais abundante nas três coletas, totalizando 963 itens, seguido das classes, outros (581), papeis (253), metal (160), orgânicos (89) e vidro (40) respectivamente (Tabela 1). Já o peso total dos resíduos foi de 33,856 kg (Tabela 2), onde o vidro apresentou 14,85 kg, os resíduos orgânicos 6,941 kg e o plásticos 4,115 kg, apresentaram os maiores pesos.

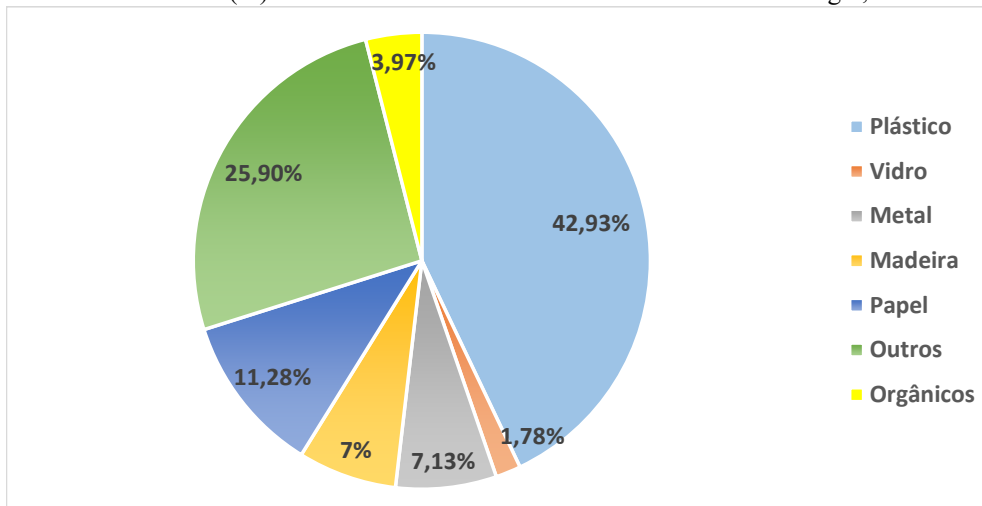
**Tabela 1:** Quantidade de itens por categoria e peso total dos resíduos coletados na praia da Ponta Negra, Manaus-AM.

<b>Categoria</b>	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Total das Categorias</b>
Plástico	359	283	321	963
Vidro	15	12	13	40
Metal	38	74	48	160
Madeira	38	53	66	157
Papel	100	82	71	253
Outros	148	167	266	581
Orgânicos	27	37	25	89
<b>Total de itens</b>	<b>725</b>	<b>708</b>	<b>810</b>	<b>2243</b>
<b>Peso total</b>	<b>11,45kg</b>	<b>10,421kg</b>	<b>11,985kg</b>	<b>33,856kg</b>

Fonte: Autoria própria, 2022.

No gráfico 1, podemos observar as porcentagens dos resíduos sólidos por categoria, onde o saco plástico, sacolas, embalagens plásticas, tampinhas de garrafas de bebidas, garrafas pet, bituca de cigarro, isopor e ossos representaram 68,83% dos resíduos, itens estes pertencentes as categorias plásticas e outros. Já o papel, metal e madeira representaram 11,28%, 7,13% e 7% dos resíduos respectivamente, e o restante das categorias representou 5,75%. O plástico apresenta uma série de problemas para o meio ambiente, e isso vem se intensificando no decorrer dos anos, isso, devido a sua produção crescente, difícil degradação, fácil dispersão e ampla disseminação, fazendo com que esse material seja um dos grandes vilões da poluição dos ambientes aquáticos (GREGORY, 1999).

**Gráfico 1:** Percentual (%) dos resíduos sólidos coletados na Praia da Ponta Negra, Manaus-AM.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Levando em consideração os pontos de coletas, observou-se que o gradiente de sujeidade da praia decaiu do ponto 1 para o ponto 5, sendo os pontos com menor quantidade de resíduos o 3, 4 e 5 (tabela 3). Já a maior concentração de resíduo se deu no ponto 1 (3,12 itens  $m^{-2}$ ) e 2 (4,9 itens  $m^{-2}$ ), pontos estes que a praia ficou extremamente suja para o IG e moderada para CCI. O método de Clean Coast Index (CCI) apresenta-se como uma ótima ferramenta para quantificar o número de itens plásticos encontrados em uma área amostral, sendo possível obter um valor comparável a outras localidades, podendo ser até mesmo um instrumento de gerenciamento costeiro (FERNANDINO, 2012).

**Tabela 2:** Resultado do Índice Geral, do CCI e Grau de Sujidade para cada ponto amostral. Média das 3 coletas.

PONTOS	IG (itens/ $m^2$ )	CCI	Diferença	IG x K	Grau de sujidade		
					CCI x K	IG	CCI
1	3,1	0,4	2,7	62	8	ES	MO
2	4,9	0,4	4,5	98	8	ES	MO
3	1,03	0,17	0,86	20,6	3,4	ES	L
4	1,1	0,14	0,96	22	2,8	ES	L
5	1,56	0,14	1,45	31,2	2,8	ES	L

Fonte: Autoria própria, 2022.

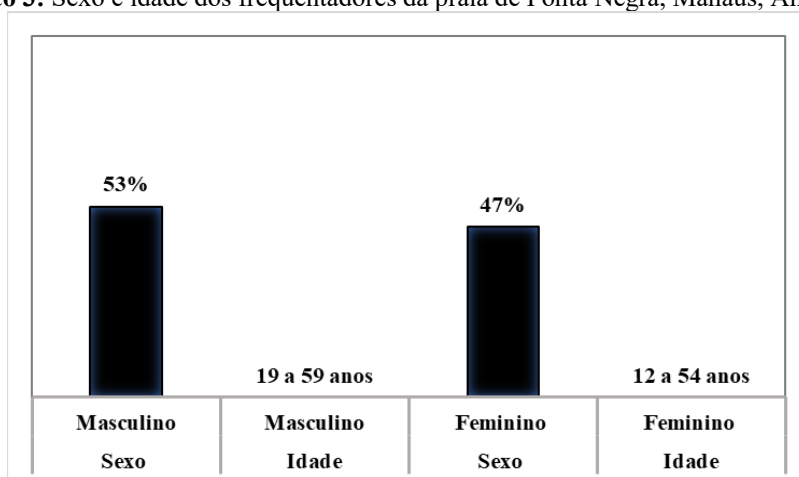
**Legenda:** IG: Índice geral; CCI *Clean Coast Index*; K: coeficiente  $K=20$ ; L: Limpa; MO: Moderada; ES: Extremamente Suja.

Nos cinco pontos amostrais, não foi possível observar a presença de latinhas de cerveja, isso pode ter ocorrido devido a presença dos catadores de latinhas de alumínio. O trabalho dessas pessoas é essencial para a reciclagem desse material, pois são os catadores que coletam, separam, transportam e acondicionam esses resíduos para venda e posterior reciclagem. Outra

observação constada foi a dos rejeitos de resíduos na parte de espraiamento e ao longo do rio Negro, levado pela subida das águas nessa época de cheia, onde o descarte clandestino desses resíduos se acumula nesse local, em vista que o plástico e garrafas pet podem ser levados para o fundo do rio, o que é prejudicial para o meio ambiente aquático. Esses resíduos quando possuem um destino adequado e são tratados de forma correta podem gerar lucros com a sua venda para reciclagem. (SANTANA et al., 2015).

Para a avaliação do perfil e percepção ambiental dos frequentadores/usuários da praia de Ponta Negra, foram entrevistados 72 usuários, sendo 53% do sexo masculino e 47% do sexo feminino, com idades variando entre 19 a 59 anos para sexo masculino e de 12 a 54 anos para o sexo feminino, conforme apresentado no gráfico 3.

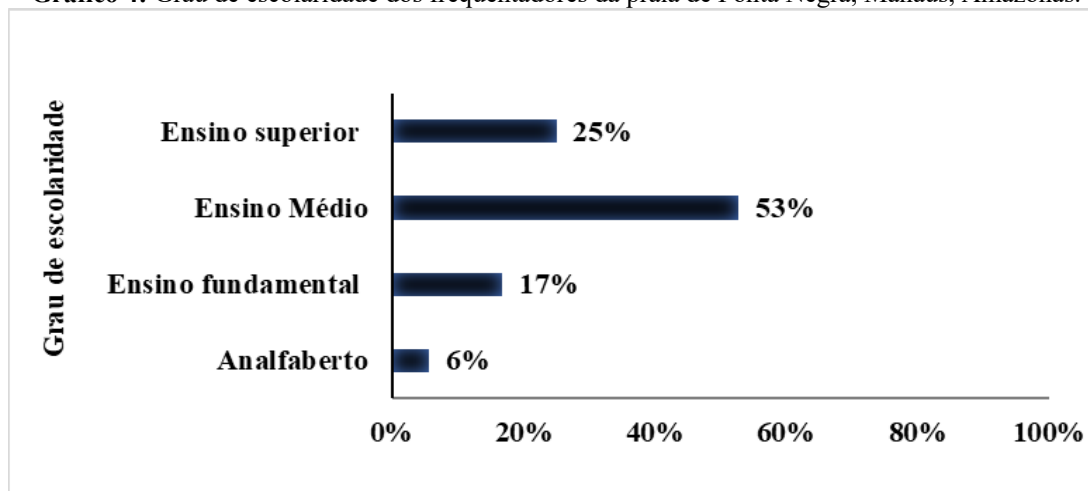
**Gráfico 3:** Sexo e idade dos frequentadores da praia de Ponta Negra, Manaus, Amazonas.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Quanto ao grau de escolaridade, a maior parte dos frequentadores da praia, afirmaram ter concluído o ensino médio (gráfico 4).

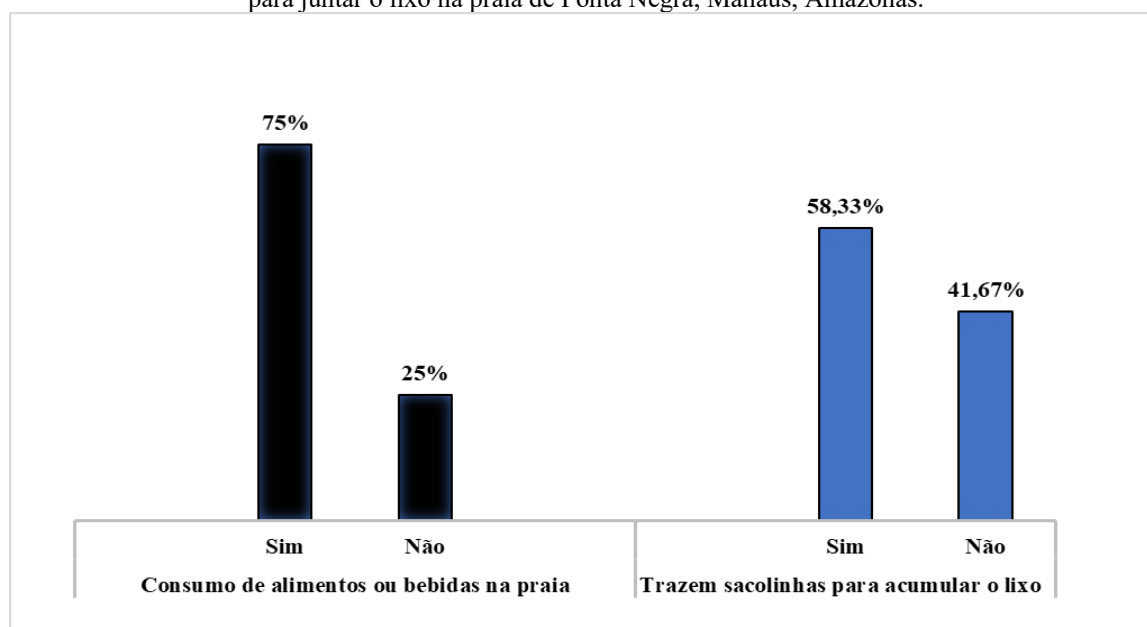
**Gráfico 4:** Grau de escolaridade dos frequentadores da praia de Ponta Negra, Manaus, Amazonas.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Com relação ao comportamento dos usuários entrevistados no presente estudo, a primeira pergunta visou averiguar se eles costumam consumir alimento ou bebida na praia, 75% dos entrevistados disseram consumir algo. Já, a porcentagem de pessoas entrevistadas que não levam sacolinhas para juntar o resíduo gerado foi de 58%, como se pode observar no gráfico 5.

**Gráfico 5:** Porcentagem de pessoas que consomem alimentos e bebidas, e de pessoas que utilizam sacolinhas para juntar o lixo na praia de Ponta Negra, Manaus, Amazonas.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Quando questionados sobre o descarte de lixo produzido na praia, 75,22% dos entrevistados responderam que descartam seu lixo em lixeiras disponíveis (tabela 3), sejam elas tonéis ou lixeiras que se encontram distribuídos em alguns pontos de coleta na praia. Embora, a área de praia apresente lixeiras distribuídas ao longo de todo os seus 600 metros de extensão, a quantidade de resíduos descartados de forma imprópria pelos frequentadores é alta. Desta forma, agravando a problemática do acúmulo de resíduos em áreas de proteção ambiental, assim, sugerindo a realização de trabalhos de conscientização ambiental junto à população. Segundo ABRELPE (2017) é preciso adotar estratégias que otimize o maior reaproveitamento dos recursos existentes naquilo que descartamos, e a coleta seletiva é um recurso fundamental para que se realize a reciclagem dos materiais potencialmente recicláveis.

No que diz respeito a periodicidade da coleta do lixo produzido na praia, 57% dos entrevistados afirmaram que a coleta seria realizada diariamente e 55,55% afirmaram não ter conhecimento sobre o destino final dado aos resíduos gerados na praia. Conforme verificada junto aos gestores da praia, a coleta dos resíduos é realizada por uma empresa terceirizada,

sendo as coletas realizadas quatro vezes ao dia e com destino final o aterro sanitário da cidade de Manaus.

**Tabela 3:** Percepção ambiental dos frequentadores da praia de Ponta Negra, Manaus, Amazonas.

Perguntas	Respostas	%
Onde os usuários descartam os resíduos gerados na praia?	Descartam em lixeiras	72,22
	Levam para casa	25,00
	Entregam no quiosque	2,78
Qual a Periodicidade da coleta dos resíduos gerados na praia?	Diariamente	52,78
	Semanalmente	2,78
	Não tem conhecimento	44,44
Qual destino final dado aos resíduos gerados na praia?	Aterro sanitário/controlado	36,11
	Dispostos diretamente no solo	5,56
	Queimados	2,78
	Não conhecimento	55,55
Quais os principais prejuízos que os resíduos descartados na praia podem causar?	Impacto à Saúde/Segurança	36,11
	Impacto ao Meio Ambiente	58,33
	Impacto na economia/Turismo	2,78
	Não tem conhecimento	2,78

Fonte: Autoria própria, 2022.

Quando questionados sobre os principais problemas decorrentes dos resíduos sólidos na praia, os entrevistados enfatizaram os impactos ao meio ambiente e danos à saúde pública (tabela 3). Do ponto de vista sanitário, são os próprios frequentadores da praia os mais afetados com o acúmulo de resíduos, pois o lixo forma um cenário propício ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos como fungos, vírus e bactérias. Esses, por sua vez, são vetores de doenças aos seres humanos, como micoses, hepatite e tétano. O lixo acumulado nas praias também serve de abrigo a animais vetores como moscas, ratos e baratas. (ARAÚJO, 2003).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados da análise quali-quantitativa e da percepção ambiental dos usuários, constatou-se que o plástico é o resíduo sólido mais presente e abundante nos cinco pontos amostrais da praia da Ponta Negra (42,90%), e que de acordo com Índice Geral (IG) todos os pontos amostrais são considerados extremamente sujos, entretanto, pelo método Clean Coast Index (CCI) a praia apresenta pontos limpos e moderados.



Diante da percepção ambiental dos usuários aqui abordadas podemos observar que a maioria tem consciência da maneira correta da manutenção da praia em relação aos resíduos sólidos produzidos, ainda que nem todos exerçam essa prática.

Para obter um controle da problemática do descarte dos resíduos sólidos em áreas de praias e de proteção ambiental é necessária a execução de ações de educação ambiental que devem ser planejadas de forma racional e integradas com população, somente desta forma podemos ter resultados positivos no gerenciamento adequado do lixo e conseqüentemente na conservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABETRE, A. Classificação de resíduos sólidos Norma ABNT 10.004:2004. **Abetre**, p 1-14, 2006.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de resíduos sólidos produzidos no país, 2017**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2017.pdf>>. Acesso em: 25 de set. de 2018.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama de resíduos sólidos produzidos no país, 2018**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2017.pdf>>. Acesso em: 15 de jan. de 2019.

ALKALAY, R.; PASTERNAK, G.; ZASK, A. Clean coast index – a new approach for beach cleanliness assessment. **Ocean and Coastal Management**, v.50, p. 352-362, 2007.

AMORIM, D.; PENNA, F.; FERNANDES, F. **Análise quali-quantitativa de resíduos sólidos: Estudo de caso de três residências do bairro de Lourdes em Governador Valadares –MG**. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, p 1-6. Belo Horizonte: IBEAS, 2014.

ARAÚJO, M. C. B. Resíduos Sólidos em Praias do Litoral Sul de Pernambuco: **Origens e Conseqüências**. Recife/PE. 2003. 137 pag.

BOSCHILIA, C. **Manual compacto da Biologia**. São Paulo: Rideel, p. 454, 2010.

CASTRO, M.; SILVA, N.; MARCHAND, G. Desenvolvendo indicadores para a gestão sustentável de resíduos sólidos nos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão-Am. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2015.

COCKELL, F.; CARVALHO, A.; CAMAROTTO, J. et al. A triagem de lixo reciclável: **Análise Ergonômica da Atividade**. 2004.

FERNANDINO, G. Análise quali-quantitativa de poluição por plástico na Praia de Itaquitanduva-SP, Brasil. **Cadernos de Geociências**, v. 9, n. 2, novembro 2012.

GREGORY, M. R. Plastics and South Pacific Island shores: environmental implications. **Ocean Coastal Manegement**. v. 42 n. 6, p. 603-615, 1999.

KONRAD, O.; CALDERAN, T. B. A. **Preservação ambiental na visão da política nacional dos resíduos sólidos**. 2011. Disponível em: < <http://www.ambitojuridico.com.br>>. Acesso em: 13 de jun. de 2022.

LAGO, A. L.; ELIS, V. R.; GIACHETI, H. L. Aplicação integrada de métodos geofísicos em uma área de disposição de resíduos sólidos urbanos em Bauru -SP. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 24, n.3, p. 357-374, 2006.

MILLER Jr., G. T. **Ciência Ambiental**. São Paulo: Cengage Learning. 2008.

MUCELIN, C. A.; BELLIN, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.20, n. 1, p.11-124. 2008.

PNRS, P. d. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; p 1-73. Brasília: Câmara dos Deputados, 2012.

SALLES, R; SALES, L.; BEZERRA, J. **Análise quali-quantitativa do lixo na praia dos Búzios**. V Semana de Engenharia de Pesca, 2009.

SANTANA, J. S.; LIMA, F. L. A.; FREIRE L. C. **Educação Ambiental Integrada: O Descarte Inadequado De Resíduos Sólidos Em Ambiente de praia**. 2015. Disponível: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/.pdf>.

SANTOS, I. N.; HORBE, ADRIANA, M. C.; SILVA, M. S. R.; MIRANDA, S. A. F. Influência de um aterro sanitário e de efluentes domésticos nas águas superficiais do Rio Tarumã e afluentes – AM, **acta amazônica**. v. 3, n. 2, p. 229 – 236, 2006.

SILVA, W.; SANTANA, G. Percepção de lixo da população de Manaus - AM: A problemática da reciclagem. **Caminhos de Geografia**. v. 11, n. 34, 2009.

VIEIRA, F.; BRITO, E.; TEXEIRA, A. Educação ambiental: Uma análise da poluição e contaminação dos igarapés urbanos na cidade de Manaus. **VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 8, n 2, p. 360-372, 2012. Disponível em: <<https://www.amigosdanatureza.org.br>>. Acesso em: 13 de jan. de 2022.

# CAPÍTULO 6

## ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO EM UMA EMPRESA LOCALIZADA NO SERTÃO DA PARAÍBA

**Laíse Ramonny Nunes de Oliveira**  
**Pablo Diego Pinheiro de Souza**  
**Rucilana Patricia Bezerra Cabral**  
**Adriana Almeida Cutrim**

### RESUMO

A energia elétrica no Brasil tem tido uma crescente demanda, fazendo com que ocorram questionamentos a respeito das fontes geradoras e seus impactos na sociedade e no meio ambiente. Assim, cada vez mais se fala na necessidade de utilizar fontes renováveis para gerar energia. A energia solar é uma energia limpa e apresenta um enorme potencial, devido a sua viabilidade econômica em relação a sua vida útil de até 25 anos. O objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico em empresa localizada na cidade de Princesa Isabel- PB. Para atingir o objetivo proposto, foi utilizado o método de comparação entre faturas quando a empresa esteve com o sistema fotovoltaico ativo e uma simulação para o caso de não ter o sistema. Os resultados indicam que é viável investir em energia fotovoltaica para empresas devido à alta taxa de radiação direta disponível no alto sertão paraibano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia Solar, Pannel Fotovoltaico, Energia Limpa.

### INTRODUÇÃO

Diante das necessidades ambientais que o planeta terra apresenta hoje em dia, a procura por alternativas para diminuir o uso de recursos esgotáveis é cada vez maior. A geração de energia elétrica a partir de fontes limpas como energia eólica e solar tem sido difundida e incentivada de maneira considerável. A energia eólica, apesar de representar boa parte da energia utilizada no Brasil, não é uma fonte acessível a algumas localidades, assim como a sua geração requer um grande investimento em parques. Enquanto que a energia solar apresenta-se como uma possibilidade de geração individual, baixo custo de investimento e uma vida útil prolongada.

Segundo Alvarenga (2014), a conversão da radiação do sol diretamente em eletricidade é feita usando o efeito fotovoltaico, ocasionado pelo surgimento de uma diferença de potencial nas extremidades de uma estrutura semicondutora quando incidi uma luz sobre ela.

Segundo um mapeamento da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2019), a fonte fotovoltaica, baseada na conversão direta da radiação solar em

energia elétrica de forma renovável, limpa e sustentável, lidera com folga o segmento de micro e mini geração distribuída com mais de 95,5% das instalações do país.

Em potência instalada, os consumidores dos setores de comércio e serviços lideram o uso da energia solar fotovoltaica, com 43,2% da potência instalada no país, seguido pelos consumidores residenciais (35,7%) e pelas indústrias (10,3%) de acordo com a ABSOLAR (2019). Vários fatores podem ser apontados para este aumento significativo no número de instalações. Um dos principais são as linhas de financiamento em energia solar oferecidas por bancos públicos e privados.

O presidente do Conselho de Administração da ABSOLAR, Ronaldo Koloszuk, ressalta o crescimento da micro e mini geração de energia solar fotovoltaica é impulsionado por três fatores principais: a forte redução de mais de 83% no preço da energia solar fotovoltaica desde 2010; o forte aumento nas tarifas de energia elétrica dos consumidores brasileiros, pressionando o orçamento de famílias e empresas e; o aumento no protagonismo e na responsabilidade socioambiental dos consumidores, cada vez mais dispostos a economizar dinheiro ajudando, simultaneamente, a preservação do meio ambiente.

O sistema de energia solar fotovoltaica é aquele em que a energia é obtida através da conversão da luz solar em eletricidade através de células fotovoltaicas, contidas nos módulos fotovoltaicos, por isso é considerada uma fonte limpa e inesgotável de energia (Solar Brasil, 2018). Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos: os sistemas ligados à rede, em que a energia produzida é injetada diretamente na rede elétrica e redistribuída pela concessionária de energia, gerando descontos na conta de luz independente do período do dia, os chamados *On Grid* e; os sistemas que trabalham isoladamente, utilizando baterias para guardar a energia produzida e, assim, possuindo um limite de armazenamento, chamados *Off Grid* (KURITA, 2017).

Nos sistemas *On Grid* a energia injetada na rede gera descontos na conta de luz independente do período do dia, e a empresa fornecedora fornece energia durante todo o dia independente de ter ou não irradiância solar durante o período. Se a energia gerada não for suficiente, a rede elétrica compensa o que faltar. Finalmente, o consumidor deverá pagar à distribuidora a energia consumida da rede elétrica menos o que foi produzido, as taxas de iluminação pública e, nos meses em que o injetado for superior ou igual ao consumido, o custo de disponibilidade (SOLAR BRASIL, 2017).

Já os sistemas isolados ou *Off Grid* utilizam as baterias como forma de armazenamento ao invés de ser enviada à rede elétrica a energia produzida, de forma que o abastecimento em períodos sem sol seja garantido. No entanto, se a energia produzida for superior a capacidade da bateria a energia excedente é perdida (SOLAR BRASIL, 2017)..

Para Manrique, Monroy & Cardona (2015) existem duas maneiras de dimensionar o sistema fotovoltaico: o primeiro, com base na disponibilidade econômica para determinar a capacidade de energia da planta e o outro com base na demanda de energia para conhecer o custo total da instalação.

Um sistema fotovoltaico *On Grid* é composto basicamente por módulos fotovoltaicos policristalinos, inversores, quadro de distribuição, medidor bidirecional e caixa de medição polifásico. Os módulos fotovoltaicos são os equipamentos mais aparentes do sistema fotovoltaico, por serem fixado no telhado, e que é responsável pela captação da luz do sol e sua direta conversão em energia elétrica através das células fotovoltaicas das quais é composto (RUY, 2018). Os módulos são dimensionados levando-se em consideração a potência de pico, chamado de Wp (Watts-pico), no entanto, é pouco provável que a placa solar fotovoltaica proporcione a potência de pico, pois a radiação solar é muito variável e a temperatura da célula aumenta, portanto, sua eficiência diminui. Normalmente a placa solar fotovoltaica atingirá potência próxima da máxima perto do meio dia (SOLAR BRASIL, 2017).

O inversor solar é instalado entre o sistema gerador fotovoltaico e o ponto de fornecimento à rede, ele recebe energia gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente contínua e converte em energia alternada, sincronizando e injetando na rede elétrica (SOLAR BRASIL, 2017). O controle da geração é realizado pelo medidor bidirecional de energia do consumidor, este mede a entrada e saída de energia.

De acordo com o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, normativa ANEEL 482/12:

A energia ativa injetada no sistema de distribuição pela unidade consumidora, será cedida a título de empréstimo gratuito para a distribuidora, passando a unidade consumidora a ter um crédito em quantidade de energia ativa. O consumo de energia elétrica ativa a ser faturado é a diferença entre a energia consumida e a injetada, por posto tarifário, devendo a distribuidora utilizar o excedente que não tenha sido compensado no ciclo de faturamento corrente para abater o consumo medido em meses subsequentes, por até 60 meses.

Os montantes de energia ativa injetadas não compensados na própria unidade consumidora poderão ser utilizados para compensar o consumo de outras unidades previamente cadastradas para esse fim e atendida pela mesma distribuidora, cujo titular seja o mesmo da

unidade com sistema de compensação de energia, possuidor do mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Jurídica (CNPJ) (ANEEL 482, 2012).

Segundo a ANEEL 414/10, *o custo de disponibilidade do sistema elétrico, aplicável ao faturamento mensal de consumidora do grupo B, é o valor em moeda corrente equivalente a: 30 kWh, se monofásico ou bifásico a 2 condutores; 50 kWh, se bifásico a 3 condutores; 100 kWh, se trifásico.*

Contudo, os impostos relacionados com a energia elétrica podem variar segundo as três bandeiras tarifárias vigentes: verde, amarela e vermelha. Cada uma tem um preço do kWh específico e não se aplica a faturas em que a energia injetada por um sistema de geração de energia privado for igual ou superior a energia consumida (ANEEL, 2008).

A temperatura é um fator importante, uma vez que, exposto aos raios solares, o aquecimento do módulo se intensifica. Além disso, uma parte da incidência solar não é convertida em energia elétrica e sim dissipada na forma de calor e, por esta razão, que a temperatura da célula solar é sempre mais elevada do que a temperatura ambiente, por conseguinte, em locais muito quentes, a placa solar sofre diminuição de sua potência (Solar Brasil, 2018). Assim, conseguimos compreender como o painel solar fotovoltaico reage as condições de irradiação solar e temperatura, fatores que muitas vezes não são levados em consideração no dimensionamento dos sistemas de energia solar fotovoltaico que muitas vezes falham por desconhecimento do usuário.

Segundo a ABINE (2012), a área no Sertão do estado da Paraíba, onde está localizada a cidade selecionada, sofre irradiação entre 5,7 e 5,87 kWh/m<sup>2</sup>/dia, o que representa uma grande incidência de raios diretos sobre as placas durante boa parte do dia.

Costa *et al.* (2000) e Fadigas (1993) afirmam que, para saber se a energia solar é um investimento economicamente viável, é necessário recorrer ao uso de modelos de análise que avaliem tanto os custos do investimento quanto os seus benefícios decorrentes. Dentre os métodos econômicos disponíveis, pode-se citar os mais comuns, que são: o da taxa de retorno, o da relação custo/benefício, o do tempo de retorno e o do custo da vida útil.

Os métodos de avaliação econômica de sistemas energéticos diferem essencialmente na maneira em que relacionam custos e benefícios que, mesmo ligados entre si, não são necessariamente excludentes, pois tratam de tipos diferentes de decisões de investimentos. Assim, para alguns tipos de decisões, a escolha de um método é mais importante do que a de outro (HIRSCHEFELD, 1996).

## METODOLOGIA

O sistema foi implantado em um supermercado, localizado na cidade de Princesa Isabel-PB, que possui uma área construída de cerca de 580 m<sup>2</sup> com um quadro de 17 funcionários e, como dependentes diretos, uma casa de 115 m<sup>2</sup> de área construída com três habitantes e um depósito da empresa (de 360 m<sup>2</sup> de área útil). Para realizar o dimensionamento técnico deste projeto, baseou-se na demanda de energia média de um supermercado localizado na zona urbana de uma cidade do sertão da Paraíba.

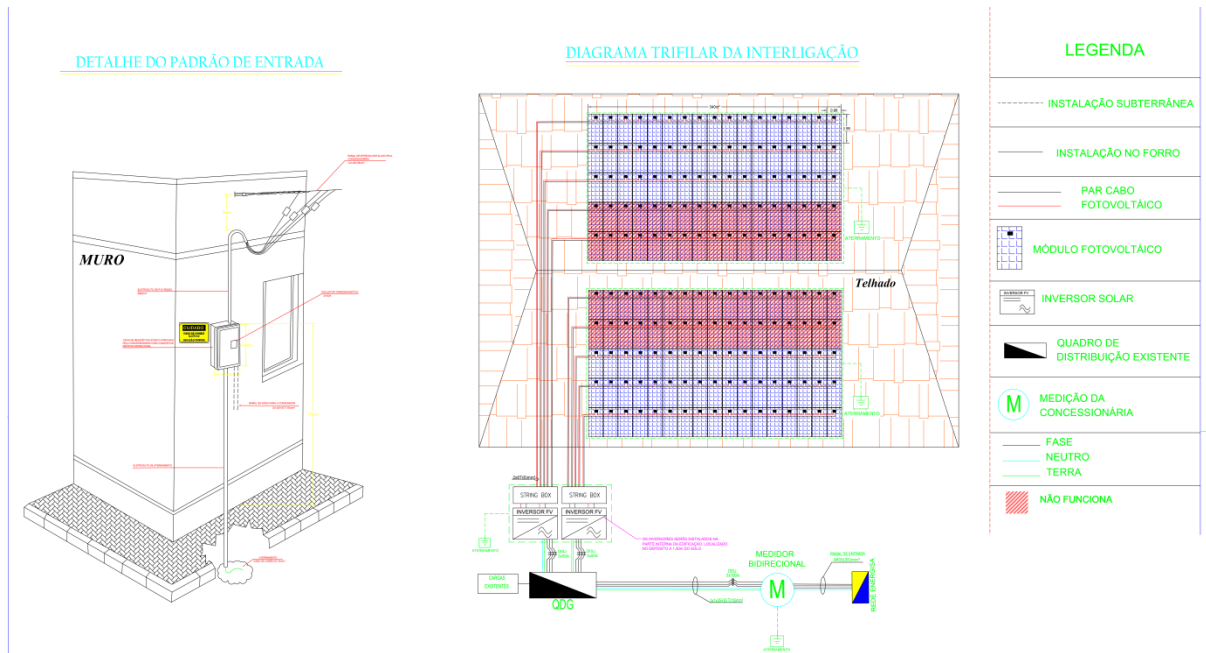
O sistema fotovoltaico escolhido foi o *On Grid*, que depende da rede elétrica convencional para redistribuir a energia gerada, não sendo possível sua utilização em localidades carentes de rede de distribuição elétrica.

O levantamento de equipamentos gerais, quantidades, potência, horas por dia de utilização juntamente com o valor em Wh/dia de cada equipamento foi feito com o auxílio da *Calculadora On Grid* do site especializado Neosolar (CALCULADORA SOLAR, 2014). Ademais, o total de potência diária (Wh/dia), juntamente com o tamanho aproximado do sistema fotovoltaico (Wp) foi calculado pela empresa responsável e aceito pela Energisa (empresa concessionária de energia elétrica atuante no estado da Paraíba). Foram utilizados:

- 102 módulos fotovoltaicos P6D-36 policristalinos 325W (0,98 x 1,95), com potência instalada de 33,15 kWp;
- 2 Inversores;
- 1 quadro de distribuição;
- 1 medidor bidirecional;
- 1 Caixa de medição polifásico;
- 3 disjuntores termomagnéticos 100 A.

A Figura 1 exibe a planta do sistema utilizado, a disposição dos módulos fotovoltaicos, dos inversores e do medidor bidirecional, assim como o local em que o disjuntor deve ser instalado. Para determinar os dados de radiação e a energia produzida pelas instalações solares, é necessário o conhecimento exato da localização do sol. No campo da energia solar, o Sul é referido geralmente como  $\alpha = 0^\circ$ . O símbolo negativo é atribuído aos ângulos orientados a Leste (Leste:  $\alpha = -90^\circ$ ) e o símbolo positivo aos ângulos orientados a Oeste (Oeste:  $\alpha = 90^\circ$ ) (ANTUNES, 1999). As placas fotovoltaicas foram posicionadas para o norte geográfico com uma inclinação de  $10^\circ$ .

**Figura 1:** Planta do sistema fotovoltaico.



**Fonte:** Acervo do autor.

O investimento para implantação desse sistema foi de R\$ 285.120,00. Segundo a empresa responsável pela venda e instalação, a manutenção deverá ser feita uma vez por ano e o valor pago é referente a um salário mínimo.

Neste estudo, foi feita uma comparação entre o sistema de energia solar ativo e uma hipotética situação do sistema solar inativo, levando em conta o consumo de energia entre os meses de novembro de 2018 e setembro de 2019. Em seguida, fizemos uma simulação para determinar o tempo em que o saldo da diferença entre os custos é suficiente para cobrir o custo de implantação do sistema solar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de energia solar foi dimensionado em 102 placas fotovoltaicas policristalinas com capacidade de geração de 33,15 kWp, implantado em outubro de 2018 e iniciou a produção em novembro do mesmo ano. Esse sistema foi projetado para abastecer energeticamente um supermercado, uma residência e um depósito que consumiam juntos cerca de 4.500 kWh por mês.

Como anteriormente apresentado, consideramos que a irradiação média seja de 5,8 kWh/m<sup>2</sup>/d para a localização do supermercado. Assim, determinamos que a geração total para dias ensolarados obtidos em 340 m<sup>2</sup> de placas instaladas seria de 1972 kWh/d.

Em relação ao custo mensal com a distribuidora da região, para os meses em que a injeção de energia pelo sistema solar na rede é menor que a consumida pelo conjunto de



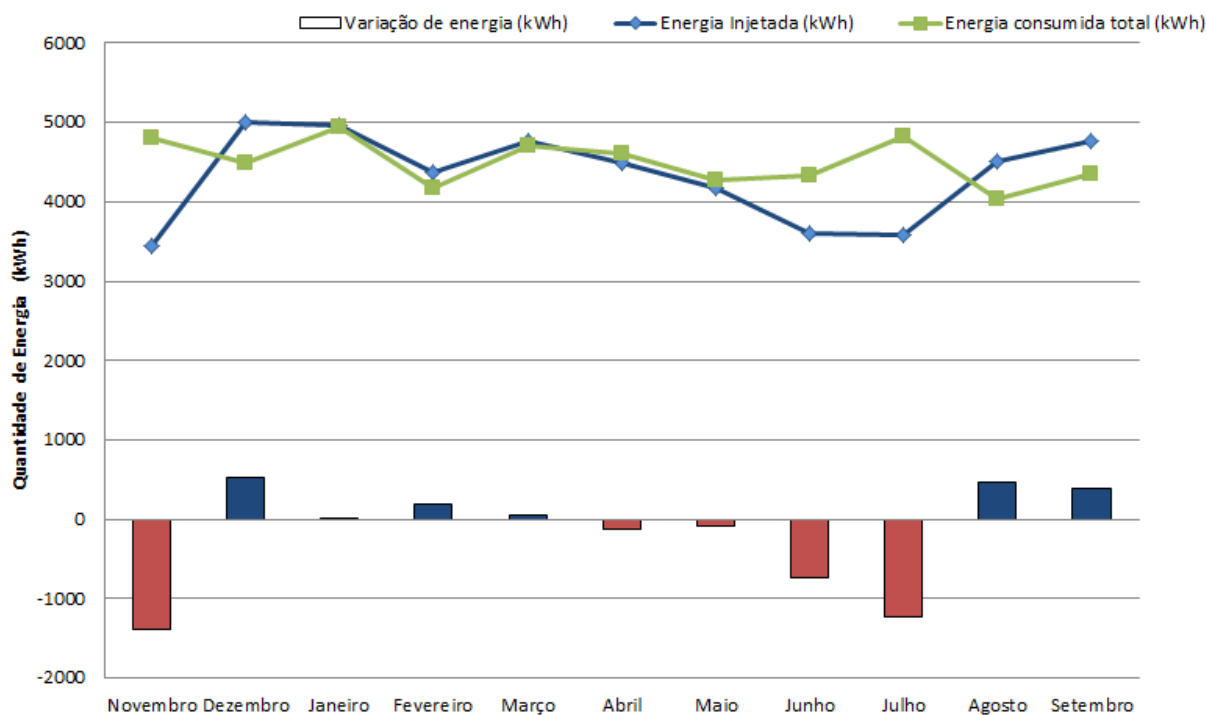
instalações, o valor cobrado na fatura de energia corresponde ao excedente de energia consumida multiplicado pelo custo da unidade de energia (que depende do tipo de instalação) acrescido da *taxa de iluminação pública*. Como cada uma das instalações do projeto analisado apresenta um custo por unidade de energia diferente, adotou-se uma média dos três, sendo 0,83325 R\$/kWh. Nesse estudo, não foi considerado a cobrança adicional referente a bandeira tarifária, ou seja, aquela relativa ao custo real da energia gerada, prevista pela ANEEL.

Já nos meses em que a injeção de energia pelo sistema solar na rede é maior que a consumida pelo conjunto de instalações, o valor cobrado corresponde a um *custo de disponibilidade* acrescida da *taxa de iluminação pública*. Esse custo de disponibilidade também varia de acordo com a fase da unidade consumidora, sendo, para o conjunto de unidades avaliado, correspondente a R\$ 230,78/mês, somando os três locais. Vale lembrar que quando a energia gerada pelo sistema solar é maior do que a consumida pelo conjunto de instalações, o excedente será abatido da cobrança na(s) próxima(s) vezes em que a energia consumida for maior que a gerada.

O Gráfico 1 apresenta o histórico de novembro/2018 a setembro/2019 relativos à energia injetada na rede pelo sistema solar instalado, o somatório da energia consumida pelas três unidades consumidoras dependentes e a variação de energia entre o injetado e o consumido.

Em relação a injeção, ainda não podemos apresentar uma relação de meses de maiores gerações e suas justificativas, uma vez que não se completou nem um ciclo anual inteiro, quiçá vários para uma amostragem representativa. De toda forma, podemos especular baseado em algumas observações gerais. Por se localizar no sertão paraibano, região que se caracteriza por enfrentar longos períodos de seca e, conseqüentemente, ensolarados, verificamos que a oscilação na produção de energia não é tão considerável. Em novembro, houve uma baixa geração, entretanto, esse foi o mês onde o sistema de produção de energia fotovoltaica foi ativado, portanto, poderíamos atribuir o fato a uma adaptação do sistema. Os meses de dezembro e janeiro apresentam uma ligeira alta em relação aos demais, podendo ser justificada por ser o período de final da primavera e início do verão, caracterizando-se por uma maior radiação solar direta, assim como um tempo de incidência mais longo.

**Gráfico 1:** Comparação entre a energia consumida total, a energia injetada e a variação de energia no período.



**Fonte:** Acervo do autor.

A Tabela 1 apresenta detalhadamente o histórico de consumo e produção de energia da unidade produtora que foi apresentado no gráfico. Observamos que mesmo a quantidade de energia injetada sendo inferior ao consumo não implicará em um valor de fatura maior que apenas as taxas. Percebemos que, em muitos meses, a energia injetada é superior ao consumido, permitindo um saldo positivo para a próxima fatura. Esse saldo é abatido na próxima fatura em que a quantidade de energia injetada não seja suficiente, como é o caso do mês de abril, em que foi consumido 4.716 kWh e injetado 4.482 kWh e, por possuir saldos provenientes de outros meses, ficou com um saldo positivo de 664 kWh para o mês de maio, que também teve consumo maior que o injetado e foi abatido.

É possível estimar uma média de consumo mensal de 4.504 kWh das três localidades, enquanto que a média de energia injetada corresponde a 4.333 kWh. Dentre os meses de maior incidência de raios solares (período de primavera verão), destaca-se dezembro, por ter injetado maior quantidade de energia no sistema (5.010 kWh) no período avaliado, sendo 11% a mais do que foi consumido. Enquanto que o mês de julho, período de “inverno” na localidade, apresentou menor injeção (3.588 kWh), representando apenas 75% do necessário para consumo naquele mês (foi desconsiderado o mês de novembro por ser aquele de implantação do sistema).

**Tabela 1:** Relação de energia do conjunto de unidades consumidoras.

Meses	Energia (kWh)				
	Consumida	Injetada	Varição	Saldo Anterior	Consumo Real
Novembro	4.813	3.438	-1.375	0	1.375
Dezembro	4.487	5.010	523	523	0
Janeiro	4.946	4.956	10	533	0
Fevereiro	4.176	4.368	192	725	0
Março	4.716	4.776	60	785	0
Abril	4.603	4.482	-121	664	0
Mai	4.266	4.176	-90	574	0
Junho	4.326	3.600	-726	0	152
Julho	4.818	3.588	-1.230	0	1.230
Agosto	4.031	4.506	475	475	0
Setembro	4.361	4.758	397	872	0
<b>TOTAL</b>	<b>4.504</b>	<b>4.333</b>	<b>-171</b>		

Fonte: Acervo do autor.

É necessário considerar que, mesmo que a quantidade de energia produzida seja igual ou superior à energia consumida, as tarifas referentes à disponibilidade de energia e contribuição para a energia pública serão cobradas logo, a fatura nunca terá seu valor reduzido à zero, mas terá uma redução considerável. A Tabela 2 mostra os custos que compõem a fatura final do período em estudo para o sistema de energia fotovoltaico ativo. Percebemos que os meses em que o consumo real não é nulo o custo de disponibilidade não se aplica e a fatura final é correspondente ao excedente multiplicado pelo custo do kWh quando “comprado” da distribuidora de energia. Já aqueles meses onde não há utilização de energia convencional, as faturas estão em torno de R\$ 230,00, que corresponde apenas às taxas de disponibilidade e de iluminação pública, variantes conforme regulamento da ANEEL. Para o período estudado, a fatura mensal correspondeu, em média, a R\$ 316,76 (desconsiderando o primeiro mês, devido ao sistema ainda estar em adaptação e, também, não ter possibilidade de saldo de energia).

**Tabela 2:** Histórico de custo de energia para o sistema de energia fotovoltaico ativo.

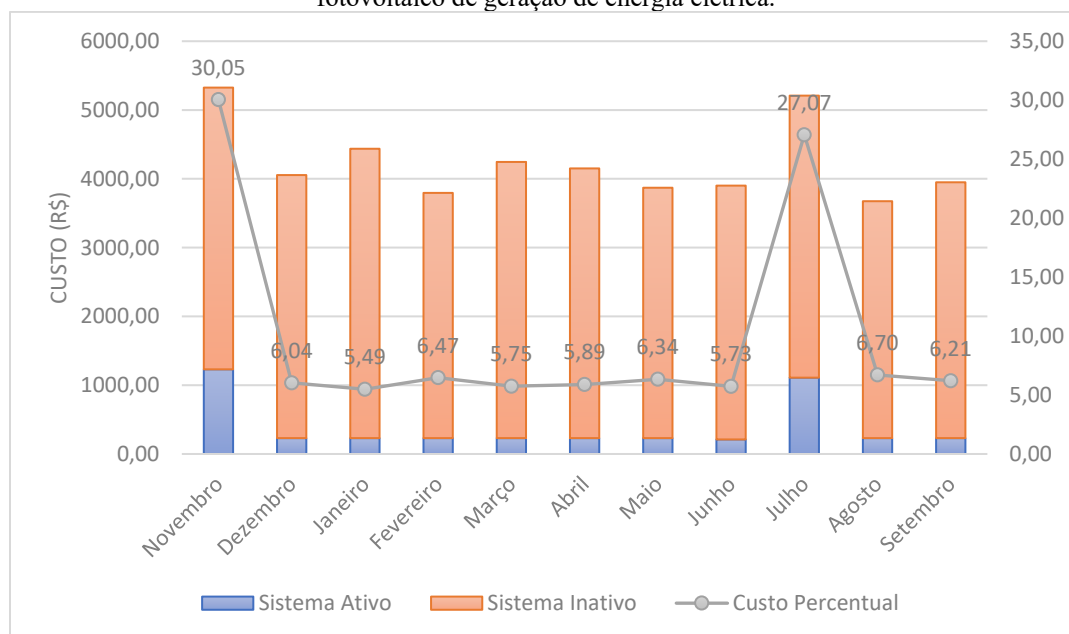
Meses	Consumo Real (kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	Custo (R\$)			
			Parcial	Iluminação	Disponib.	TOTAL
Novembro	1.375	0,83325	1.145,72	84,91	0,00	1.230,63
Dezembro	0		0,00		145,87	230,78
Janeiro	0		0,00		145,87	230,78
Fevereiro	0		0,00		145,87	230,78
Março	0		0,00		145,87	230,78
Abril	0		0,00		145,87	230,78
Mai	0		0,00		145,87	230,78
Junho	152		126,65		0,00	211,56
Julho	1.230		1.024,90		0,00	1.109,81
Agosto	0		0,00		145,87	230,78
Setembro	0		0,00		145,87	230,78
<b>MÉDIA MENSAL</b>						<b>316,76</b>

Fonte: Acervo do autor.

Em seguida, foi feita uma análise hipotética do custo mensal caso o sistema de energia solar não estivesse ativo, multiplicando o consumo de energia de cada um dos meses pela tarifa média adotada (0,83325 R\$/kWh), acrescida da taxa de iluminação pública média (R\$ 84,91). O Gráfico 2 exibe uma comparação entre os custos obtidos com o sistema inativo comparado com aqueles do sistema ativo, bem como uma relação percentual entre o custo do ativo e do inativo, para cada um dos meses estudados. Verifica-se que o mês de novembro possui o maior custo percentual, o qual é desconsiderado por ser aquele mês de implantação do sistema. Assim, o mês de julho é o que apresenta maior custo relativo (27,07%), uma vez que é o mês de alto consumo associado a baixa injeção pelo sistema solar. Já os demais meses, apresentaram custo relativo menor que 7%, totalizando uma redução percentual de cerca de 92% para todo o período considerado. O custo médio mensal para este cenário foi de R\$ 3.837,79, portanto, o sistema está apresentando uma economia de cerca de R\$ 3.530,00 por mês e R\$ 42.369,00 por ano.

Devemos ressaltar que, para fins didáticos, os custos supostos no Gráfico 2 não incluem taxas adicionais como bandeira vermelha ou amarela, nem atualizações monetárias, sendo assim, os valores representados poderiam ser diferentes dos apresentados neste estudo.

**Gráfico 2:** Valores das faturas referentes aos três estabelecimentos antes e depois da implantação do sistema fotovoltaico de geração de energia elétrica.



Fonte: Acervo do autor.

Considerando a economia anual de 41.369,00 (descontando o valor de R\$ 1.000,00 de manutenção anual) e o investimento inicial de R\$ 285.120,00, verifica-se que o sistema será “pago” em menos de sete anos. A vida útil informada pela empresa responsável pela instalação para os equipamentos é de cerca de 25 anos. Portanto, descontado o custo com a implantação,

o sistema proporcionará uma economia de aproximadamente R\$ 745.000,00 nos próximos 25 anos, sem considerar todas as variações de mercado sofridas durante o período.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com os dados apresentados, a implantação do sistema fotovoltaico gera baixo impacto do valor empenhado, visto que a implantação para o caso estudado se paga em até sete anos, sem contar a carga tributária que incide sobre a energia e varia de estado para estado. Nesse caso, a quantidade de energia injetada, na maioria dos meses, é suficiente para os gastos de energia das três localidades, implicando que apenas de maneira geral a fatura será correspondente a taxas de disponibilidade e de iluminação pública.

Outro fator relevante é independência de outras formas de obtenção de energia, como de hidroelétricas, termoeletricas ou outras, tornando-se uma energia limpa e livre de oscilações monetárias comerciais e governamentais.

## **REFERÊNCIAS**

ABINE. Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. 2012.

ABSOLAR. Energia solar fotovoltaica atinge marca histórica de 500 mw em microgeração e minigeração distribuída no brasil. 2019. Disponível em: <http://absolar.org.br/noticia/noticias-externas/energia-solar-fotovoltaica-atinge-marca-historica-de-500-mw-em-microgeracao-e-minigeracao-distribuid.html>. Acessado em 09 de outubro de 2019.

ALVARENGA, C.A. Relatório técnico-científico da ENGENHARIASOLENERG, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Atlas de energia elétrica do Brasil. 3. ed. Brasília: 2008. 243 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414. 2010.

ANTUNES, L. M. A. Energia Solar. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

FADIGAS, E. Dimensionamento de fontes fotovoltaicas e eólicas com base no índice de perda de suprimento e sua aplicação para o atendimento a localidades isoladas. 1993. 163 f.

RUY, F. Blog Blue Sol. 2018. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/modulo-fotovoltaico/>. Acessado em 09 de outubro de 2019.

KURITA, T. Você sabe a diferença entre um sistema On Grid e Off Grid. 2017. Disponível em: <http://enetec.unb.br/blog/on-grid-off-grid/>. Acessado em 09 de outubro de 2019.

MANRIQUE, A. H. R.; MONROY, A. I. C.; CARDONA, A. J. A. DISEÑO DE SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA USUARIOS RESIDENCIALES EN CHÍA, CUNDINAMARCA. REVISTA MUTIS 5 (1). 2015.

DAZCAL, R.; MELLO, A. Estudo da Implementação de um Sistema de Energia Solar Fotovoltaica em um edifício da Universidade Presbiteriana Mackenzie. ABENGE – Associação Brasileira de Educação de Engenharia. Fortaleza, 2008.

HIRSCHEFELD, H. Engenharia econômica e análise de custo. 6.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

SOLAR BRASIL. Módulos Fotovoltaicos – Parâmetros técnicos. 2018. Disponível em: <https://www.solarbrasil.com.br/blog/modulos-fotovoltaicos-parametros-tecnicos/>. Acesso em: 11 de outubro de 2019.

SOLAR BRASIL. Energia Solar Fotovoltaica: Entenda o sistema conectado à rede (on grid/grid tie). 2017. Disponível em: <https://www.solarbrasil.com.br/blog/energia-solar-fotovoltaica-entenda-o-sistema-conectado-a-rede-on-grid-grid-tie/>. Acesso em: 11 de outubro de 2019.

SOLAR BRASIL. O que são os Sistemas Conectados à rede (On-Grid)? 2018. Disponível em: <https://www.solarbrasil.com.br/blog/o-que-sao-os-sistemas-conectados-a-rede-on-grid-2/>. Acesso em: 11 de outubro de 2019.

CALCULADORA SOLAR. NeoSolar Energia. Nº 01. Agosto 2014. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/simulador-solar-calculadora-fotovoltaica>. Acesso em 08 de outubro de 2019. Acesso em 05 de outubro de 2019.

# CAPÍTULO 7

## PROPOSIÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZANDO MÓDULOS FOTOVOLTAICOS PARA UMA UNIDADE HABITACIONAL LOCALIZADA EM PRINCESA ISABEL – PB

Laíse Ramonny Nunes de Oliveira  
Pablo Diego Pinheiro de Souza  
Rucilana Patricia Bezerra Cabral  
Adriana Almeida Cutrim

### RESUMO

A região do alto sertão do estado Paraíba, onde está localizada a cidade de Princesa Isabel, tem enfrentado grande seca nos últimos anos, entretanto, possui grande disponibilidade de água subterrânea. Outro “recurso” abundante na região é a energia solar, fazendo com que a utilização de energia limpa se mostre como uma ótima alternativa de investimento, principalmente, por apresentar uma vida útil consideravelmente elevada. Assim, o presente estudo tem como objetivo propor a utilização de módulos fotovoltaicos como fonte de energia para alimentar um sistema de captação de água subterrânea para uma pequena unidade habitacional localizada na cidade paraibana de Princesa Isabel. Foram selecionados três sistemas de bombas de água operadas por energia solar e comparadas entre si, levando em conta a vazão diária proporcionada, a flexibilidade de operação com a variação do ambiente, a capacidade de alimentar um reservatório e o custo. Por fim, faz-se a recomendação daquele sistema que se mostrou mais adequado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bombeamento de água, energia solar, captação de água, sustentabilidade, recursos renováveis.

### INTRODUÇÃO

Em muitas regiões do Brasil, principalmente no Nordeste, populações inteiras vivem com uma grande carência de água, impedindo seu desenvolvimento econômico e mantendo sua condição de miséria e de doença. Na época de seca, rios e córregos secam, as fontes de água ficam distantes e essas populações têm que percorrer grandes distâncias para buscar água para o próprio consumo, sendo, muitas vezes, até impróprias para tal (ALVARENGA, 2019). Por outro lado, o aproveitamento das águas subterrâneas para o abastecimento público pode oferecer soluções simples e de grande viabilidade técnica e econômica, principalmente, no abastecimento de pequenas comunidades e núcleos populacionais de zonas rurais, pois a captação de água subterrânea subsuperficiais, por meio de poços rasos, drenos e as aflorantes, são de fácil implantação, operação, manutenção e, acima de tudo, baixo custo de construção (HELLER e PÁDUA, 2010).

Existem diversas alternativas de tecnologias para realizar o bombeamento de água subterrânea a partir de outras fontes de energia que não a elétrica convencional, a qual, no Brasil, é, majoritariamente, gerada por hidrelétricas. Dentre as principais fontes alternativas, temos: a bomba manual, a bomba acionada com motor diesel ou a gasolina e a bomba fotovoltaica (ALVARENGA, 2019).

O uso de sistemas de bombeamento acionados por módulos fotovoltaicos é, atualmente, uma realidade, uma vez que esses sistemas são eficientes, confiáveis, necessitam de pouca manutenção, portanto, conseguem resolver o problema de abastecimento de água de pequenas comunidades com um custo relativamente baixo (ALVARENGA, 2019).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é propor um sistema de captação de água subterrânea alimentados por módulos fotovoltaicos, apresentando sua viabilidade econômica para uma pequena unidade habitacional localizada no município paraibano de Princesa Isabel.

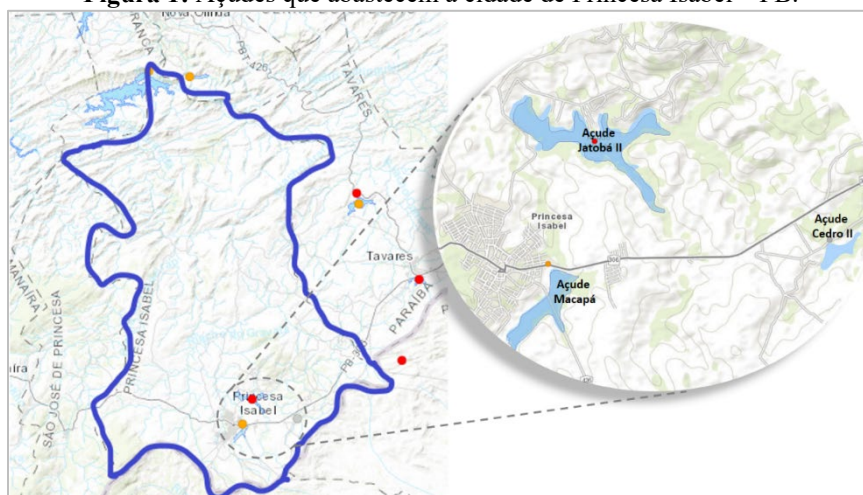
## REFERENCIAL TEÓRICO

O município de Princesa Isabel, localizado na região do alto sertão do estado Paraíba, possui uma população estimada de cerca de 23.300 habitantes (IBGE, 2019) e apresenta como reservatórios de água o açude Jatobá II, com capacidade de armazenamento de cerca de 6,49 milhões de m<sup>3</sup>; o açude Macapá, com capacidade de 2,66 milhões de m<sup>3</sup>; e o açude Cedro II com 0,5 milhões de m<sup>3</sup>; todos com classificação de “abastecimento humano” como uso principal e “irrigação” como uso secundário, segundo a *Regulação dos recursos hídricos: Painel de Outorgas* da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2021), do governo federal brasileiro, que regula o acesso e o uso dos recursos hídricos de domínio da União. A Figura 1 exibe um recorte do mapa do município, com destaque para os três açudes que abastecem a cidade.

Tomando como referência o reservatório Jatobá II, responsável por quase 70% da água armazenada na cidade, podemos verificar, na Figura 02, a variação do volume ao longo dos últimos dez anos. Observa-se que, entre os anos de 2010 e 2011, houve um aumento no volume de água, chegando a cerca de 80% da capacidade do açude, entretanto, foi seguido de reduções nos anos seguintes. Entre os anos de 2015 e 2017, o volume de água quase chega a zero e, em 2018 e 2019 houve pequeno aumento, porém, não muito superior a 10% da capacidade. Deste modo, verificamos a fragilidade daquele município quanto a disponibilidade permanente desse recurso tão fundamental para a vida.

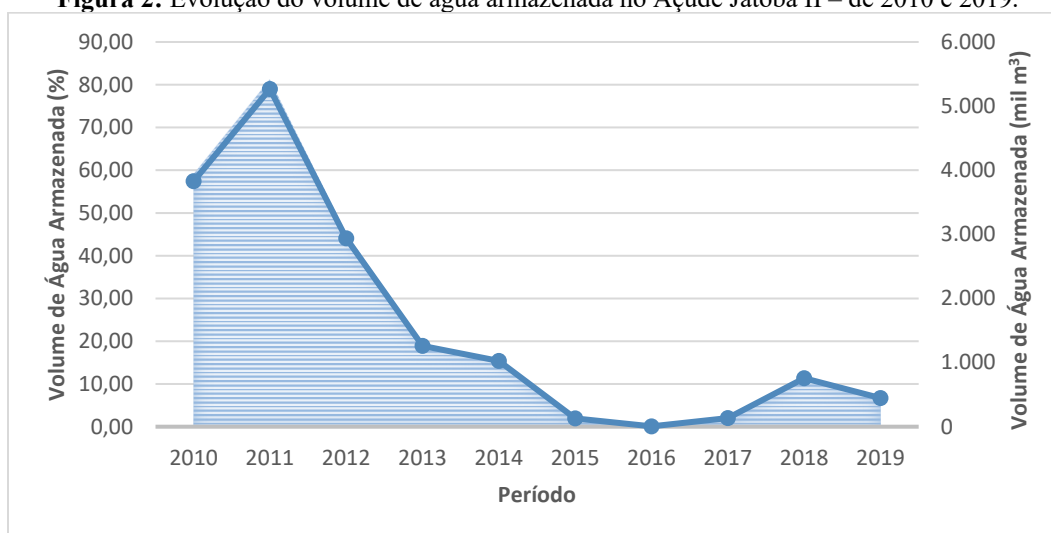


**Figura 1:** Açúdes que abastecem a cidade de Princesa Isabel – PB.



**Fonte:** Adaptado de: Outorga de Direito de Recursos Hídricos da ANA (2020).

**Figura 2:** Evolução do volume de água armazenada no Açude Jatobá II – de 2010 e 2019.



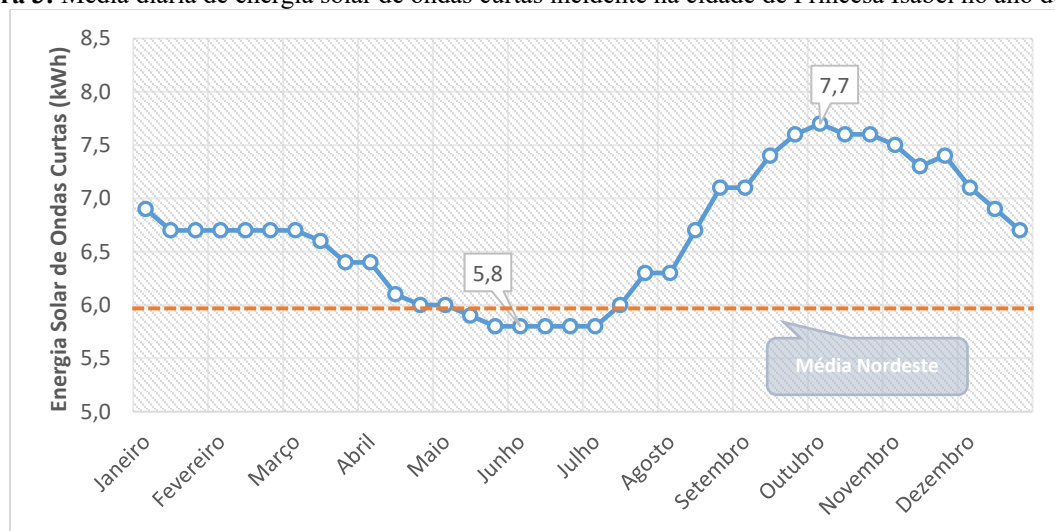
**Fonte:** Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA (2020).

Por outro lado, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2008), o Brasil é um dos países que apresenta grande intensidade de radiação solar em toda a sua extensão, o que torna bastante oportuno o aproveitamento desse potencial como fonte alternativa para geração de energia elétrica. Conforme Gastaldi, Souza e Mesquita (2004), os maiores índices de radiação solar são observados na Região Nordeste, com evidência no Vale do São Francisco, onde a média anual é de aproximadamente 6 kWh/m<sup>2</sup>.dia.

Para a cidade de Princesa Isabel, usando como exemplo a previsão gerada, por meio de dados históricos e modelo estatístico, pelo *Weather Spark* para o ano de 2020, onde conclui que a duração do dia não varia significativamente durante o ano, sendo de 12 horas, com variação de cerca de 30 minutos, no ano inteiro. Isso faz com que o total diário médio de energia solar

de ondas curtas (luz visível e a radiação ultravioleta) incidente na superfície do solo (levando em conta as variações sazonais, na elevação do sol acima do horizonte, na absorção por nuvens e outros elementos atmosféricos) seja de 6,7 kWh. O período mais radiante do ano dura 2,8 meses com média diária acima de 7,3 kWh, enquanto o período menos radiante dura 3,2 meses com média de 6,1 kWh (Figura 3). Portanto, verifica-se a elevada capacidade de produção de energia elétrica por radiação solar durante o ano inteiro no município.

**Figura 3:** Média diária de energia solar de ondas curtas incidente na cidade de Princesa Isabel no ano de 2020.



**Fonte:** Weather Spark (2020).

A conversão da radiação do sol diretamente em eletricidade é feita usando o efeito fotovoltaico, ocasionado pelo surgimento de uma diferença de potencial nas extremidades de uma estrutura semicondutora quando incide uma luz sobre ela (ALVARENGA, 2014). A tecnologia fotovoltaica apresenta vantagens em vários aspectos, iniciando pelo fato de o recurso solar ocorrer em todo o globo terrestre, sendo sua utilização uma questão solucionável mediante dimensionamento. Além disso, não requer grandes gastos permanentes, bem como não emite gases poluentes ou ruídos. Trata-se de uma tecnologia consolidada tecnicamente, de alta confiabilidade e com uma vida útil do gerador de mais de 20 anos (NOGUEIRA *et al.*, 2013).

Existem dois tipos básicos de sistemas fotovoltaicos: os sistemas ligados à rede, chamados *On Grid*, em que a energia produzida é injetada diretamente na rede elétrica e redistribuída pela concessionária de energia, gerando descontos na conta de luz independente do período do dia e; os sistemas *Off Grid*, que trabalham isoladamente, gerando energia para um determinado sistema, podendo, também, utilizar baterias para armazenar parte da energia produzida para períodos de menor geração (KURITA, 2017).

Uma das inúmeras possíveis aplicações da energia solar é na alimentação de bombas d'água. As bombas d'água solares são preferencialmente utilizadas para atender demanda de pequenas vazões, tal como as requeridas por pequenas unidades habitacionais, de 100 a 1.000 habitantes, e para o atendimento de necessidades agrícolas moderadas (FRAIDENRAICH e VILELA, 1999). Outro aspecto muito favorável dessa aplicação, refere-se à possibilidade de armazenamento da água bombeada em vez do armazenamento da eletricidade produzida pelos módulos fotovoltaicos, o que reduz a importância de um grande fator limitante do uso da energia solar para esta finalidade, que é sua variabilidade no tempo e a necessidade de sistemas de armazenamento para tê-la de forma contínua. Os reservatórios de água substituem as baterias elétricas a um custo muito menor (ALVARENGA, 2019).

Portanto, muitos dos sistemas de bombeamento d'água alimentadas por energia solar funcionam quando há radiação solar incidindo nas placas, pois, comumente, não há uso de baterias, assim como, também, não haverá (ou terá redução considerável) bombeamento em períodos nublados ou chuvosos. A quantidade de água bombeada depende também da posição do sol em relação às placas, assim como o quanto de irradiação direta chega até elas, sendo esse o parâmetro de maior influência na vazão de água durante o dia. Quando o dia está claro e sem nuvens, a vazão bombeada é máxima próxima ao meio dia, quando o sol está a pino. O bombeamento na capacidade máxima só ocorre durante alguns poucos momentos do dia, por isso, normalmente, a presença de um reservatório de água com volume adequado é necessária. Também, por isso, que se especifica a capacidade do sistema de bombeamento solar em m<sup>3</sup>/dia (ou litros/dia) e não m<sup>3</sup>/hora (ou litros/hora) como nos sistemas convencionais (ALVARENGA, 2019).

## METODOLOGIA

Para realizar o dimensionamento do sistema para a unidade habitacional selecionada, foram feitas algumas considerações:

- A unidade habitacional é um apartamento de três andares (aprox. 15 m de altura), formado por 12 unidades residenciais, cada uma com quatro habitantes;
- O consumo de água para atividades em áreas comuns (limpeza, regar plantas, banheiros, etc.) corresponde a uma unidade habitacional (mais quatro habitantes);
- Regime de consumo: 24 h/dia;
- Regime de produção máximo: 6 h/dia;
- Consumo *per capita*: 115 l/hab.dia (SNS, 2019);
- Coeficiente do dia de maior consumo  $K1 = 1,2$  (20% a mais do consumo médio);

- O aquífero está localizado a uma profundidade média de 45 metros operando com nível dinâmico de 35 metros de profundidade.
- O reservatório está localizado no telhado da edificação;
- Não há tubulação na horizontal ligando a tubulação do fundo e a tubulação da superfície que liga base do poço até o topo da edificação (localização do reservatório);
- Horizonte de projeto: 20 anos;
- Índice de atendimento: 100%.

Para a determinação da vazão média máxima por dia utilizou-se a Equação 1, segundo Heller e Pádua (2010):

$$Q_{DMC} = Q_{D.MED} \cdot K_1 \cdot P \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

$Q_{DMC}$ : Vazão média do dia de maior consumo;

$Q_{D.MED}$ : Vazão média por habitante;

$K_1$ : variação máxima no consumo;

P: População no ano de interesse de abastecimento.

A partir das características da habitação considerada e pela vazão média de consumo, foram selecionadas três kits de bombas movidas a energia solar vendidas comercialmente. Foi realizado uma comparação entre as três, baseadas na sua vazão média para o ambiente considerado, flexibilidade em diferentes sistemas e custos de implementação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da Equação 1, considerando a vazão média por habitante de 115 l/hab.dia, a variação máxima no consumo de 1,2 e a população da unidade selecionada de 52 habitantes, foi possível determinar a vazão total necessária para abastecer todo o condomínio em 7.176 l/dia ou 7,18 m<sup>3</sup>/dia, no dia de maior consumo.

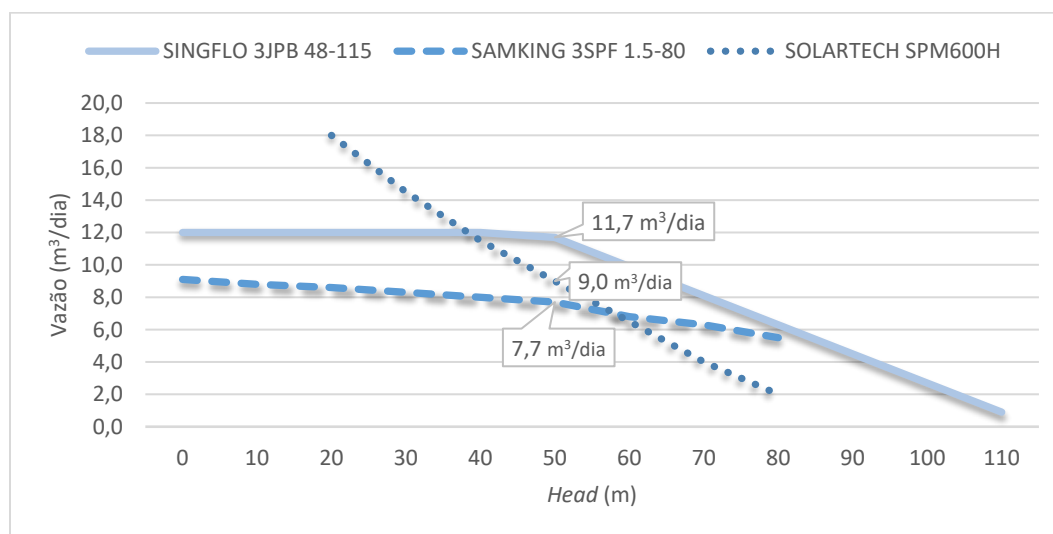
Por ter optado por não adotar baterias para o armazenamento de energia excedente (por elevar bastante o custo do projeto), o sistema somente bombearia água enquanto houvesse irradiação solar suficiente. Assim, necessitamos selecionar um kit que forneça uma vazão diária de água maior do que suficiente para o consumo diário, de forma que essa água excedente ficará armazenada no reservatório elevado, para que seja utilizada no período do dia que não há incidência de raios solares, bem como para aqueles dias que, efetivamente, não tenha geração de energia solar (dias nublados e/ou chuvosos). O reservatório proposto é formado por duas

“caixas d’água” de 15.000 litros ( $15 \text{ m}^3$ ), totalizando 30.000 litros ( $30 \text{ m}^3$ ), pois seria suficiente para fornecer água por até quatro dias, sem necessidade de reabastecimento, para casos onde houvesse uma sequência de dias sem sol, o que é relativamente raro para aquela região.

A partir dos dados de vazão e de altura de elevação (*head*), foram selecionados 3 kits comerciais de bombas operadas por energia solar, diferenciando o fabricante das bombas (*Singlo*, *Samking* e *Solartech*). Foram escolhidas bombas que apresentassem vazões superiores vazão média de consumo ( $7,18 \text{ m}^3/\text{dia}$ ) a uma altura de elevação de 50 metros (somatório do nível dinâmico de operação com a altura de localização do reservatório). A Figura 4 apresenta um gráfico comparativo entre as três bombas selecionadas, relacionando vazão e *head*. Observa-se que a bomba da *Solartech*, apesar de ser a que apresenta a maior vazão máxima, é a que proporciona a menor faixa de operação em relação ao *head*, bem como é a que sofre mais variação com seu aumento. Já a bomba da *Singflo* é a que apresenta a maior faixa operacional, e é menos sensível quanto ao aumento do *head*. Para a altura de bombeio do projeto, a bomba da marca *Samking* apresenta menor vazão diária ( $7,7 \text{ m}^2/\text{dia}$ ), seguida, respectivamente, pela bombas da marca *Solartech* ( $9,0 \text{ m}^2/\text{dia}$ ) e da marca *Singflo* ( $11,7 \text{ m}^2/\text{dia}$ ).

Os painéis fotovoltaicos responsáveis por fornecer energia para a operação das bombas são os mesmos (de 280 Wp), entretando, varia em quantidade. A bomba da *Singflo* necessita de quatro painéis, enquanto a da *Solartech* de três e a da *Samking* apenas de dois painéis. Mais informações sobre os kits selecionados são apresentadas no Quadro 1. Outra informação importante é o prazo de garantia dado pelos fabricantes quanto a defeito de fabricação. A *Singflo* oferece garantia por apenas seis meses, enquanto a *Solartech* e a *Samking* garantem o produto por um e dois anos, respectivamente.

**Figura 4:** Relação de vazão de água e a altura de elevação (*head*) das bombas selecionadas, considerando irradiação solar de 6,0 kWh/m<sup>2</sup>/dia.



Fonte: Adaptado do portal da Neo Solar.

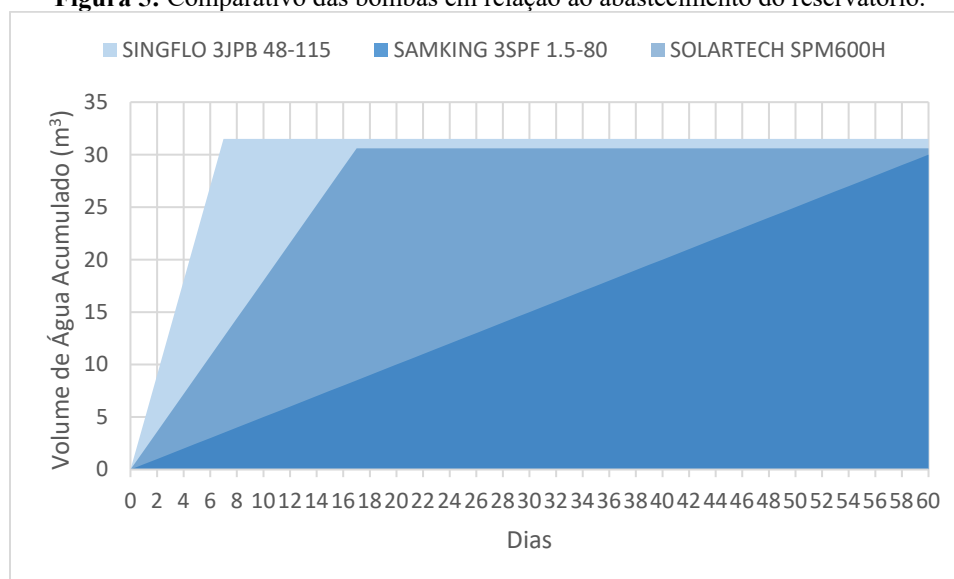
**Quadro 1:** Especificações dos kits de bombas selecionados.

Especificações	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
Marca	Singflo	Samking	Solartech
Modelo	3JPB48-115	3SPF1.5-80	SPM600H
Tipo	Submersa / helicoidal		
Head máximo	115 m	80 m	80 m
Vazão máxima	12 m <sup>3</sup> /dia	9,1 m <sup>3</sup> /dia	18 m <sup>3</sup> /dia
Diâmetro	3,0" (75,0 mm)		
Garantia	6 meses	2 anos	1 ano
Alimentação	4 painéis <i>Upsolar</i> mod. UP-M285P	2 painéis <i>Upsolar</i> mod. UP-M285P	3 painéis <i>Upsolar</i> mod. UP-M285P
Potência máxima	4 x 285 W	2 x 285 W	3 x 285 W

Fonte: Adaptado do portal da Neo Solar.

O volume de água excedente diário será utilizado para abastecer o reservatório, para que seja usada nos dias nublados ou chuvosos (de menor ou nenhuma incidência solar). A bomba da *Samking* terá um excedente de apenas 500 l/dia (0,5 m<sup>3</sup>/dia), portanto, demoraria em torno de 60 dias para encher completamente o reservatório; já a bomba da *Solartech* teria uma vazão extra de 1.800 l/dia (1,8 m<sup>3</sup>/dia), necessitando de aproximadamente 17 dias para o abastecimento completo e; por fim, a bomba da *Singflo* precisaria de apenas 7 dias para a carga completa, pois apresenta vazão excedente de 4.500 l/dia (4,5 m<sup>3</sup>/dia). A Figura 5 ilustra como se daria esse abastecimento com o passar dos dias. Vale salientar que foi considerado um consumo máximo todos os dias (20% a mais que a média) e uma incidência solar nos painéis de 6,0 kWh, sendo que a média anual do município chega a 6,7 kWh. Ou seja, o reservatório provavelmente seria abastecido antes desses prazos.

**Figura 5:** Comparativo das bombas em relação ao abastecimento do reservatório.



Fonte: do autor.

Os custos relativos à implementação do sistema de captação de água por energia fotovoltaica para os três sistemas propostos foi levantado a partir de cotações retiradas do comércio local e cotações *online*, sem considerar o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas). Na Tabela 2 estão apresentadas as estimativas de investimento inicial.

**Tabela 2:** Comparação dos custos de implantação dos sistemas de captação de água propostos.

Descrição	Custos (R\$)		
	Samking	Singflo	Solartech
Kit bomba solar	5.469,00	4.649,00	5.999,00
Estudo geológico	500,00	500,00	500,00
Perfuração de poços até 50 m	6.000,00	6.000,00	6.000,00
Taxas AESA	350,00	350,00	350,00
Suporte para painel fotovoltaico	1.098,00	2.196,00	1.647,00
<b>Total</b>	<b>13.417,00</b>	<b>13.695,00</b>	<b>14.496,00</b>
<b>Total por unidade</b>	<b>1.118,00</b>	<b>1.141,25</b>	<b>1.208,00</b>

Fonte: comércio virtual no ano de 2020.

Verifica-se que os três sistemas apresentam investimentos praticamente iguais, variando em apenas 10% o custo do mais barato e o mais caro. Foi determinado, também, o custo por unidade habitacional, que ficou em torno de R\$ 1.150,00 (média dos três) e que, se dividido para pagar em doze meses, ficaria menor que R\$ 100,00 por parcela (se considerar juros). Não foi considerado o custo do reservatório, posto que já deveria existir na edificação, uma vez que este também é necessário para o sistema convencional de abastecimento de água. Também não foi previsto a realização de tratamento da água, pois o mesmo seria efetivado no sistema operacional. Vale ressaltar que, na captação subterrânea, há possibilidade do tratamento ser simplificado com custos reduzidos.

Dentre os sistemas propostos para esse ambiente selecionado, aquele formado pela bomba da marca *Singflo* é mais indicado, pois seu custo não é destoante dos demais, consegue suprir a demanda diária com sobras suficiente para conseguir abastecer o reservatório proposto em apenas sete dias e, ainda, pode ser implementado em uma maior faixa de vazão e de altura de elevação (*head*). Como desvantagem, está a garantia do sistema por apenas seis meses. O kit da *Solartech* que, apesar de ser a de maior custo, vem logo em seguida. Pois necessitará de apenas sete dias para abastecer o reservatório proposto e apresenta garantia de um ano do equipamento. Se escolher o kit da *Samking*, terá uma maior garantia do equipamento (dois anos), contudo, é aquele que demora mais tempo para abastecer o reservatório proposto (cerca de 60 dias).

## CONCLUSÕES

O sistema formado por uma bomba d'água alimentada por energia solar apresenta-se totalmente viável economicamente e ambientalmente. O custo inicial é aceitável e representa uma ótima opção para abastecimento coletivo proveniente de energia limpa. O sistema mostra-se eficaz por conseguir suprir a demanda diária da população selecionada e, ainda, ter uma margem de reserva que seja armazenada e possa suprir a demanda nos possíveis dias em que não houver incidência de radiação considerável, conseguindo manter, por até quatro dias (ou mais, se o reservatório tiver um volume maior), as necessidades de todo o condomínio. As três marcas dos kits de bomba d'água solar estudadas apresentam vantagens e desvantagens da utilização, porém, todas se mostraram adequadas para a utilização, a depender dos critérios utilizados para a escolha.

## REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Recursos hídricos: volume de açudes – monitoramento. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/>. Acessado em: 22/11/2020.

ALVARENGA, C. A. “Bombeamento de Água com Energia Solar Fotovoltaica”. Solenerg Engenharia e Comércio Ltda. Belo Horizonte / MG. 2019.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Outorga de Direitos de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=0d9d29ec24cc49df89965f05fc5b96b9>. Acessado em: 22/11/2020.

\_\_\_\_\_. Regulação dos recursos hídricos: Painel de Outorgas. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMjY0ZDgxNjAtNDNINS00NGM4LWlxNzgtZDZh>



NmI0MWRhYWFkIiwidCI6ImUwYml0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9. Acessado em: 22/11/2020.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Altas de Energia Elétrica do Brasil: Parte 2 Fontes Renováveis. Brasília. 2008.

FRAIDENRAICH, N.; VILELA, O. C. Avanços em sistemas de abastecimento de água com bombeamento fotovoltaico para comunidades rurais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 4, n. 3, p. 69-81, 1999.

GASTALDI, A. F.; SOUZA, T. M.; MESQUITA, R. P. Geração de energia elétrica com célula solar fotovoltaica para população rural de baixa renda. Centro de Energias Renováveis - UNESP – Guaratinguetá. 2004.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. Abastecimento de água para consumo humano. 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. 418 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/princesa-isabel/pesquisa/10058/60027>. Acessado em: Acessado em 09 de outubro de 2019.

KURITA, T. Você sabe a diferença entre um sistema *On Grid* e *Off Grid*. 2017. Disponível em: <http://enetec.unb.br/blog/on-grid-off-grid/>. Acessado em 09 de outubro de 2019.

NEO SOLAR. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/loja/kit-bomba-solar-solartech-spm600h.html>. Acesso em 16 de setembro de 2019.

NOGUEIRA, C.; NOGUEIRA, H. M.; GARCIA, F. T.; LOPES, L. F. Utilização de sistemas solar e eólico no bombeamento de água para uso na irrigação. Entrevista, v. 15, n. 2, p. 127-135, 2013.

SNS. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO. Ministério de Desenvolvimento Regional. 24º *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos*, 2019.

WEATHER SPARK: O clima de qualquer lugar da Terra durante o ano inteiro. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/>. Acessado em: 22/11/2020.

# CAPÍTULO 8

## POLÍTICAS DE CONVIVÊNCIA NO SEMIÁRIDO A PARTIR DA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Tiago Sandes Costa  
Helyzanne Alves da Silva

### RESUMO

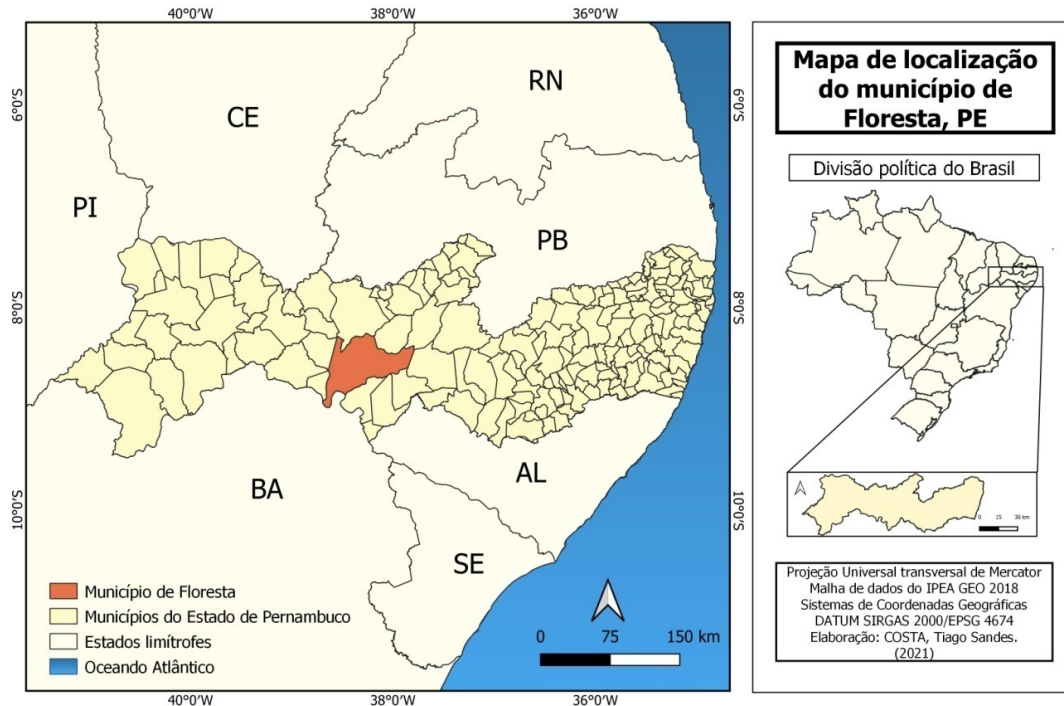
O presente artigo envolve ambientes com alta escassez hídrica, paisagens extremamente degradadas e uma elevada tendência migratória para áreas urbanas. O objetivo desse estudo é trabalhar mecanismos que possam identificar os processos provocados por meio da ação antrópica, bem como, contribuir para a recuperação de áreas degradadas através da conservação do solo e a consequente reconstituição da cobertura vegetal, utilizando a prática mecânica do terraceamento e construção de barragens de contenção de sedimentos, a fim de minimizar os impactos decorrentes do mau uso do solo na sub-bacia do rio Pajeú, município de Floresta-PE. Metodologicamente, a pesquisa possui um caráter qualitativo com uma abordagem empírica dos fenômenos e aspectos que evidenciam os processos decorrentes do manejo do solo. A inserção de políticas públicas, como o Programa de Agricultura Sustentável (PAS) e barragens subterrâneas, foram fundamentais para a emancipação e promoção dos moradores do assentamento Angico, possibilitando assim, o desenvolvimento sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caatinga, Degradação, Sustentabilidade.

### INTRODUÇÃO

O município de Floresta se localiza na mesorregião do São Francisco Pernambucano - microrregião 006 denominada Itaparica, e ocupa, de acordo com Anuário Estatístico de Pernambuco (1994), uma área de 3.690,3 km<sup>2</sup>, com altitude variando de 300 a 1.050m. A sede municipal se situa a 433 km de distância de Recife e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 8036' de latitude sul e 38034' de longitude oeste do meridiano de Greenwich.

**Figura 1:** Localização do município de Floresta.



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Por se localizar na região de domínio fisiográfico do Sertão (Figura 2), a área de caatinga apresenta-se em eminente processo de desertificação onde se verifica o antropismo como fator condicionante na abertura da cobertura vegetal nativa acarretando uma vasta degradação ao meio ambiente. O aprofundamento deste estudo será de vital importância para compreendermos os fatores que possam identificar práticas e métodos que levou a degradação ambiental, os problemas gerados e quais possíveis soluções a partir da experiência vivenciada no assentamento angico do Pajeú.

**Figura 2:** Regiões fisiográficas do Estado de Pernambuco.



**Fonte:** Relatório de situação de recursos hídricos do Estado de Pernambuco, 2020.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o município apresenta baixa densidade demográfica, em relação ao Estado, e forte tendência à urbanização (taxa de 59%). A relação população rural/população total apresentou decréscimo ao longo do período 1970/1990, com tendência semelhante para os dados globais do Estado de Pernambuco, o que indica esvaziamento considerável no meio rural. Essa transferência de recursos humanos do meio rural para as zonas urbanas é fato preocupante e carente de soluções alternativas, o que requer atenção especial e urgente do Poder Público, no sentido de amenizar essa situação. De acordo com Resende et al. (1993), a melhoria das condições de vida no meio rural é essencial para uma certa estabilização na migração campo-cidade.

Portanto, o desenvolvimento deste estudo é imprescindível na identificação de processos intempéricos, provocados por meio da ação antrópica, contribuir para recuperação de áreas degradadas através da recuperação e conservação do solo e, conseqüentemente, a reconstituição da cobertura vegetal, utilizando a prática mecânica do terraceamento e construção de barragens de contenção de sedimentos, a fim de minimizar os impactos decorrentes do mau uso do solo, que acarreta assoreamentos na sub-bacia do rio Pajeú no município de Floresta, Pernambuco.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O levantamento de questões de interesse social, relacionando diretamente ao bioma Caatinga e aos problemas gerados a partir da atuação humana, leva-nos a projetar a pesquisa aplicada como fonte inicial de estudo visando à adequação dos paradigmas preexistentes na sociedade contemporânea.

Sendo o meio uma ferramenta de trabalho, foi realizada uma abordagem qualitativa em busca de compreender a dinâmica territorial empreendida nas questões voltadas para a redefinição espacial do município de Floresta, PE.

Devido à complexidade envolvendo os diversos fatores sociais em questão, utilizou-se a observação como parâmetro de investigação social e ambiental, na perspectiva de melhor compreensão dos agentes que produzem o espaço em estudo. O embasamento do referido estudo permeia a intensa convivência entre homem/natureza na perspectiva de observar e analisar pontos que definam parâmetros de manejo sustentável.

Constituído o *corpus* para as análises, foram observados e analisados: a) mecanismos alternativos de vivência; e b) eminência de problemas ambientais.

Sendo essa uma pesquisa participante, a técnica a ser empreendida ao presente trabalho visa levantar dados através de uma investigação teórica por meio de pesquisas bibliográficas e documentais além da interação pesquisador-objeto de estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As relações estabelecidas entre a inserção do homem no meio ambiente vinculado a um processo ininterrupto de expansão pelos métodos capitalistas irão permear um levante em torno dos impactos ambientais provocados a partir de uma dinâmica seletiva e contínua do processo de devastação ambiental em curso. Pode-se definir por impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população”. (SPADOTTO, 2002, p. 74).

Tendo em vista a importância do tema para a garantia da qualidade de vida e disponibilidade hídrica na macrorregião do sertão pernambucano, que a problemática que envolve o bioma caatinga foi trazido à tona para uma discussão sobre os impactos causados pelo ponto de vista errôneo de exploração. Os mecanismos de avaliação de impactos no meio natural são meios imprescindíveis para o monitoramento a partir de informações que definem o nível, por exemplo, de compactação do solo e o mapeamento de áreas desertificadas. Spadotto (2002) caracteriza os métodos avaliativos como “instrumentos utilizados para coletar, analisar, avaliar, comparar e organizar informações qualitativas e quantitativas sobre os impactos ambientais originados de uma determinada atividade modificadora do meio ambiente” (SPADOTTO, 2002, p. 2)

Portanto, à medida que se programe políticas públicas que possibilitem uma interação entre o homem e o meio possibilitando a manutenção do campesinato no campo, com a prerrogativa do manejo sustentável, abrirá um leque de oportunidades na vida do sertanejo com qualidade de vida e acessibilidade, continuidade sociocultural e a segurança alimentar. Moreira (1985) vem afirmar que

a avaliação de impactos ambientais é um instrumento de política ambiental, formado por um conjunto de procedimentos, capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas. (MOREIRA, 1985, p.34)

A análise posta visa priorizar o equilíbrio dos ecossistemas a partir de metas e ações estabelecidas, garantindo assim, o acesso aos recursos naturais sem previamente condicioná-lo, em seu transcurso, áreas devastadas. Neste contexto, afirma-se veementemente a necessidade e incondicionalidade de termos um termo de referência baseada na avaliação estrutural e com

base científica, onde se possa ter um embasamento sobre as reações adversas ao interferir no rompimento do ciclo natural que envolve cada ecossistema.

Sabemos que o aumento de áreas impactadas, no campo, não reduziria pela simples perda da população rural. Oposto a isso, vemos o aumento dessas regiões visivelmente agredidas onde a baixa densidade demográfica é mais explícita, conforme “grandes projetos agropecuários” (PAVIANI, 1989, p. 66).

O uso indiscriminado do solo como fonte inesgotável de recursos está evidenciando um índice alarmante no surgimento de áreas em processo de desertificação no nordeste brasileiro. Este problema não é só característico do bioma Caatinga, na região sul do Brasil esse também é um fator preponderante no contexto paisagístico que afeta milhares de pessoas e descaracteriza diversos habitats. Isso nos remete que essa mudança da paisagem não está ligada ao surgimento de um novo bioma. Ao descrever a imagem imposta pela atuação humana no ambiente, podemos perceber a dimensão das mudanças do espaço geográfico. Monteiro (2000) já definia o contexto da paisagem geográfica como:

Entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultando da interação dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre eles, que organizam um todo complexo (sistema) verdadeiro conjuntos solidário e único, em perpétua evolução. (MONTEIRO, 1974 apud MONTEIRO, 2000 p. 39)

Com esse espaço consumido, se evidencia a percepção dos espaços de forma total ou parcial como suscetíveis a processos erosivos. A erosão do solo está no centro dos problemas do diagnóstico ambiental na área rural, onde as causas e os efeitos da erosão se correlacionam resultando numa série de desequilíbrios, tais como: redução da produtividade e da renda dos produtores, aumento do custo de produção, aumento do custo dos alimentos para as populações urbanas, redução da demanda de mão de obra no meio rural, êxodo rural e aumento dos custos indiretos (crédito, pesquisa, extensão, etc.) (PEREIRA 1994, p. 21).

A abertura da cobertura vegetal originária tem proporcionado o desprovimento da proteção do solo que, conseqüentemente, sofrerá desgastes resultantes do destacamento e carreamento de sedimentos, com possibilidade para a ocorrência de erosões lineares como sulcos, ravinas e voçorocas. A figura 2 e 3 representa a utilização da prática mecânica do terraceamento e construção de barragens de contenção de sedimentos e enxurradas, respectivamente, assumindo uma tendência de mitigação dos impactos decorrentes do mau uso

do solo, que pode desencadear o assoreamento de cursos fluviais na microrregião do lago de Itaparica, mais precisamente no município de Floresta, Pernambuco.

**Figura 3:** Barragem de contenção de sedimentos.



Fonte: Autoria própria, 2021.

**Figura 4:** Barragem de contenção de sedimentos.



Fonte: Autoria própria, 2021.

O processo de erosão do solo é constituído de três fases: a desagregação, que se inicia pela ação das gotas da chuva e pela ação do escoamento superficial (enxurrada); o transporte, que ocorre pela ação da enxurrada; e a deposição do material erodido, que ocorre quando a carga de sedimentos excede a capacidade de transporte da enxurrada (ELLISON 1947). Chuvas

altamente erosivas são definidas como chuvas de alta intensidade que ocorrem em curtos intervalos de tempo, pois, quanto maior a intensidade, maior a energia cinética das gotas da chuva transferida à superfície do solo, menor a proporção de água infiltrada e maiores enxurradas (ELTZ et al. 1992). Por outro lado, chuvas de pequena duração causam pouca erosão por não proporcionarem o aparecimento de enxurradas, porém aliadas a altas frequências, representam risco de erosão pela redução da capacidade de retenção e da taxa de infiltração da água (TRUMAM; BRADFORD, 1990). Mais que a duração, o que influencia a ativação de fortes erosões é a intensidade da chuva.

Entretanto, a ação humana interfere de forma eminente no processo de urbanização vigente. Portanto, é importante a participação da comunidade na recuperação da Caatinga como forma de poder explorá-la de forma sustentável. No debate teórico, os olhares estão focados na alteração do código florestal brasileiro, que recentemente foi aprovado pela câmara que altera pontos vitais na legislação. O grande retrocesso foi a manutenção no texto original da redução de 30 metros para 15 metros da Área de Proteção Ambiental (APA) na beira de rios entre 5 metros e 10 metros de largura.

As Áreas de Proteção Ambiental são unidades de manejo sustentável nas quais se procura conciliar a preservação da diversidade biológica e dos recursos naturais com o uso sustentável de parte dos recursos, mantendo-se tanto a propriedade privada da terra quanto a jurisdição municipal sobre elas. (CAMARGO 1991, pp.104-107).

Essa questão possibilita uma inserção maior das madeireiras na exploração de sua matéria prima, como também, fragilizam nascentes e rios em seu entorno. O avanço do desmatamento capitaneado pelos latifundiários, representados no congresso pela União “Democrática” Ruralista, em suas longínquas propriedades, fruto de um capital massivo e voraz, retrai a indexação de uma política socioeconômico e ambiental capaz de colocar em prática modelos sustentáveis de exploração dos recursos naturais.

No sertão pernambucano, convênios entre o Banco do Brasil, o sindicato rural e o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) proporcionam aos assentados o desenvolvimento da prática de agricultura sustentável por meio do Programa da Agricultura Integrada e Sustentável (PAIS). Com baixo custo, se tratando de pequenas unidades, tem-se como base um sistema circular em que no centro, temos um espaço para criação de animais de pequeno porte, no caso, galinhas caipiras. O esterco produzido pelos animais é utilizado como adubo orgânico na horta e os ovos são destinados à alimentação e comercialização. Os canteiros são preparados no entorno do galinheiro onde é analisado o potencial produtivo de cada unidade baseado nas potencialidades da região. A figura 4 e 5 retrata esse panorama.



**Figura 5:** Espaço para criação de galinhas caipiras.



Fonte: A autoria própria, 2021.

**Figura 6:** Horta.



Fonte: A autoria própria, 2021.

Este contexto nos conduz a materializar uma plataforma que possa viabilizar a prática do desenvolvimento sustentável por meio de uma legislação que possa coibir a prática exacerbada de exploração em nosso território. A gestão ambiental é imprescindível para que essa práxis esteja em equilíbrio, no tocante ao modo de desenvolvimento.

Outro ponto extremamente importante é o riacho do Angico, onde podem ser construídas as barragens subterrâneas (IPLANCE, 1997), garantindo assim, o acesso à água pela comunidade. A figura a seguir é uma reprodução esquemática.

**Figura 7:** Desenho esquemático e detalhe da construção de uma barragem subterrânea no Modelo Costa e Melo.



Fonte: Cirilo; Costa (2003).

Essas barragens foram construídas no leito do riacho do Angico e a partir delas houve perfurações de poços (Poço Amazonas) que lhes garantem segurança hídrica para o consumo e cultivo de feijão, hortifrúti e piscicultura.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como se trata de um tema bastante discutido e problemático deve-se focar a sua importância na perspectiva de erradicar suscetíveis desastres ao longo do tempo. O tema “sustentabilidade” está sendo foco das atenções em todo o mundo, provocando preocupações com o que pode acontecer nos próximos anos. Por isso, é fundamental desenvolver um trabalho aprofundado e saber quais as razões, sejam ambientais ou funcionais, para conhecer e de alguma forma colaborar com a difusão das ideias e discussões que possam levar a repensar os métodos empregados no uso dos recursos naturais.

Contextualizando todos os aspectos relevantes no trabalho desenvolvido, é importante salientar a expressiva relevância em implementar estudos de caráter econômico, social, cultural e ambiental, traçando caminhos que possam, em um futuro não tão distante, despertar a sociedade para os resultados catastróficos que até mesmo as pequenas agressões podem causar.

O estudo de ambientes degradados e em processos de desertificação, como no caso do assentamento Angico do Pajeú, no município de Floresta, por meio de uma leitura sistêmica, da aplicação dos diversos paradigmas, é um desafio imensurável na busca de novos ideais e realização científica.

É importante ponderar alguns pontos fundamentais nessa discussão atrelando a problemática produtiva a essa vertente, frente aos desafios sobre o processo de urbanização. A consistência desse debate irá propor uma ordem sustentável em que a urbanização, a distribuição populacional, o crescimento econômico e o planejamento serão focos de uma crescente corrente em torno de uma proposta de equilíbrio dentre os fatores expostos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos servidores do IPA e do *campus* Floresta que compartilharam importantes dados para a redação deste artigo.

## REFERÊNCIAS

CAMARGO, R. S. Regulamentação da APA Corumbataí-SP. In TAUK, S. M.; GOBBI, N.; FOWLER, H. G. (org). *Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar*. São Paulo: Editora Unesp, p.104-107, 1991.

CIRILO, J. A., COSTA, W. D. **Barragem Subterrânea**: Experiência em Pernambuco, IX Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva, **Anais**. Petrolina - PE, 1999.

ELLISON, W. D. Soil erosion studies. Part II. Soil detachment hazard by raindrop splash. **Agricultural Engineering**, v.28, p.145-147. 1947.

ELTZ, F.L.F.; REICHERT, J.M.; CASSOL, E.A. Período de retorno de chuvas em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, n.2, p.265-269, 1992.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISA E INFORMAÇÃO DO CEARÁ – IPLANCE. **ATLAS DO CEARÁ**. FORTALEZ, 65 p, 1997

MONTEIRO, C. A. F. **Análise rítmica em climatologia**. **Climatologia**, nº 1, São Paulo, IGEOUSP, 1971.

\_\_\_\_\_. - **Geossistemas: a história de uma procura** – São Paulo: Contexto, 2000.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de impacto ambiental**. Rio de Janeiro: FEEMA, 1985. 34p.

PEREIRA, V. P., **Solos altamente suscetíveis à erosão**. Jaboticabal, FCAV – UNESP/SBCS. 253p, 1994.

PIVIANI, A. **Reorganização regional e a interdisciplinaridade**: desafio para os anos 90. **GEOSUL** 1989; 4 ed: p. 17-29.

SPADOTTO, C.A. **Classificação de Impacto Ambiental**. Comitê de Meio Ambiente, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. 2002. [online] Disponível: <http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas/> Acessado em 03/05/2019.

TRUMAN, C.C.; BRADFORD, J.M. Effects of antecedent soil moisture on splash detachment under simulated rainfall. **Soil Science**, v.150, n.5, p.787-798, 1990.

# CAPÍTULO 9

## MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO MEIO AMBIENTE

Ana Clara Silva de Souza  
Isabelly Cristine Martins dos Santos  
Ana Ecídia de Araújo Brito  
Joze Melisa Nunes de Freitas  
Luma Castro de Souza  
Glauco André Nogueira  
Cândido Ferreira de Oliveira Neto  
Ricardo Shigueru Okumura

### RESUMO

O descarte inadequado de efluentes domésticos e industriais tem contribuído de forma significativa para o aumento da poluição dos corpos hídricos. Este capítulo retrata de forma clara, acessível e objetiva a revisão de literatura sobre as espécies de macrófitas aquáticas desmistificando o conceito que essas espécies apenas prejudicam o meio ambiente, impedindo a penetração eficiente de luz solar. Retratando aspectos benéficos como a utilização dessas plantas na fitorremediação de metais pesados e bioindicadoras de qualidade da água. Devido ao seu valor nutricional e elevada produção de biomassa podendo ainda ser aproveitada como fertilizantes de água e insumo na fabricação de rações para dieta animal. Os impactos gerados pelo lançamento de efluentes que não são tratados nos corpos hídricos causam conseqüências irreparáveis. É notório que medidas devem ser tomadas para que esse quadro se resolva e que futuramente as macrófitas venham a ser grandes auxiliadoras em processos de recuperação da qualidade da água, em rações ou fertilizantes naturais, cooperando assim com o ecossistema. Para que isso aconteça pesquisadores devem se atentar para o tema e buscar sanar dúvidas que até hoje ainda não foram esclarecidas sobre o uso das macrófitas aquáticas.

**PALAVRA-CHAVE:** Fitorremediação, indicador, biomassa.

### INTRODUÇÃO

Este capítulo trata-se de uma revisão de literatura sobre as espécies de macrófitas aquáticas no meio ambiente a fim de sanar algumas dúvidas sobre como essas plantas podem atuar no lugar onde habitam de maneira benéfica, desmistificando o conceito que essas espécies apenas prejudicam o meio ambiente. As macrófitas aquáticas podem servir como fitorremediadoras de metais pesados, como bioindicadoras de qualidade da água e aproveitando seu valor nutricional podem atuar como fertilizantes de água e insumo na fabricação de rações para dieta animal.

Esta obra contribuirá para todos os interessados nesta temática, desde profissionais de empresas de controle de qualidade da água, gestores públicos, acadêmicos de universidades,

pesquisadores etc. Sendo uma obra de fácil leitura, acessível e recomendada a todos, aumentando assim, seus conhecimentos sobre o assunto.

O rápido desenvolvimento industrial e agropecuário tem contribuído de forma significativa para o aumento da poluição dos corpos hídricos por meio do descarte inadequado de efluentes domésticos e industriais além de resíduos sólidos (SANTOS 2020). Segundo Xavier (2021), ambientes com ação antrópica com exploração e descarte incorreto de resíduos, enriquecem os corpos d'água de nutrientes; outro fator é o aumento ou a baixa disponibilidade de luz podendo favorecer o crescimento das macrófitas.

São várias as terminologias utilizadas para descrever os vegetais observados no ambiente aquático, tais como hidrófitas, helófitas, euhidrófitas, limnófitos, plantas aquáticas, macrófitas, macrófitos aquáticos, entre outros (ESTEVES, 2011).

Em excesso as macrófitas podem trazer prejuízos aos corpos hídricos, dado que em grandes quantidades impedem a penetração eficiente de luz solar no ambiente aquático (HEGEL 2016).

Os diferentes papéis ecológicos que elas exercem, tais como a importância na ciclagem de nutrientes (LU, 2018), na manutenção da funcionalidade de ambientes alagados (AGNIESZKA, 2018) e rios (TENA, 2017) e servindo como nicho para abrigo e fonte alimentar de peixes (SUN, 2018). Também são objetos de pesquisa, temas que abordam as estratégias e taxas de captação de carbono pelas macrófitas (YIN, 2017) e função no ciclo de nutrientes em ambiente aquático (PANG, 2016).

De acordo com Thomaz (2010) as macrófitas devido a sua elevada produção de biomassa tem sido utilizada como um importante recurso nutritivo para os organismos aquáticos, transferindo matéria orgânica viva e morta para os ecossistemas aquáticos.

Com o crescimento das cidades e das indústrias vem crescendo de forma significativa a produção de lixo para o meio ambiente, destacando o descarte inadequado dos resíduos tóxicos. Por essa razão, cada vez mais pesquisas buscam identificar as formas de contribuição das macrófitas aquáticas na sustentabilidade ambiental atuando como fitorremediadoras de ambientes contaminados por metais pesados, bioindicadoras de qualidade de água e fertilizantes, entre outros benefícios.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Macrófitas aquáticas como fitorremediadora

O excesso de metal pode afetar o crescimento, as atividades fotossintéticas e a alteração no período reprodutivo (MOTA E SANTANA, 2016). A fitorremediação (fito= plantar e *remediar*= corrigir) é um método que utiliza plantas para remediar, mitigar, extrair os mais variados poluentes do solo e da água, a um nível seguro para o ser humano (TAVARES, 2009), consistindo no uso de vegetais para a recuperação ambiental. Caso o processo envolver a absorção dos poluentes da água e translocação para a parte aérea a remoção desses contaminantes pode ser realizada através da colheita das plantas, podendo ser utilizadas para fins não alimentares (GOMES et al., 2016).

Grande parte das macrófitas aquáticas acumulam cátions metálicos especialmente no sistema radicular. Algumas macrófitas possuem elevada taxa de absorção de metais pesados devido a formação de quelatos e armazenamento nos vacúolos. Segundo Rodrigues (2016) a alfaca d'água possui capacidade de remoção dos metais pesados zinco e cádmio de soluções contaminadas, proporcional ao tempo de cultivo dessa planta e aos níveis de contaminação da solução.

Dependendo do grupo dos contaminantes existem mecanismos que as plantas utilizam para remediar compostos tóxicos como, por exemplo: fitoacumulação, fitoestabilização, fitoextração, fitodegradação, fitoestimulação, fitovolatilização e rizofiltração (DARMACO, 2016). Tais mecanismos são complexos e distintos entre si, dessa maneira torna-se necessário aprofundar os conceitos a respeito de cada um deles.

Nos trechos a seguir, serão destacados como cada processo ocorre dentro, ou fora, da planta. Podemos dividir estes mecanismos entre diretos e indiretos, onde os mecanismos diretos são absorvidos ou metabolizados na própria planta. Já na forma indireta, as plantas extraem estes poluentes das águas subterrâneas ou mesmo tornando favorável a propagação de microrganismos que degradam o poluente (TAVARES, 2009).

Como nos diz Coelho et al., (2016): fitoextração, fitoacumulação, fitovolatilização, fitotransformação e fitodegradação são mecanismos diretos enquanto que fitoestabilização e fitoestimulação são mecanismos indiretos.

Para a fitoacumulação nota-se que o que ocorre é de fato uma acumulação do poluente em todas as partes da planta, incluindo a parte aérea e raízes, ou seja, por toda sua biomassa. A

fitoacumulação ocorre quando o contaminante capturado é translocado para raízes, caules, folhas e outras partes onde resultará em acumulação na planta (ITRC, 2001).

O processo observado na fitoestabilização a planta atua com mecanismos de imobilização do contaminante no ambiente, diminuindo a biodisponibilidade deste através da lignificação ou humificação dos poluentes nos tecidos da planta. Tendo como desvantagem que o poluente permanece no local, sendo necessária a prevenção da liberação destes contaminantes no solo ou na água (TAVARES, 2009).

Quanto a fitoextração neste tipo de mecanismo de fitorremediação observamos que o ocorre dentro não se trata de uma metabolização do poluente, mas sim de um processo de armazenamento do mesmo nos tecidos vegetais superiores (caules e folhas), consistindo na extração da planta (DEMARCO, 2016).

De acordo com Andrade (2007), a fitoextração é usada para a remediação de metais através de espécies que podem acumular mais de 1000 mg.kg<sup>-1</sup> de metais pesados em sua parte superior, que são as chamadas hiperacumuladoras, tais como a *Brassica juncea* (Mostarda Indiana).

Já a fitodegradação se trata de um mecanismo direto, nota-se uma verdadeira metabolização dos poluentes no interior da planta, sem interferência de outros organismos. De acordo com Barreto (2011), *Salix chrysocoma* e *populusnigra* são algumas macrófitas que realizam este tipo de fitorremediação.

Para Coelho (2016), a fitoestimulação é um processo onde a planta é estimulada através de exsudatos radiculares ou fornecimento de tecidos vegetais como uma fonte de energia, para a degradação microbiana dos poluentes. Como se trata de um mecanismo indireto, a biodegradação é realizada externamente à planta através geração de condições favoráveis para a propagação de microrganismos.

A respeito da fitovolatilização, os poluentes são volatilizados após serem absorvidos pelas plantas. O poluente pode ser volatilizado na forma comum ou transformado. Devendo ser utilizado com cautela, pois gases voláteis de alguns metais como mercúrio ou selênio podem ser perigosos em suas formas naturais (ANDRADE, et al., 2007). Para fitorremediação em ambientes aquáticos, temos a rizofiltração, onde a acumulação e absorção dos metais ocorrem nas raízes das plantas (ANDRADE, op. cit).

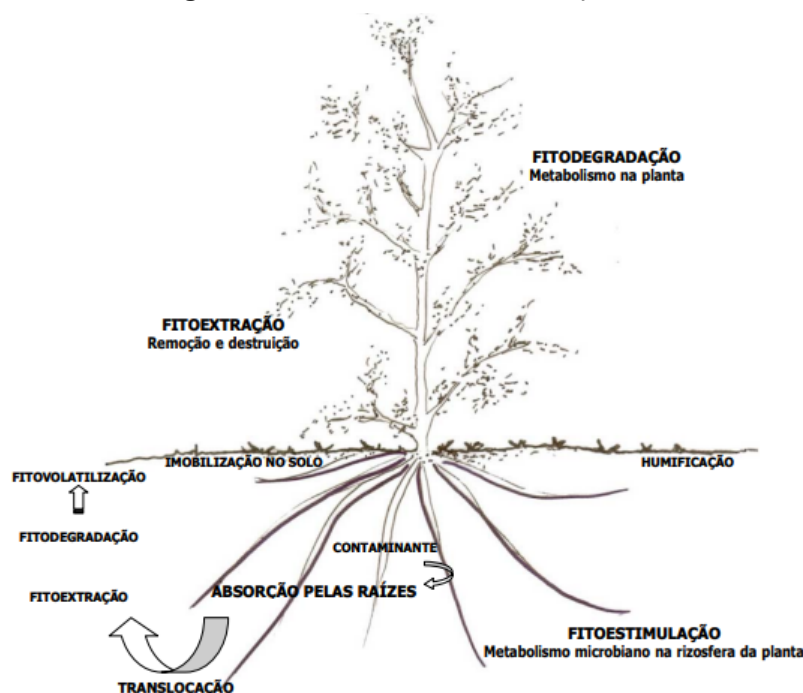
Segundo Tavares (2009) as discussões acadêmicas acerca dos melhores mecanismos de fitorremediação são importantes, devido alguns pesquisadores acreditam que as plantas mais



indicadas sejam aquelas que acumulam os poluentes apenas em suas raízes e outros acreditam que o processo de transporte do poluente até a parte aérea da planta, melhoraria a eficiência de todo o processo (TAVARES, 2009).

Na Figura 1 abaixo, temos um esquemático interessante sobre os diversos mecanismos de fitorremediação que ocorrem em uma planta:

**Figura 1:** Mecanismos de fitorremediação.



Fonte: Andrade (2007).

## MACRÓFITAS AQUÁTICAS COMO BIOINDICADORAS

As sociedades convivem cotidianamente com diversas problemáticas ambientais, sejam de grandes ou pequenas proporções, como o descarte de lixo domiciliar, despejo de efluentes em corpos d'água, ocasionando processos danosos ao ambiente (BARBOSA, 2014).

De acordo com o art.3º da resolução nº430/11 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) o efluente só estará apto para o despejo em corpos hídricos após o tratamento adequado (BRASIL, 2011). Segundo Santino (2011), as macrófitas aquáticas desempenham função na manutenção e equilíbrio da qualidade da água devido a sua capacidade de absorver nutrientes e outros elementos.

Porém só são classificadas como bioindicadoras aquelas que se desenvolvem em ambientes onde há substâncias contendo poluentes específicos (PÔMPEO, 2008; RODRIGUES, 2011). Dessa forma diversos estudos têm sido publicados sobre os diferentes

papéis ecológicos que as macrófitas aquáticas exercem tais como, a importância na ciclagem de nutrientes, na manutenção da funcionalidade de ambientes alagados e rios, servindo como abrigo e fonte alimentar de peixes (LU, 2018).

Nem todas as macrófitas possuem mecanismos que conferem características para serem bioindicadoras ou fitorremediadoras ou ainda não foram identificadas (HEGEL 2016). Em um estudo com *Vetiveria zizanioides*, Almeida (2011) avaliou o potencial da espécie na fitorremediação dos metais pesados, como Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cromo (Cr), Níquel (Ni) e Zinco (Zn), presentes na água. Segundo a autora, o vetiver é uma espécie promissora para os programas de fitorremediação, podendo ser aplicado no tratamento de efluentes.

### **VALOR NUTRITIVO DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS**

O Brasil por possuir um clima tropical, apresenta uma diversidade de macrófitas aquáticas em diferentes regiões do país, podendo utilizar seu valor nutritivo por ter como principal função as absorções dos nutrientes contidos no solo ou na superfície das águas (ESTEVES, 2016). Tais espécies apresentam fatores relevantes, podendo atuar como possível alimento, na ração para peixes e em natura para ruminantes (XAVIER, 2021).

Na piscicultura, as macrófitas aquáticas podem proporcionar o aumento de organismos para a cadeia alimentar dos peixes sendo utilizada como fonte de proteína ou fertilizantes na água (PROENÇA, 2019). Existe a demanda de avaliar rações potencialmente nutritivas e adicioná-las na alimentação dos peixes substituindo alguns ingredientes devido a escassez e da alta nos custos dos insumos tradicionais, tornando-se um insumo de alto nível para a fabricação de rações equilibradas na dieta desses animais, suprimindo dessa forma a falta de nutrientes específico em seus organismos.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo de revisão possibilitou entender como as macrófitas aquáticas atuam no meio onde se inserem, sua atuação como fitorremediadoras de metais pesados, bioindicadoras da qualidade da água, sua eficiência no tratamento de efluentes além do valor nutritivo para alguns organismos. Atingindo desta forma, as compreensões dessa realidade definiram-se dois aspectos fundamentais de análises, de forma que se compreenda a forma como as macrófitas podem ser usadas de maneira benéfica contribuindo para a sustentabilidade do meio ambiente, citando algumas formas de atuação como as macrófitas podem ser usadas como fitorremediadoras de ambientes contaminados por metais pesados, como bioindicadoras de qualidade da água, na alimentação animal, fertilização, dentre outras possibilidades.

Nesse sentido, é notório que as macrófitas desempenham um papel fundamental nos ecossistemas aquáticos e nos organismos ali presentes, por esse fato é importante destacar que mesmo com os atributos negativos pelo excesso dessas plantas é possível tirar grande proveito dessa espécie utilizada para sustentabilidade ambiental.

## REFERÊNCIAS

AGNIESZKA, L; KRZYSZTO, F. On the use of macrophytes to maintain functionality of overgrown lowland lakes. **Ecological Engineering**. 113. 52-60. 2018.

ALMEIDA, E. A. P. **Avaliação do potencial da espécie Vetiveria Zizanioides na fitorremediação de metais-traço presentes em ambientes aquáticos**. 2011. 92 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ANDRADE, J. C. da M. E; TAVARES, S. R. de L.; MAHLER, C. F. Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental, São Paulo, **Oficina de Textos**, 2007, 176 p.

BARBOSA, G. L. **Educação ambiental: conceitos e práticas na gestão ambiental pública**. Rio de Janeiro: INEA 2014.

BARRETO, A. B. **A seleção de macrófitas aquáticas com potencial para remoção de metais-traço em fitorremediação**. 2011. 99 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430/2011, 13 de maio de 2011. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente**, 2011.

COELHO, J. G. S.et al.**Fitorremediação na recuperação de áreas degradadas e combate à desertificação: estado da arte**. I Congresso Internacional das Ciências Agrárias - COINTER, 2016.

DEMARCO, C. F.et al. **Seleção de macrófitas aquáticas com potencial de fitorremediação no Arroio Santa Bárbara**, município de Pelotas/RS. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

ESTEVES, F. de A.(Org.) **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciencia, 2011. 826 p.

GOMES, M. A. da C.et al. Metal phytoremediation: General strategies, genetically modified plants and applications in metal nanoparticle contamination. **Ecotox. and Environ. Safe.**, v. 134, Parte 1, p. 133-147, 2016.

SUN J et al. The influence of hydrological and land use indicators on macrophyte richness in lakes – A comparison of catchment and landscape buffers across multiple scales. **Ecological Indicators**, 28, 227-239, 2018.

HEGEL, C. G. Z; MELO E. F. R. Q. Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água dos arroios da rppn maragato. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá-PR, v. 9. n. 3, p. 673-693, jul/set 2016.

ITRC, Interstate Technology & Regulatory Council. **Phytotechnology Technical and Regulatory Guidance Document**. 2001. 123 p.

LU, J; BUNN, S; BURFORD, M. Nutrient release and uptake by littoral macrophytes during water level fluctuations. **Science of The Total Environment**, 622–623: 29-40, 2017.

MARTINS, A. B. de C; ROCHA, J. P. R; SANTANA, C. G. de. Análise dos impactos causados pelo lançamento de efluentes domésticos não tratados e sua relação com a capacidade de autodepuração de um corpo hídrico. **Revista CEDS**, Nº 9, ago/dez 2018.

MOTA, F. A. C; SANTANA, G. P. Revista on-line. Plantas e metais potencialmente tóxicos – estudos de fitorremediação no Brasil. **Scientia Amazonia**, v.5, n.1, p.22-36, 2016.

PANG, Set al.Characterization of bacterial community in biofilm and sediments of wetlands dominated by aquatic macrophytes. **Ecological Engineering**, 97, 242-250, 2016.

POMPÊO, M. Monitoramento e Manejo de Macrófitas Aquáticas. **Oecologia brasiliensis**, v. 12, n.3, p. 406-424, 2008.

PROENÇA, M. A. **Macrófitas aquáticas como ingrediente para suplementação de ração de peixe e de alimento vivo (cladóceros) na piscicultura sustentável de pequena escala**. 2019. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

RODRIGUES, A. C. D. **Potencial da Alface-d’água (Pistia stratiotes) para Descontaminação de Águas Contaminadas por Zn e Cd**. 2016. Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação Agropecuária, p. 21-108, 2016.

RODRIGUES, M. E. F. **Levantamento florístico e distribuição de macrófitas aquáticas na Represa Guarapiranga**, São Paulo, Brasil. 2011. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTINO, M. B. da C. **Colonização de macrófitas aquáticas em ambientes lênticos** [Monografia]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos- UFSCar, 2011.

SANTOS, G. B. dos. Bioquímica Ambiental: As macrófitas aquáticas como fitorremediadoras e bioindicadoras de poluentes. **Revista Macambira**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. e042004, 2020.

TAVARES, S. R. de L.et al. **Fitorremediação em solo e água de áreas contaminadas por metais pesados provenientes da disposição de resíduos perigosos**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2009.

TENA, A. et al.Spatial and temporal dynamics of macrophyte cover in a large regulated river. **Journal of Environmental Management**, 202, 379-391, 2017.

THOMAZ, S. M; CUNHA E. R. The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n.2, p. 2010.

XAVIER, J. de O. et al. Macrófitas aquáticas: Caracterização e importância em reservatórios hidrelétricos. **Companhia Energética de Minas Gerais-Cemig**, Minas Gerais. Ed. Pág 11 á 49.

YIN, L. et al. Photosynthetic inorganic carbon acquisition in 30 freshwater macrophytes. **Aquatic Botany**, 140, 48-54, 2017.

# CAPÍTULO 10

## ETNOENTOMOLOGIA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

**Enio Pedro Mesquita Souza**  
**Claudeise Oliveira são Leão**  
**Luiza Oliveira Souza**  
**Mancini Lopes de Alencar**  
**Rafael Oliveira dos Santos**  
**Danieli Cristina da Rocha e Silva**  
**Carlos Alberto Batista Santos**

### RESUMO

A fauna silvestre é um recurso natural de extrema importância para as Comunidades Tradicionais sendo para muitas famílias a única fonte de proteína na alimentação. Para além do suprimento alimentar/energético, os animais fazem parte da cultura dos povos desde a antiguidade, sendo retratados na arte rupestre através de símbolos que representam a caça e rituais mágicos religiosos. Atualmente os animais são explorados economicamente na alimentação, na indústria têxtil e farmacológica, permanecendo como fonte de alimento, em torno dos quais se registram tabus, simbologias e são criados mitos, lendas e histórias, conhecimento este repassado através da oralidade que vem sendo sistematizado continuamente por pesquisadores de todo o mundo. Este texto apresenta uma revisão bibliográfica sistemática com o objetivo de demonstrar o status atual das pesquisas envolvendo os diversos usos dos insetos pelas sociedades humanas. Foram selecionados 13 artigos relacionados, sendo citadas 09 espécies de insetos utilizadas de diversas formas pelos seres humanos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Entomofauna, Uso de fauna, Conservação de fauna, Cultura e Conservação.

### INTRODUÇÃO

Animal, Animália ou Metazoa é um reino biológico cujos representantes são capazes de responderem ao ambiente que os envolve, desenvolvendo características similares. São heterótrofos, eucariontes, pluricelulares, aeróbicos, com reprodução sexuada e em alguns mínimos casos particulares assexuada, de simetria geralmente bilateral, apresentando no entanto, em situações esporádicas simetria radial (LIMA, 2015).

Entre os animais temos o grupo dos insetos, animais invertebrados, pertencentes ao Filo Arthropoda e, é o grupo mais diverso entre todos os animais do planeta, são cerca de 950 mil espécies conhecidas e deste dado quantitativo no Brasil registra-se cerca de 109 mil espécies (ICMBio, 2018).

O Brasil possui uma área diversa de fauna e flora de aproximadamente 8.514.877 km<sup>2</sup> (IBGE, 2004), com seis tipos de biomas, sendo eles: Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado,

Caatinga, Pampa e Pantanal. Esses biomas são importantes pois são vastos em recursos naturais e tem destaque no planeta como ambiente de grande riqueza natural. Cada bioma tem suas próprias características, abrangendo diversos tipos de fauna e vegetação. Destacamos neste estudo a caatinga que ocupa uma área de 844.453 km<sup>2</sup> (IBGE, 2004), apresenta um clima semiárido com uma grande biodiversidade, sua vegetação possui pouca folhagem e são adaptadas a períodos de secas. Essa vegetação está presente em áreas do Nordeste no Brasil, estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Maranhão, Alagoas, Bahia, Piauí, Ceará, Sergipe, Paraíba e norte de Minas Gerais.

A caatinga é uma fitofisionomia exclusivamente brasileira . que ocupa cerca de 10% do território nacional. Por conta da agricultura de alta intensidade, algumas áreas da caatinga acabaram sendo devastadas, colocando em risco algumas de suas riquezas. Para monitorar o meio ambiente os insetos são excelentes bioindicadores de qualidade ambiental e de Áreas Degradadas ou em Processo de Restauração, dentre os insetos com potencial para uso em programas de monitoramento ambiental, as principais espécies pertencem às ordens Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Orthoptera (BROWN, 1997).

A Etnozoologia aborda as relações existentes entre animais e seres humanos correlacionando os fatores sócio econômicos e culturais, e aos valores vinculados às experiências sócio afetivas (LIMA; FLORÊNCIO; SANTOS, 2014), este estudo tem como objetivo caracterizar a entomofauna utilizada de diversas formas pelas sociedades humanas.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa bibliográfica permite a cobertura de uma ampla gama de fenômenos ao pesquisador, fator importante quando o problema a ser pesquisado requer dados muito dispersos no espaço (GIL, 2002). Neste estudo utilizou-se a metodologia de Revisão Bibliográfica Sistemática Qualitativa para responder à seguinte questão: Quais os animais do grupo dos insetos utilizados pelas populações que residem em ambientes de caatinga e quais seus usos? A busca por estas pesquisas ocorreu no período de 01 setembro ao dia 30 de novembro de 2021.

A seleção dos estudos incluiu somente periódicos indexados na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e-boks, teses e dissertações. Foram utilizadas como bases de dados as plataformas *Scielo* e o *Google Scholar*.

Empregou-se para cada base de dados os seguintes descritores: “Ethnzoology and Ethnomofauna”; “Entotomology and Caatinga”; Ethnoentomology and Food”; “Ethnoentomology and Crafts”; “Ethnoentomology and Magic-Ritual”; “Ethnoentomology and

Estimation”; “Ethnoentomology And Medicine”; “Ethnoentomology and Control”; “Ethnoentomology And Myths and Legends”; “Ethnoentomology and Agronomic Importance”.

Como critérios de inclusão na amostra estudos que abordavam exclusivamente o uso dos insetos por seres humanos. Publicações de todos os anos nas bases de dados foram consideradas.

## RESULTADOS

Durante os meses de setembro a novembro foi realizado a revisão sistemática de literatura e em relação dos usos dos insetos pelas populações em várias ecossistemas encontramos 09 espécies utilizadas.

Ao concluir a Revisão Sistemática chegou se a um número reduzido de dezesseis artigos inclusos (Tabela 01), entre trezentos e um artigos selecionados, cujos autores pesquisaram acerca dos diversos usos dos insetos na sociedade, apenas 39 artigos foram inclusos na pesquisa.

**Tabela 01:** Número de artigos localizados por base de dados.

Base de dados	Encontrados	Excluídos	Selecionados
<i>Scielo</i>	1	0	1
<i>Scholar Google</i>	300	288	12
<b>Total</b>	301	288	13

**Fonte:** Autoria própria, 2022.

A revisão sistemática de literatura nos demonstrou que os estudos direcionados aos usos dos insetos tem grande predominância no uso medicinal e alimentícios .

Na Tabela 02 trazemos um panorama resumido dos estudos desenvolvidos que demonstram o potencial dos insetos em diversos aspectos e usos na sociedade e na apresentamos um resumo das pesquisas que que tratam dos diversos uso dos insetos na sociedade. e na Tabela 03 apresentamos o Resumo das pesquisas que que tratam dos diversos uso dos insetos na sociedade coletados na Base de dados Scielo e google scholar.



**Tabela 02:** Insetos utilizados por comunidades humanas em regiões de Caatinga.

ANIMAL (nome comum)	USOS							
	MEDICINAL	ARTESANAL	ESTIMAÇÃO	ALIMENTAÇÃO	CONTROLE	MÁGICO RITUAL	MITOS E LENDAS	IMPORTANCIA AGRONÔMICA
Besouro escaravelho		Colares	São criados em caixas de vidro, de plástico ou de vidro	Consumidos fritos		É usado como amuleto porque pensava que encerassem-se em se mesmo o principio do eterno retorno .	Símbolo cíclico do sol e da ressurreição	
Gafanhoto	A sua perna diminui o vermelhão no olho.			Consumidos fritos ou assados, espetinho ou farofa.				
Cupim	O habitat da colônia (cupinzeiro) evita a diminuir a predisposição a chances de AVCs.							
Abelha	Com os fragmentos de uma abelha torrada inteira são feitos remédios prescritos. para curar bronquite asmática, dor de ouvido, embriaguez, asma, epilepsia, estrepada e furúnculos. asma ecólicas menstruais.			Utilizada na produção de ceras e mel				
Libélulas				Consumo cru				
Grilo		Utilizado na fabricação de farinha para peixe.		Farinha para a confecção de bolachas.				
Formiga	É utilizada para visão, para tratar da impotência no casos dos homens e da dor dor de garanta.			É mais com uma utilização em farrofas.				
Lagarta				Consumidas acompanhadas com molho de ameixa.	Alimenta-se em todas as fases de crescimento da cultura de milho, pode causar perdas significativas a produção, se não for controlada.			
Barata	Com os fragmentos de uma barata torrada para tratar dores de cabeça.			São ingeridas fritas.				

Fonte: Autoria própria, 2022.

**Tabela 03.** Resumo das pesquisas que tratam dos diversos uso dos insetos na sociedade. Base de dados *Scielo e google scholar.*

BASE DE DADOS	AUTORIA	LOCALIDADE (PAÍS)	AMBIENTE (BIOMA)	OBJETIVO DO ESTUDO	MÉTODO
Google Scholar	Costa Neto, E. M. Pacheco, J. M, 2005.	Brasil, Bahia	Caatinga	Uso de insetos como recursos medicinais por moradores do povoado de Pedra Branca, localizado no interior do estado da Bahia, nordeste do Brasil.	O estudo foi feito por meio de entrevistas abertas com 52 informantes de ambos os sexos e com Idades acima dos 30 anos. Um total de 27 tipos de insetos foi registrado como medicinalmente utilizáveis no tratamento de doenças e sintomas localmente diagnosticáveis
	Costa-Neto, E. M., 1999.	Brasil, Bahia	Caatinga	Recursos animais utilizados na medicina tradicional dos índios Pankararé que habitam no Nordeste do estado da Bahia, Brasil	Os dados foram obtidos seguindo métodos etnoscience e através de entrevistas abertas realizadas com 15 informantes de ambos os sexos e com idades acima dos 18 anos. Os recursos faunísticos medicinalmente utilizados são distribuídos em 5 categorias taxonômicas científicas, tais como insetos (37%), mamíferos (29%), aves (20%), répteis (12%) e anfíbios (2%).
	Araújo Filho. A., 2018.	Brasil, fortaleza	Caatinga	Aceitação de insetos comestíveis e composição centesimal de formiga comestível da serra da Ibiapaba.	Foram conduzidas análises sensoriais emocionais para delineamento de emoções relacionadas à insetos e aceitação destes (tenébrio, grilo, barata cinérea e tanajura), e análises físico-químicas para quantificação de proteínas e lipídios brutos da espécie de formiga em questão. Para analisar as preparações, foram recrutados comensais voluntários através de questionário para delineamento do perfil do provador; questionário baseado no EmoSensoryWheel para preenchimento prévio à degustação, questionário baseado no EmoSensory Wheel para preenchimento posterior à degustação e questionário de aceitação do produto.
	Bueno. e.t. et al., 2020	Brasil	Amazonia	Descrever os Marimbondos (hymenoptera, vespidae) como fonte de alimentação humana no brasil.	Revisão de literatura.
	Correia, F, S, J, P. 2019.	Portugal		Desenvolvimento de produtos de pastelaria elaborados com farinha de insetos.	Neste estudo bolachas foram formuladas, suplementadas com vários teores de farinha de grilo <i>Acheta domesticus</i> (0, 2, 5, 8 e 12% de farinha de grilo na mistura de farinhas). Avaliou-se o efeito da incorporação de farinha de insetos no processo de produção e nas características sensoriais e nutricionais de bolachas. Para estudar em que medida o grau de incorporação de farinha de insetos na massa das bolachas é sensorialmente percebido pelo consumidor realizaramse testes sensoriais de discriminação e afetivos.

	Blanco, V. C. et al., 2020.	Colômbia	Vários ambientes	Insetos: recursos do passado que poderiam ser uma solução nutricional para o futuro	O presente estudo é uma revisão da entomofagia, com história, demanda, atributos nutricionais e perspectivas desenvolvimento, bem como mencionando dois você está contrastando, como uma amostra da realidade deste segmento de alimentos em todo o mundo
	Romeiro, E. et al., 2015.	Brasil	Vários ambientes	Insetos como alternativa alimentar	Este trabalho realizou um levantamento bibliográfico em livros e periódicos sobre o uso de insetos na alimentação humana. Observou-se que o consumo de insetos não é tão incomum, apresentando um forte potencial de crescimento para soluções de alguns problemas ambientais e como auxílio ao combate a fome no mundo
	Vasconcelos, G. T. 2019.	Brasil	Mata Atlântica	Uso de farinha de insetos na nutrição de peixes.	O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão sobre o uso de farinha de moscasoldado negra, tenébrio, mosca doméstica, bicho-da-seda, grilo e gafanhoto na nutrição de peixes, abordando aspectos como o valor nutricional, avanços e problemas para sua utilização.
	Oliveira, P. S. et al., 2007.	Brasil	Amazonia	Caracterização, Colheita, Conservação e Embalagem de Méis de Abelhas Indígenas Sem Ferrão.	A Embrapa Amazônia Oriental, empresa pública empenhada na geração de tecnologias para o setor agrícola, teve como metado à pesquisa e difusão pratica de conhecimentos sobre o manejo de abelhas indígenas sem ferrão da região, tanto para a produção de mel e pólen, como para programas de polinização de culturas agrícolas.
	Lucena, R. et al, 2012.	Brasil, Paraíba	Caatinga	Ercepção e uso de "insetos" em duas Comunidades no semiárido do estado da Paraíba.	As informações etnoentomológicas foram coletadas por meio de entrevistas com utilização de um formulário semiestruturado. No formulário, as perguntas foram elaboradas no sentido de explorar o conhecimento dos informantes sobre os insetos que estavam presentes nas localidades. a comunidade (positiva, negativa ou neutra) de acordo com a intenção esboçada pelo informante ao ser entrevistado.
	Alves; Albuquerque, et al	Brasil, Ceara	Caatinga	O Conhecimento Local Sobre os Insetos Pelos Moradores do Município de Griaíras, Ceará	Este estudo apresenta o conhecimento local sobre o uso dos insetos pelos moradores do município de Groaíras, no Ceará, identificando suas possíveis correspondências e divergências com a literatura científica. O estudo foi realizado no período de novembro de 2012 a março de 2013 por meio da aplicação de entrevistas semiestruturadas com moradores da região rubana e rural do município.

Fonte: Autoria própria, 2022.

## CONCLUSÃO

Foi listado neste estudo várias espécies de insetos usados pela população humana, podemos afirmar que o uso de insetos pela sociedade se dá com maior ênfase como recurso medicinal, considerando o número de vezes que cada tipo de inseto foi citado como recurso para o tratamento de males específicos, também foi perceptível que a introdução dos insetos na alimentação, ainda que pontuais, estão presentes na sociedade atual.

A legitimação do uso destes insetos está intimamente ligada à vivência cultural e as

visões construídas a partir da compreensão de mundo de cada grupo. É perceptível que estudos semelhantes são indispensáveis para desvendar o potencial alimentício e medicinal entre outros, além de buscar soluções adequadas para a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. B. R. Percepção e uso de “insetos” em duas comunidades rurais no semiárido do estado da Paraíba. **BIOFAR**, v. 9, número especial, p. 72-91. 2012. Disponível em: [Percepcao\\_e\\_uso\\_de\\_insetos\\_em\\_duas\\_comunidades\\_rurais\\_no\\_semiarido\\_do\\_estado\\_da\\_paraiba\\_publicado-with-cover-page-v2.pdf\(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net\)](https://www.repositorio.ufpb.br/bitstream/handle/123456789/123456789/percepcao_e_uso_de_insetos_em_duas_comunidades_rurais_no_semiarido_do_estado_da_paraiba_publicado-with-cover-page-v2.pdf(d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net)). Acesso em: 25 set.2021.

ARAÚJO FILHO, A . L. **Entomofagia**: estudos de aceitação de insetos comestíveis e composição centesimal de formiga comestível da serrada ibiapaba. 2018. Tese (graduação em gastronomia) Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/51261>. Acesso em: 13/12/2021.

BLANCO, V. C.; CHAVARRO, C. F. G.; POLANCO, Y. M. T.; RUIZ, X. M. C. Insectos: Recursos del pasado que podrían ser una solución nutricional para el futuro. **Revista de investigación y difusión científica agropecuária**, 2020. Disponível em: <http://ww.ucol.mx/revaia/pdf/2020/mayo/6.pdf>. Acesso em 27/09/2021.

BUENO, E. T.; CARVALHO, B. A. P.; SOUZA, M. M. Marimbondos (hymenoptera, vespidae) como fonte de alimentação humana no brasil: uma revisão de Literatura. **Ethnoscintia**, v. 5, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ethnoscintia/article/view/10302>. Acesso em 27/09/2021.

COSTA NETO, E. M. PACHECO, J. M. Utilização medicinal de insetos no povoado de Pedra Branca, Santana Terezinha, Bahia, Brasil, **Biotemas**, v. 18, n. 1, p. 113 - 133, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/21470>. Acesso em 28/09/2021.

COSTA NETO, E. M.; RESENDE, J. J. A percepção de animais como “insetos” e sua utilização como recursos medicinais na cidade de Feira de Santana Bahia Brasil, **Acta Scientiarum Biological Sciences**. Maringá, v. 26, no. 2, p. 143-149, 2004. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/161297>. Acesso em 03/12/2021.

COSTA-NETO, E. M. Recursos animais utilizados na medicina tradicional dos índios Pankararé que habitam no nordeste do estado da Bahia, Brasil. **Actualidades Biológicas**, v. 21, n. 70; p. 76, 1999. Disponível em: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/32977>. Acesso em 27/09/2021.

CORREIA, F. S. J. P. **Desenvolvimento de produtos de pastelaria elaborados com farinha de insetos**. Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto, 2019. Disponível em: <https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/124583/2/369286.pdf>. Acesso em 27/09/2021.

COSTA-NETO, E. M. Insetos como fontes de alimentos para o homem: Valoração de recursos

considerados repugnantes. **Interciência**, v. 28, n.3, p.136-140. 2003. Disponível em: [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442003000300004&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0378-18442003000300004&script=sci_arttext). Acesso em 28/09/2021.

ICMBio/MMA. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I**. 1. ed. Brasília, DF., 2018. 492 p. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro\\_vermelho\\_2018\\_voll.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_voll.pdf). Acesso em: 17/01/2022.

LIMA, D. C. **Zoologia de invertebrados**. Fortaleza: EdUECE, 2015. 169 p. Disponível em: [https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/431608/2/Livro\\_Ciencias%20Biologicas\\_Zoologia%20dos%20Invertebrados.pdf](https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/431608/2/Livro_Ciencias%20Biologicas_Zoologia%20dos%20Invertebrados.pdf). Acesso em: 16/01/2022.

LIMA, J. R. B.; FLORÊNCIO, R. R.; SANTOS, C. A. B. Contribuições da etnozooologia para a conservação da fauna silvestre. **Revista Ouricuri**, Paulo Afonso, Bahia, v.4, n.3, p.048-067. nov./dez., 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/1121-Texto%20do%20artigo-2707-1-10-20150225.pdf>. Acesso em: 17/01/2022.

VENTURIERI, G. C.; OLIVEIRA, P. S.; VASCONCELOS, M. A. M. de; MATTIETTO, R. A. **Caracterização, colheita, conservação e embalagem de méis de abelhas indígenas sem ferrão**. EMBRAPA 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/409008/caracterizacao-colheita-conservacao-e-embalagem-de-meis-de-abelhas-indigenas-sem-ferrao>. Acesso em: 27/09/2021.

ROMEIRO, E.; OLIVEIRA, I. D.; CARVALHO, E. F. Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão. **Contextos da Alimentação – Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**, v. 4, n. 1, p. 41-61. 2015. São Paulo: Centro Universitário Senac. Disponível em: [http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wpcontent/uploads/2015/10/54\\_CA\\_artigo\\_ed\\_Vol\\_4\\_n\\_1\\_15\\_2.pdf](http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistacontextos/wpcontent/uploads/2015/10/54_CA_artigo_ed_Vol_4_n_1_15_2.pdf). Acesso em 27/09/2021.

SILVA, S. B. A.; FRAZAO, J. M. F.; NUNES, G. M. V. C. Entomofagia e segurança alimentar com *Pachymerus nucleorum* (gongo) em áreas de ocorrência de babaçu. In: **Anais**. Congresso Brasileiro de Insetos Alimentícios e Tecnologias Associadas. EMBRAPA COCAIS, 2019. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1115145/entomofagia-e-seguranca-alimentar-com-pachymerus-nucleorum-gongo-em-areas-de-ocorrencia-de-babacu#:~:text=Publica%C3%A7%C3%B5es-Entomofagia%20e%20seguran%C3%A7a%20alimentar%20com%20Pachymerus%20nucleorum%20\(gongo\)%20em%20%C3%A1reas,ser%20considerado%20repulsivo%20e%20inapropiado](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1115145/entomofagia-e-seguranca-alimentar-com-pachymerus-nucleorum-gongo-em-areas-de-ocorrencia-de-babacu#:~:text=Publica%C3%A7%C3%B5es-Entomofagia%20e%20seguran%C3%A7a%20alimentar%20com%20Pachymerus%20nucleorum%20(gongo)%20em%20%C3%A1reas,ser%20considerado%20repulsivo%20e%20inapropiado). Acesso em 25/09/2021.

SIMPÓSIO DE ANTROPOENTOMOFAGIA, 2. 2019, Montes Claros. **Anais**. Feira de Santana: Editora Zarte, 2019.

VASCONCELOS, G. T. **Uso de farinha de insetos na nutrição de peixes**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual Paulista, Centro de Arquivologia. 2019. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192774/vasconcelos\\_gt\\_me\\_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/192774/vasconcelos_gt_me_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acesso em 20/09/2021.

# CAPÍTULO 11

## BIOATIVIDADE DE EXTRATO HIDROETANÓLICO FOLIAR DE *LIBIDIBIA FERREA* (MART. EX TUL.) L.P. QUEIROZ NO CONTROLE ALTERNATIVO DE FUNGOS FITOPATOGÊNICOS <sup>1</sup>

Giselle Silva de Souza  
Leonardo da Silva Santos  
Noemia Cristina Gama dos Santos Cardozo  
Luana Gomes da Silva  
Thaíse da Silva Santos  
Daniel de Souza Santos  
Jessia Elem Cunha Barbosa  
Esmeralda Aparecida Porto Lopes

### RESUMO

A *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz anteriormente classificada como *Caesalpinia ferrea*, é uma espécie nativa e endêmica da flora brasileira, predominante em áreas de Caatinga e conhecida popularmente como pau-ferro, que se destaca por possuir relevantes propriedades farmacológicas. Desse modo, desperta o interesse científico para sua utilização, com o intuito de reduzir o uso de compostos químicos sintéticos, evitando problemas ambientais, bem como a resistência de fitopatógenos na agricultura. Objetivando-se com o presente estudo avaliar a bioatividade de extrato hidroetanólico foliar de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz no controle alternativo de fitopatógenos dos gêneros *Fusarium sp.*, *Pestalotiopsis sp.*, e *Phytophthora sp.* Para o preparo do extrato hidroetanólico, as folhas coletadas foram trituradas a partir de 100g de peso seco do material vegetal, utilizando etanol e água destilada autoclavada como meio extrator. Posteriormente, o extrato foi filtrado em papel wathman nº 1 e colocado em banho-maria a 40°C, durante 18 horas, incorporando 20% do extrato em meio Batata Dextrose Ágar (BDA), vertido em placas de Petri. Foram transferidos ao centro de cada placa, discos com 5 mm de diâmetro do micélio dos fitopatógenos teste, retirados a partir de culturas puras mantidas a 30° C, durante sete dias em estufa bacteriológica. Enquanto no tratamento testemunha, utilizou-se 20% de água destilada esterilizada. Após esse processo, as placas de Petri contendo os discos com micélio, foram incubadas a uma temperatura de 30°C durante seis dias. Realizando medições do diâmetro das colônias, para determinação da taxa de crescimento micelial (TCM) e do percentual de inibição de crescimento (PIC). A análise estatística foi realizada seguindo o modelo de delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparando as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR. Mediante os resultados obtidos, conclui-se que o extrato hidroetanólico foliar de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz apresenta relevante bioatividade sob os fitopatógenos testados, contribuindo de maneira promissora para os estudos voltados ao controle alternativo de fitopatógenos comuns na agricultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biocontrole. Extrato vegetal. Compostos bioativos.

<sup>1</sup> Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL.

## INTRODUÇÃO

Compostos químicos sintéticos são amplamente utilizados na agricultura brasileira, prevenindo e controlando os danos causados por diversos agentes bióticos às plantações. No entanto, esses compostos também promovem um grande impacto ambiental, contaminando rios, solo, fauna, flora e, principalmente, resultando em produção de alimentos contaminados, isolados multirresistentes e danos à saúde humana (PIGNATI et al., 2017).

De acordo com Silva (2015), a busca por métodos alternativos no controle de doenças de plantas, que proporcionem máxima eficiência e menor impacto ambiental, tem sido frequentemente estudada por diversos pesquisadores no mundo inteiro, com o intuito de auxiliar produtores agrícolas na substituição de compostos químicos sintéticos, por uma alternativa ecológica e sem prejuízos ao meio ambiente.

Nesse contexto, a diversidade de substâncias biologicamente ativas em espécies vegetais tem motivado o desenvolvimento de pesquisas envolvendo a utilização de subprodutos de plantas. Essas substâncias possuem a vantagem de serem geralmente menos prejudiciais ao homem e ao meio ambiente, de menores custos, facilmente disponíveis aos agricultores, e em alguns casos podem inclusive superar a ação de produtos sintéticos (STANGARLIN et al., 1999).

Para Lima et al. (2014), reconhecer a existência de outros recursos, além do comumente utilizado, é extremamente importante para ampliar conhecimentos e desenvolver ações que atendam as reais necessidades locais de uma agricultura mais sustentável junto aos pequenos e grandes produtores. Todavia, ainda pouco se sabe sobre os estudos preliminares de inúmeras espécies vegetais (GODINHO et al., 2015), principalmente no bioma Caatinga, onde muitas espécies sintetizam diversos compostos bioativos durante seu metabolismo secundário, apresentando relevantes atividades biológicas (RODRIGUES; SILVA; MACÊDO, 2017).

Ocupando cerca de 11% do território nacional, o bioma Caatinga possui a vegetação mais heterogênea dentre os ecossistemas brasileiros, destacando-se por possuir um imenso potencial para aplicabilidade terapêutica e biotecnológica (BESSA et al., 2013; CARTAXO; SOUZA; ALBUQUERQUE, 2010; RIBEIRO et al., 2014) em suas espécies.

Predominante em áreas de Caatinga, a espécie vegetal *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) anteriormente classificada como *Caesalpinia ferrea*, é uma importante angiosperma de porte médio, nativa e endêmica da flora brasileira. Conhecida popularmente como pau-ferro, destaca-

se na literatura por possuir relevantes propriedades farmacológicas (MAGALHÃES et al., 2015).

Deste modo, considerando a necessidade de testar produtos naturais, visando um controle alternativo de pragas e doenças de plantas sem prejuízos ao meio ambiente, objetivou-se avaliar a bioatividade de extrato hidroetanólico foliar de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz no controle alternativo de fitopatógenos dos gêneros *Fusarium sp.*, *Pestalotiopsis sp.*, e *Phytophthora sp.*

## **METODOLOGIA**

### **Preparo do material vegetal**

As folhas da espécie vegetal *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz foram coletadas nas primeiras horas do dia, em áreas rurais próximas ao município de Arapiraca (9° 45' 6" S, 36° 39' 37" W), região agreste do estado de Alagoas. Após a coleta, o material foi armazenando em embalagens plásticas, de polietileno transparente, e levadas para o Laboratório de Análises Microbiológicas do Polo Tecnológico Agroalimentar, localizado no povoado Bananeira em Arapiraca – AL.

Em laboratório, as folhas coletadas foram lavadas em água corrente e colocadas em solução de hipoclorito a 10% por 20 minutos, com a finalidade de eliminar microrganismos presentes em sua superfície. Em seguida, procedeu-se à lavagem em água destilada, para a retirada do excesso de hipoclorito e repouso sobre papel absorvente, para redução do excesso de umidade. Após esse período, o material foi acondicionado em sacos de papel e colocado em estufa, com circulação de ar, a 60°C, durante 72 horas.

### **Obtenção do extrato hidroetanólico**

Para obtenção do extrato hidroetanólico, foram utilizados 100 g do material vegetal seco e pelo método de trituração, colocados em recipiente de vidro fechado, com adição de 200 mL de etanol absoluto (LIMA et al., 2010). 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 da ação do etanol presente no extrato, o mesmo foi evaporado. Para isso, colocou-se o extrato hidroetanólico em um béquer, submetendo-o ao banho-maria a 40°C, por cerca de 18 horas, até restar um líquido viscoso. Depois, acrescentou-se água



destilada autoclavada até o volume inicial e este foi acondicionado em vidro âmbar, mantido em refrigerador a 4°C, até o momento de utilização nas avaliações.

### **Obtenção de fitopatógenos**

Os microrganismos teste escolhidos para utilização, foram fitopatógenos 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 batata-dextrose-ágar (BDA). Após o período de incubação, em estufa bacteriológica, as placas que obtiveram crescimento corresponderam aos fitopatógenos dos gêneros *Fusarium sp.*, *Pestalotiopsis sp.* e *Phytophthora sp.*

### **Ensaio em meio de cultura**

Para avaliação micelial, o extrato hidroetanólico foi incorporado e homogeneizado ao meio de cultura BDA após a autoclavagem, de modo a obter uma concentração de 20% e vertido em placas de Petri. Posteriormente à solidificação do BDA, foram transferidos ao centro de cada placa, discos de 5 mm de diâmetro do micélio dos fitopatógenos teste. Retirados a partir de culturas puras mantidas a 30° C, durante sete dias em meio BDA. Após esse processo, as placas de Petri contendo os discos com micélio, foram incubadas em estufa bacteriológica a uma temperatura de 30°C durante seis dias, realizando o teste em triplicatas. Enquanto no tratamento testemunha, utilizou-se 20% de água destilada esterilizada

A avaliação consistiu de medições do diâmetro das colônias (média de duas medidas diametralmente opostas), realizadas a cada três dias, perdurando até que atingissem os seis dias de incubação. A taxa de crescimento micelial (TCM) dos fitopatógenos teste, foi mensurada com a utilização de uma equação de regressão linear simples ( $y = a + bx$ ), onde os dados obtidos na avaliação foram plotados. Sendo  $x$ , os dias de incubação,  $y$  o diâmetro final da colônia,  $a$  o diâmetro inicial da colônia e  $b$  a taxa de crescimento micelial, determinada pelo coeficiente de regressão. Enquanto, o percentual de inibição do crescimento micelial (PIC) foi obtido por meio da fórmula:  $PIC = \{(diâmetro da testemunha - diâmetro do tratamento) / diâmetro da testemunha\} \times 100$ .

### **Análise estatística**

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparando as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados expostos na Tabela 1, verifica-se que as taxas de crescimento micelial de *Fusarium sp.* e *Phytophthora sp.* decresceram consideravelmente com a adição do extrato hidroetanólico foliar de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz ao meio de cultura. No entanto, as taxas de crescimento micelial de *Pestalotiopsis sp.* frente ao extrato utilizado mostraram-se semelhantes, não havendo diferença estatística entre os tratamentos.

**Tabela 1:** Taxa de crescimento micelial (mm/dia) de fitopatógenos submetidos ao extrato hidroetanólico foliar de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz.

Tratamentos	Fungos fitopatogênicos		
	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Pestalotiopsis sp.</i>	<i>Phytophthora sp.</i>
Testemunha	4.49 a	0.60 b*	6.49 a
Extrato hidroetanólico	2.22 b	0.44 b*	2.21 b
CV (%)	16.21	28.61	4.95

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si segundo Tukey (5%).

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Venturoso et al. (2011) ao estudarem extratos vegetais para o controle de fungos fitopatogênicos, observaram que houve diferenças significativas em relação à testemunha, utilizando extratos na concentração de 20%, mesma concentração utilizada no presente estudo.

Na Tabela 2, é possível visualizar o percentual de inibição de crescimento micelial dos fitopatógenos em contato com o extrato hidroetanólico utilizado. Dessa forma, o gênero *Phytophthora sp.* demonstra ser o mais sensível ao extrato, apresentando 57,68% de inibição de crescimento micelial.

**Tabela 2:** Percentual de inibição de crescimento (%) de fitopatógenos submetidos ao extrato hidroetanólico foliar de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz.

Tratamentos	Fungos fitopatogênicos		
	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Pestalotiopsis sp.</i>	<i>Phytophthora sp.</i>
Extrato hidroetanólico	42.43 a	11.57 b*	57.68 a
Testemunha	0.00 b	0.00 b*	0.00 b
CV (%)	10.37	136.11	1.23

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si segundo Tukey (5%).

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Nesse sentido, estudos em torno do uso de extratos vegetais obtidos a partir 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 coibir ou inibir o desenvolvimento fúngico (FERREIRA et al., 2014).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o extrato hidroetanólico foliar de *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz apresenta diferentes efeitos sob os fitopatógenos testados. Indicando resultados semelhante e sem diferença estatística entre os tratamentos para *Pestalotiopsis sp.* Contudo, os resultados foram promissores e altamente significativos para *Fusarium sp.* e *Phytophthora sp.* Contribuindo de maneira promissora para os estudos voltados ao controle alternativo de fitopatógenos comuns na agricultura.

## REFERÊNCIAS

- BESSA, N. G. F. de; BORGES, J. C. M.; BESERRA, F. P.; CARVALHO, R. H. A.; PEREIRA, M. A. B.; FAGUNDES, R.; CAMPOS, S. L.; RIBEIRO, L. U.; QUIRINO, M. S.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; ALVES, A. Prospecção fitoquímica preliminar de plantas nativas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do assentamento vale verde – Tocantins. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, p. 692-707, 2013.
- CARTAXO, S. L.; SOUZA, M. M. A.; ALBUQUERQUE, U. P. Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 131, n. 2, p. 326-342, 2010.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- 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.
- GODINHO, C. S.; SILVA, C. M.; MENDES, C. S. O.; FERREIRA, P. R. B.; OLIVEIRA, D. A. de. Estudo fitoquímico de espécies arbóreas do cerrado. **Revista Multitexto**, v. 3, n. 2, p. 64-70, 2015.
- LIMA, J. S.; PEREZ, J. O.; BARROS, P. N.; AZEVEDO, L. C.; MENDES, R. B.; PESSOA, R. A. Atividade fungitóxica de extratos vegetais de plantas da caatinga sobre o crescimento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides* em *Vitisvinifera* L. **V CONNEPI**, Maceió, 2010.
- LIMA, A. R. A.; HECK, R. M.; VASCONCELOS, M. K. P.; BARBIERI, R. L. Ações de mulheres agricultoras no cuidado familiar: uso de plantas medicinais no sul do Brasil. **Texto & contexto - enfermagem**, v.23, n.2, p.365-372, 2014.

MAGALHÃES, L. S.; PUSSENTE, C. G.; AZEVEDO, L. R.; CRESPO, J. M. R. Avaliação da atividade antibacteriana do extrato de *Caesalpinia ferrea* Martius e desenvolvimento de uma formulação fitocosmética. **Revista Científica da Faminas**, v. 11, n. 1, p. 21-31, 2015.

OLIVEIRA, J. S. B.; ESTRADA, K. R. F. S.; BONATO, C. M.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Homeopathy with essential oils in the germination of spores and induction of phytoalexins. **Revista Ciência Agrônômica**, v.48, n.1, p.208-215, 2017.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.22, n.10, p.3281-3293, 2017.

RIBEIRO, D. A.; MACÊDO, D. G.; OLIVEIRA, L. G. S.; SARAIVA, M. E.; OLIVEIRA, S. F.; SOUZA, M. M. A.; MENEZES, I. R. A. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga no estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 4, p. 912-930, 2014.

RODRIGUES, L. S.; SILVA, A. R. A.; MACÊDO, A. A. M. Noni (*Morinda citrifolia* Linn.): Determinação Fitoquímica e Potencial Antioxidante pelo Método DPPH. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 4, p. 47-54, 2017.

SILVA, C. V. **Extratos vegetais e sua influência na qualidade fisiológica e sanitária em sementes de fava (*Phaseolus lunatus* L.)**. 2015. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2015.

SILVA, W. R.; NUNES, V. M.; HERNANDES, V. G.; GONÇALVES, V. P.; AZAMBUJA, R. H. M.; FARIAS, C. R. J. Fungitoxicidade de extratos vegetais e óleo essencial de alecrim no crescimento micelial e esporulação de *Bipolaris oryzae*. **Magistra**, v.29, n.3/4, p.257-265, 2018.

STANGARLIN, J. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CRUZ, M. E. S.; NOZAKI, M. H. Plantas medicinais e controle alternativo de fitopatógenos. **Biocombustível Ciência & Desenvolvimento, Brasília**, v.2, n.11, p.16-21, 1999.

VENTUROSOS, L.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A.; BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 1, p. 18-23, 2011.

# CAPÍTULO 12

## UM SISTEMA DE ALERTA DE INUNDAÇÕES PARA A CIDADE DE MANHUAÇU, MG

Alice Felipe Izidório  
Josiane Rosa Costa Farias  
Rodolfo Alves Barbosa  
Aline Gonçalves Spletzer  
Lucas Jesus da Silveira  
Herly Carlos Teixeira Dias

### RESUMO

As inundações são eventos recorrentes em algumas cidades brasileiras, e apesar de serem um processo natural, estão se tornando mais intensas e frequentes em virtude principalmente da interferência antrópica no uso e ocupação do solo. Essas interferências têm provocado a redução do processo de infiltração e potencializado o escoamento superficial, intensificando a ocorrência de enchentes e prejudicando toda a população e infraestrutura das cidades. Nessas cidades é necessário a aplicação de medidas para diminuir tais consequências e melhorar a relação existente entre o homem e as inundações. Manhuaçu, uma cidade localizada no estado de Minas Gerais, é afetada regularmente por inundações, pois, além de suportar os danos causados pelas chuvas intensas a nível local, possui uma região a montante caracterizada por apresentar um relevo acidentado e os maiores índices pluviométricos. Dessa forma, eventos pluviométricos intensos que ocorrem nesta região podem contribuir com o aumento da vazão e do nível da água no trecho do rio que atravessa a cidade, provocando o alagamento de sua planície de inundação. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi propor um sistema de monitoramento de precipitação e nível d'água em sub-bacias na zona a montante da cidade, a partir do estudo de suas características morfométricas e do uso e ocupação do solo. Esse trabalho busca contribuir para o estabelecimento de um sistema de alerta de inundações em Manhuaçu. Para isso, análises espaciais utilizando o software ArcGIS 10.5<sup>®</sup> foram realizadas e delimitadas as sub-bacias da área de estudo, a montante da cidade de Manhuaçu. Os parâmetros morfométricos dessas sub-bacias foram calculados e o mapa de uso e ocupação do solo para esta região foi elaborado. A partir disso, foi possível selecionar quatro sub-bacias dentre um total de vinte e oito para realizar o monitoramento hidrológico, sendo estas as sub-bacias do Córrego Manhuaçuquinho, São Sebastião, Taquara Preta e o Rio São Luís. Os pontos de monitoramento foram determinados e coletados por meio de GPS a partir de uma visita a campo. Dessa forma, os resultados irão contribuir para a instalação de um sistema de alerta na cidade de Manhuaçu.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inundações, Sub-bacias, Monitoramento, SIG.

### INTRODUÇÃO

A bacia do Rio Manhuaçu é frequentemente atingida por enchentes e inundações, acarretando em problemas sociais e econômicos constantes. Conforme Cançado et al. (2007), a

cidade de Manhuaçu, em especial, tem sofrido com a ocorrência de tais fenômenos periodicamente nos últimos 50 anos conforme os registros de eventos de cheias.

Na cidade de Manhuaçu, além da ocorrência de chuvas intensas em sua área urbana, a região a montante, principalmente a parte da cabeceira, é marcada pela presença de um relevo acidentado e apresenta os maiores índices pluviométricos da bacia, sendo uma área caracterizada pela sua alta suscetibilidade à erosão (PARH DO6, 2010). Dessa forma, os eventos pluviométricos intensos que ocorrem em sub-bacias a montante da cidade de Manhuaçu podem vir a contribuir com o aumento da vazão e da cota do trecho do rio que atravessa a sede do município, provocando o alagamento da planície de inundação. Sendo assim, é necessário monitorar os eventos pluviométricos e fluviométricos a nível local, conhecer as características fisiográficas e realizar o monitoramento hidrológico em regiões da bacia a montante do trecho de interesse do rio.

A caracterização e monitoramento ajudará entender o comportamento hidrológico da área, possibilitando prever de forma mais eficiente e abrangente os possíveis eventos de cheia, alagamento e inundação que podem vir atingir a cidade. Entender o comportamento hidrológico permitirá a elaboração de um sistema de alerta de inundações mais eficaz para evitar perdas materiais e imateriais nas áreas a serem atingidas.

Visto isso, a proposta do presente trabalho foi apresentar medidas que possam contribuir com a redução dos danos causados à população e a infraestrutura da cidade de Manhuaçu em decorrência das inundações que assolam o local, contribuindo para a elaboração de um sistema de alerta contra inundações.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **Localização e características físicas da bacia hidrográfica do rio Manhuaçu**

A Bacia Hidrográfica do Rio Manhuaçu está localizada ao centro leste da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, sendo sua terceira maior sub-bacia. Em função da subdivisão da Bacia do Rio Doce em seis Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), a bacia do Rio Manhuaçu corresponde à sigla DO6. A UPGRH DO6 possui 9.189 km<sup>2</sup>, sendo que 96% desta (8.826,37 km<sup>2</sup>), está localizada no estado de Minas Gerais, e, o restante (362,68 km<sup>2</sup>) no Espírito Santo (PARH DO6, 2010).

O rio Manhuaçu possui um comprimento de 347 km e apresenta sua nascente situada na Serra da Seritinga, na divisa dos municípios de Divino e São João do Manhuaçu, e sua foz, no município de Aimorés, onde deságua no rio Doce. Os canais na bacia estão dispostos segundo

o padrão de drenagem dendrítico e a mesma possui o curso d'água principal orientado no sentido nordeste (BARBOSA, 2019; PARH DO6, 2010).

Segundo Barbosa (2019), devido a sua extensa dimensão e amplitude altimétrica a bacia do rio Manhuaçu apresenta três tipos climáticos conforme a classificação climática de Köppen. Os locais mais elevados da bacia apresentam o clima Cwb (clima tropical de altitude), com inverno seco e verão temperado concentrando as estações chuvosas. No centro e noroeste da bacia, o tipo climático presente é o Cwa (clima temperado úmido), com inverno seco e verão quente. O clima Aw (clima tropical) predomina na parte nordeste da bacia, próximo à foz, apresentando estação seca no inverno (ALVARES et al., 2013).

A precipitação média na bacia do Rio Manhuaçu é 1.334 mm/ano, sendo que 80% no período de outubro a abril. Na região de cabeceira do rio, em São João do Manhuaçu, é observada a maior precipitação média anual da bacia (1351 mm/ano). Já o município de Aimorés, na foz do rio Manhuaçu, apresenta uma precipitação média anual equivalente a 1.232 mm/ano (ALVARES et al., 2013). A Bacia Hidrográfica do Rio Manhuaçu, inserida na mesorregião da Zona da Mata e Vale do Rio Doce, apresenta a maior parte do relevo com altitude na faixa de 900 a 1000 m, a exceção de sua altitude máxima na serra do Caparaó, com 2.897 m no pico da Bandeira (SILVA, 2017).

Na bacia do Rio Manhuaçu, estão presentes as classes de solo Latossolos, Argissolos e Cambissolos. A classe predominante no território da bacia é o Latossolo Vermelho Amarelo, caracterizado como solos fundos e com boa drenagem, além disso, apresentam a menor erodibilidade. Os Argissolos Vermelhos possuem profundidade variável e são os mais suscetíveis a erosão em função da menor condutividade hidráulica e maior teor de argila do seu horizonte subsuperficial em comparação ao superficial. Devido a sua elevada erodibilidade e ao fato dessa classe de solo estar presente em áreas de relevo fortemente ondulado ou montanhoso, seu uso fica restrito à pastagem e culturas permanentes de ciclo longo, como a cafeeira, fortemente presente na região (PARH DO6, 2010).

Conforme o mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Doce, na região centro leste da mesma, onde se localiza a bacia do Rio Manhuaçu, o setor agrícola é responsável pelo uso predominante do solo, ocupando cerca de 64% da paisagem. A vegetação nativa presente no local são formações florestais pertencem ao bioma Mata Atlântica: a Floresta Estacional Semi-decidual e Floresta Ombrófila Densa, ocupando 23% e 7% da área da bacia, respectivamente (MARCUSO et al., 2011; PARH DO6, 2010).

## **Aspectos socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Manhuaçu**

A bacia do rio Manhuaçu engloba, inteiramente ou parcialmente, 32 municípios, dentre estes, 24 apresentam sua sede dentro da bacia e 17 estão totalmente inseridos na mesma. Conforme o IBGE (2019) e o PARH (2010), o município de Manhuaçu com aproximadamente 628 km<sup>2</sup> e população estimada de 90.229 habitantes (80% residem na zona urbana) está localizado na região sudoeste da Bacia Hidrográfica do Rio Manhuaçu.

Manhuaçu é reconhecida, inclusive pelo Governo Federal, como uma das cidades mineiras que apresenta alto índice de risco a enchentes e inundações (MANHUAÇU, 2015). O histórico de inundações da cidade desde 1906 está registrado nos arquivos da prefeitura e, tais eventos atingiram de forma direta grande parte da população, deixando centenas de pessoas desalojadas e desabrigadas, provocando prejuízos a habitações, infraestrutura de estrada e redes de serviço de água, eletricidade e telefone, como também ocasionando a interrupção de atividades comerciais e de serviços da cidade (CANÇADO et al., 2007).

A Defesa Civil possui algumas ferramentas e estruturas, como o pluviômetro instalado na Companhia dos Bombeiros e a Estação Hidrológica instalada na ponte, para obtenção e compartilhamento de dados ambientais e hidrológicos com fins de monitoramento e alerta de desastres naturais em áreas de risco. Apesar de não haver sirenes em locais sujeitos a ocorrência de inundações, as viaturas da Polícia Militar e da Defesa Civil são equipadas com sirenes e percorrem a cidade alertando a população. Redes sociais e imprensa local são ótimos meios de divulgação de alerta e demais informações relacionadas às enchentes e escorregamentos de massa, além disso, conta-se ainda com o apoio das forças de segurança do município e com voluntários da comunidade (PDM, 2016).

### **Monitoramento hidrológico**

Um sistema de monitoramento de recursos hídricos é útil para a previsão de eventos repentinos e para a compreensão de fenômenos hidrológicos em uma bacia hidrográfica (SANTOS, 2009). De acordo com Garcia (2005), o monitoramento hidrológico é essencial visto que há uma grande falta de dados e informações de pequenas bacias urbanas.

De acordo com Kobiyama et al. (2006), a chuva é um dos elementos meteorológicos mais importantes e fáceis de medir, portanto seu estudo é imprescindível. Os mesmos autores ressaltam que os dados obtidos através de um sistema de medição de chuva auxiliam no estabelecimento de um sistema de alerta, além de subsidiar na estimativa das vazões máximas de cheias e a frequência com que estas ocorrem. Nesse sentido, existem, simplificadamente,



dois métodos para medição de precipitação: o método pontual utilizando pluviômetros ou pluviógrafos e o método espacial utilizando-se radares (TUCCI, 1997).

Outra importante variável no estudo hidrológico é a vazão do curso d'água e, usualmente, é realizada a medição do nível d'água com registo diário de duas vezes ao dia ou contínuo no tempo e, posteriormente é feita uma relação entre o nível d'água e vazão, para quantificação desta última. Santos, et al. (2001) afirma que os equipamentos utilizados para medir cotas são os linímetros ou régua linimétrica e os linígrafos.

### Parâmetros morfométricos

Conforme Tonello (2005), a caracterização morfométrica de uma bacia visa o conhecimento de índices quantitativos que irão auxiliar nos estudos hidrológicos da mesma, dessa forma os parâmetros morfométricos de uma bacia podem ser divididos em parâmetros geométricos, parâmetros de relevo e parâmetros de drenagem.

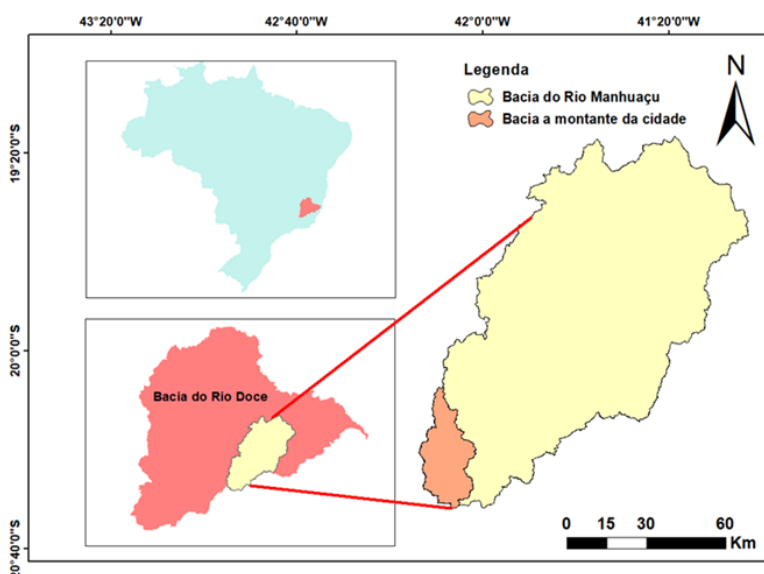
Almeida et al. (2017) afirma que as características morfométricas podem ser utilizadas como um indicativo do comportamento da bacia no que se refere à maior ou menor propensão a ocorrência de enchentes. A análise dessas características deve ser associada aos dados hidrometeorológicos para viabilizar a estimativa da magnitude dos picos de enchentes.

## METODOLOGIA

### Área de estudo

A área de estudo compreende a bacia a montante da cidade de Manhuaçu, localizada na região sudoeste da Bacia Hidrográfica do Rio Manhuaçu (Figura 1).

Figura 1: Localização da Área de Estudo - Bacia a montante da cidade.



Fonte: Autoria própria, 2020.

A área foi escolhida e delimitada por estar a montante da sede do município de Manhuaçu e, por conter as sub-bacias que contribuem com a vazão do rio que passa pelo perímetro urbano, de acordo com a indicação de Neto (2017).

### **Delimitação e divisão das sub-bacias**

As análises e os processamentos dos dados foram realizados por meio de Sistema de Informações Geográficas no software ArcGIS 10.5<sup>®</sup>. O limite da área de estudo foi definido a partir do mapa de municípios de Minas Gerais (IBGE, 2019), do qual foram selecionados os municípios São João do Manhuaçu, Luisburgo e Manhuaçu, e o mapa de Unidades de Planejamento Hídrico disponível no INDE (ANA, 2016), do qual foi selecionada a Bacia Hidrográfica do rio Manhuaçu. A partir da interseção entre a Bacia com os municípios, foi criado um ponto de foz a montante da cidade de Manhuaçu.

Cenas do sensor ALOS PALSAR com resolução de 12,5m e disponíveis na plataforma Alaska foram usadas para delimitação das bacias. A partir da utilização de duas cenas foi criado um mosaico englobando toda área da bacia gerando um Modelo Digital de Elevação (MDE) contínuo. Correções do MDE foram realizadas usando a ferramenta *Fill* para eliminar as imperfeições do modelo.

O MDE corrigido foi usado para se delimitar as sub-bacias e gerar a rede hidrográfica automaticamente. As seguintes ferramentas contidas no *Spatial Analyst Tools - Hydrology* foram usadas para realizar as respectivas operações no processamento dos dados: 1) *Flow Direction*: avaliação de direção de fluxo de escoamento da água; 2) *Flow Accumulation*: cálculo do fluxo acumulado; 3) *Conditional*: seleção da classe dos rios de maior fluxo acumulado; 4) *Stream Order*: classificação hierárquica dos cursos d'água conforme o método de Strahler; 5) *Basin*: delineamento das bacias de drenagem; 6) *Watershed*: delimitação das sub-bacias a partir da inserção do ponto de foz.

Após aplicação das ferramentas e delimitação da bacia, o arquivo Raster foi transformado para Polígono a partir da ferramenta *Raster to Polygon* contida no *Conversion Tools* para o cálculo dos parâmetros morfométricos das sub-bacias obtidas.

### **Mapa de uso e ocupação do solo**

O uso e ocupação do solo na área de estudo a montante foi feito a partir de análises espaciais dos dados do MapBiomass. Na plataforma MapBiomass foi feito o *download* do mapa da classificação de uso e ocupação do solo correspondente ao bioma Mata Atlântica do ano de 2019, bioma que abrange a área de estudo. As classes utilizadas para esse mapa foram as

mesmas utilizadas na plataforma MapBiomas: formação florestal, formação savânica, floresta plantada, pastagem, mosaico de agricultura e pastagem, infraestrutura urbana, outras áreas não vegetadas, afloramento rochoso e, por fim, outras lavouras temporárias.

### 3.4. Cálculo dos parâmetros morfométricos das sub-bacias

O cálculo dos parâmetros geométricos, da rede de drenagem e do relevo foram realizados no software ArcGIS 10.5<sup>®</sup>.

**Tabela 1:** Métodos e fórmulas para caracterização morfométrica.

<b>PARÂMETROS GEOMÉTRICOS</b>		
Índice	Metodologia	Unidade
Área (A)	#	km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	#	km
Comprimento Axial (Lc)	#	km
Coefficiente de Compacidade (Kc)	$Kc = 0,28 \cdot P/\sqrt{A}$	#
Índice de Circularidade (Ic)	$Ic = 12,57 \cdot A/P^2$	#
Fator de Forma (kf)	$kf = A/Lc^2$	#
Razão de Elongação (Re)	$Re = 1,128 \cdot \sqrt{A}/Lc$	#
<b>PARÂMETROS DE RELEVO</b>		
Elevação Mínima (Emin)	#	m
Elevação Máxima (Emax)	#	m
Amplitude Altimétrica (H)	$H = Emax - Emin$	m
Razão de Relevo (Rr)	$Rr = H/Lc$	#
<b>PARÂMETROS DE RELEVO</b>		
Índice	Metodologia	Unidade
Razão de Relevo (Rr)	$Rr = H/Lc$	#
Número de Rugosidade (Nr)	$Nr = H \cdot Dd$	#
Orientação	Orientação segundo os pontos cardeais do plano de máxima declividade na foz	#
<b>PARÂMETROS DE DRENAGEM</b>		
Ordem do Curso d'água principal (U)	Ordem hierárquica (Strahler)	#
Número de canais (Nu)	Contagem do número de canais na bacia	#
Comprimento do Curso d'água principal (L)	#	km
Comprimento Total dos Cursos d'água (Lu)	#	km
Densidade de Drenagem (Dd)	$Dd = Lu/A$	km/km <sup>2</sup>
Razão de Bifurcação (Rb)	$Rb = Nu/(Nu + 1)$	#
Razão de Bifurcação Média (Rbm)	$Rbm = \sum Rb/nRb$	#
Padrão de Drenagem	Configuração dos cursos d'água	#

Fonte: Autoria própria, 2020.

O mapa da declividade foi elaborado usando o MDE do ALOS PALSAR e realizando as seguintes operações da ferramenta *Spatial Analyst Tools*: 1) *Fill*: correção das falhas no MDE; 2) *Slope*: determinação da declividade em porcentagem a partir do MDE; 3) *Reclassify*: classificação da declividade gerada. A declividade foi dividida em classes de acordo com critérios da EMBRAPA (1979).

### **Seleção das sub-bacias e definição dos pontos de monitoramento hidrológico**

Os pontos de monitoramento hidrológico nas sub-bacias a montante da cidade de Manhauçu foram definidos a partir de uma visita à área, quando se usou o GPS map 76CSx da marca Garmin, no sistema de coordenadas WGS 1984. As localizações obtidas em campo foram dispostas em mapa no ArcGIS 10.5<sup>®</sup>.

Os critérios para escolha das sub-bacias foram definidos após o estudo de suas características morfométricas, e do uso e ocupação do solo na região. Esses fatores estão relacionados com a forma que uma bacia hidrográfica escoar seu conteúdo hídrico, assim como com a ocorrência de inundações em locais a jusante da bacia (NETO, 2017).

Além disso, para a seleção dessas sub-bacias também foi considerada a distância delas até a cidade, visto que quanto mais próxima for a sub-bacia da foz localizada no início da cidade, maior será sua contribuição para o aumento do volume de água no rio, devido ao menor tempo para que sua vazão seja amortecida. Outras características que foram levadas consideradas foram a classificação climática e a precipitação média da região, uma vez que esses fatores estão relacionados à dinâmica da água no ciclo hidrológico.

Na maioria das situações as inundações estão relacionadas às precipitações intensas, sendo necessário que os eventos pluviométricos sejam constantemente monitorados. Logo, para o monitoramento da precipitação é sugerida a instalação de pluviômetros, e, para o nível d'água do rio é proposta a utilização de linímetros. Ambos os equipamentos foram sugeridos por serem ferramentas de mais simples operação e apresentarem um menor custo.

O sistema de monitoramento proposto neste trabalho é manual, portanto, para a instalação dos dois equipamentos anteriormente citados é necessário que o local escolhido seja próximo a moradores da região e tenha um fácil acesso, para que não seja difícil encontrar pessoas para monitorar os dados, além de ser essencial oferecer um treinamento a estes observadores para a realização da coleta dos dados.

A definição de um monitoramento em tempo real foi a melhor opção, pois o objetivo deste é auxiliar na previsão de vazões e no alerta de eventos extremos, sendo essencial

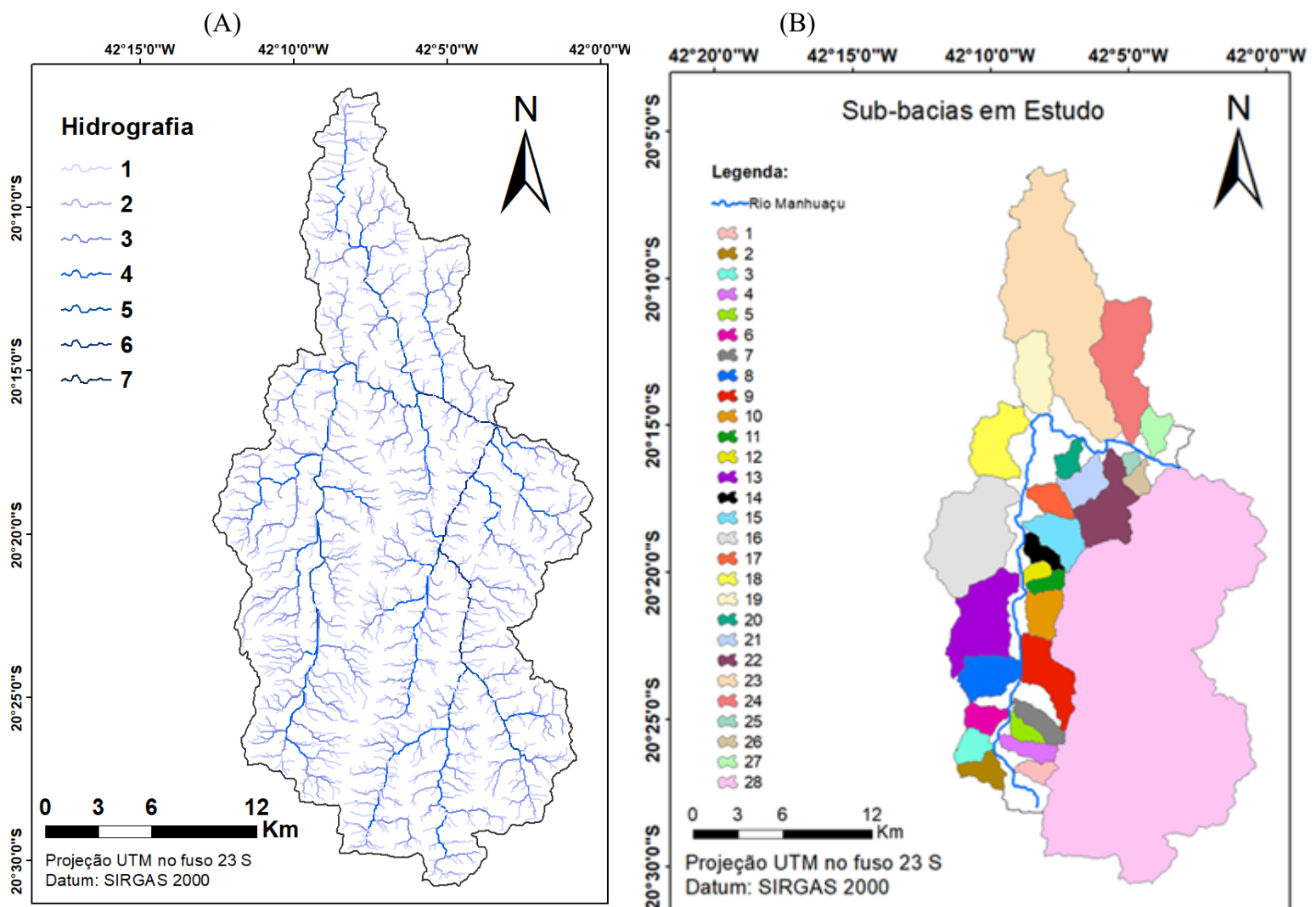
disponibilizar aos observadores um rádio ou um telefone para informar a central responsável o nível da precipitação ou da cota, quando este for solicitado ou de acordo com frequência preestabelecida. A central responsável por receber, processar e divulgar os dados coletados será a Defesa Civil do município, uma vez que, tal órgão já atua na prevenção e prestação de socorro à comunidade em ocasião das inundações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Área de estudo e sub-bacias

A bacia do rio Manhuaçu a montante da cidade apresenta uma área equivalente a 547,80 km<sup>2</sup> e um perímetro de 146,50 km. A hidrografia da área (Figura 2A) possui cursos d'água que vão da ordem 1 à ordem 6, sendo o rio Manhuaçu de ordem 7 com extensão de 41,50 km. A maior elevação da área de estudo correspondeu a 1.743 m, e a menor, 613 m.

Figura 2: Hidrografia da área de estudo (A) e Sub-bacias determinadas (B).



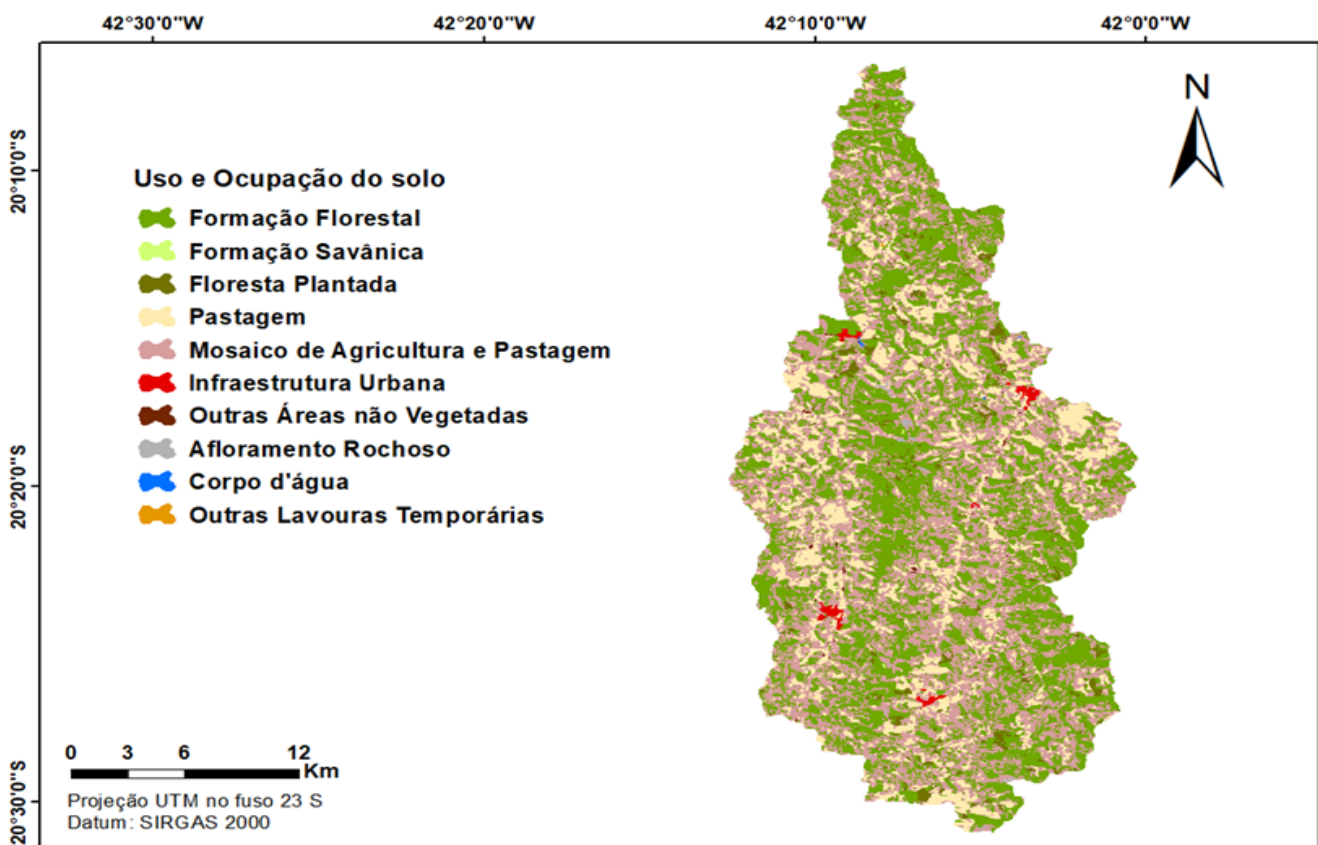
Fonte: Autoria própria, 2020.

Um total 116 sub-bacias foram delimitadas, dessas 1 de 6º ordem, 1 de 5º ordem, 8 de 4º ordem, 18 de 3º ordem, 31 de 2º ordem e 57 de 1º ordem. Para este trabalho, foram consideradas as sub-bacias de ordem igual ou superior a 3º, resultando assim em 28 sub-bacias, identificadas numericamente seguindo uma ordem da cabeceira até a foz (Figura 2B).

### Uso e ocupação do solo

As principais classes de uso e ocupação do solo corresponderam à Formação florestal, Mosaico de agricultura e pastagem e a Pastagem, abrangendo 40,75%, 40,14% e 15,97% da área respectivamente (Figura 3). A significativa presença do setor agropecuário na região explica a expressiva porcentagem de áreas destinadas a esse uso, cujo valor foi cerca de 56%. Outros usos menos expressivos, porém, de grande potencial poluidor e gerador de impactos aos recursos hídricos também devem ser vistos com atenção como as áreas de infraestrutura urbana estabelecidas na região.

**Figura 3:** Mapa de classificação de uso e ocupação do solo na área de estudo.



**Fonte:** Autoria própria, 2020.

## Parâmetros morfométricos

Os parâmetros geométricos, de relevo e de drenagem das 28 sub-bacias foram calculados. Na Tabela 2 estão os resultados dos parâmetros geométricos, onde sub-bacias 23 e 28 destacaram com as maiores áreas, sendo 243,13 km<sup>2</sup> e 65,65 km<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabela 1:** Parâmetros Geométricos e de relevo das sub-bacias.

PARÂMETROS GEOMÉTRICOS DAS SUB-BACIAS							
Sub-bacias	A (km <sup>2</sup> )	P (km)	Lc (km)	Kc	Ic	Kf	Re
1	2,51	7,42	3,00	1,31	0,57	0,28	0,60
2	4,00	10,18	3,03	1,42	0,49	0,44	0,75
3	3,74	8,10	2,84	1,17	0,72	0,46	0,77
4	3,56	10,10	4,22	1,50	0,44	0,20	0,50
5	2,39	7,68	3,30	1,39	0,51	0,22	0,53
6	3,78	8,66	3,15	1,25	0,63	0,38	0,70
7	4,25	11,24	4,79	1,53	0,42	0,19	0,49
8	8,44	12,42	4,49	1,20	0,69	0,42	0,73
9	10,60	17,68	7,04	1,52	0,43	0,21	0,52
10	5,81	10,61	3,69	1,23	0,65	0,43	0,74
11	2,26	7,38	3,00	1,37	0,52	0,25	0,56
12	1,76	5,52	2,05	1,17	0,73	0,42	0,73
13	18,04	23,77	9,12	1,57	0,40	0,22	0,53
14	3,04	8,69	3,57	1,40	0,51	0,24	0,55
15	7,62	13,07	4,43	1,33	0,56	0,39	0,70
16	28,99	24,49	8,15	1,27	0,61	0,44	0,74
17	4,23	9,38	3,94	1,28	0,60	0,27	0,59
18	11,65	17,32	5,25	1,42	0,49	0,42	0,73
19	10,05	14,18	5,69	1,25	0,63	0,31	0,63
20	2,78	7,86	3,08	1,32	0,57	0,29	0,61
21	5,87	11,50	4,21	1,33	0,56	0,33	0,65
22	13,04	20,03	6,74	1,55	0,41	0,29	0,60
23	65,65	50,74	18,98	1,75	0,32	0,18	0,48
24	21,79	25,41	9,96	1,52	0,42	0,22	0,53
25	1,22	4,61	1,79	1,17	0,72	0,38	0,70
26	2,28	7,43	2,76	1,38	0,52	0,30	0,62
27	4,10	9,59	3,52	1,33	0,56	0,33	0,65
28	243,13	87,81	28,15	1,58	0,40	0,31	0,62

Onde: A = área de drenagem; P = perímetro; Lc = comprimento axial; Kc = coeficiente de compacidade; Ic = índice de circularidade; Kf = fator de forma; Re = razão de alongação; **Fonte:** Autoria própria, 2020.

Além dos parâmetros geométricos, foram calculados também os parâmetros de relevo (Tabela 3), considerados por Villela e Mattos (1975) como fatores determinantes nos aspectos meteorológicos e hidrológicos da bacia. A declividade do terreno influencia diretamente a velocidade do escoamento superficial, enquanto a altitude interfere na temperatura, precipitação, evaporação, e outros aspectos. Dessa forma, para esse estudo, estes parâmetros foram importantes em decorrência da relação que possuem com inundações.

**Tabela 3:** Parâmetros de Relevo da sub-bacias.

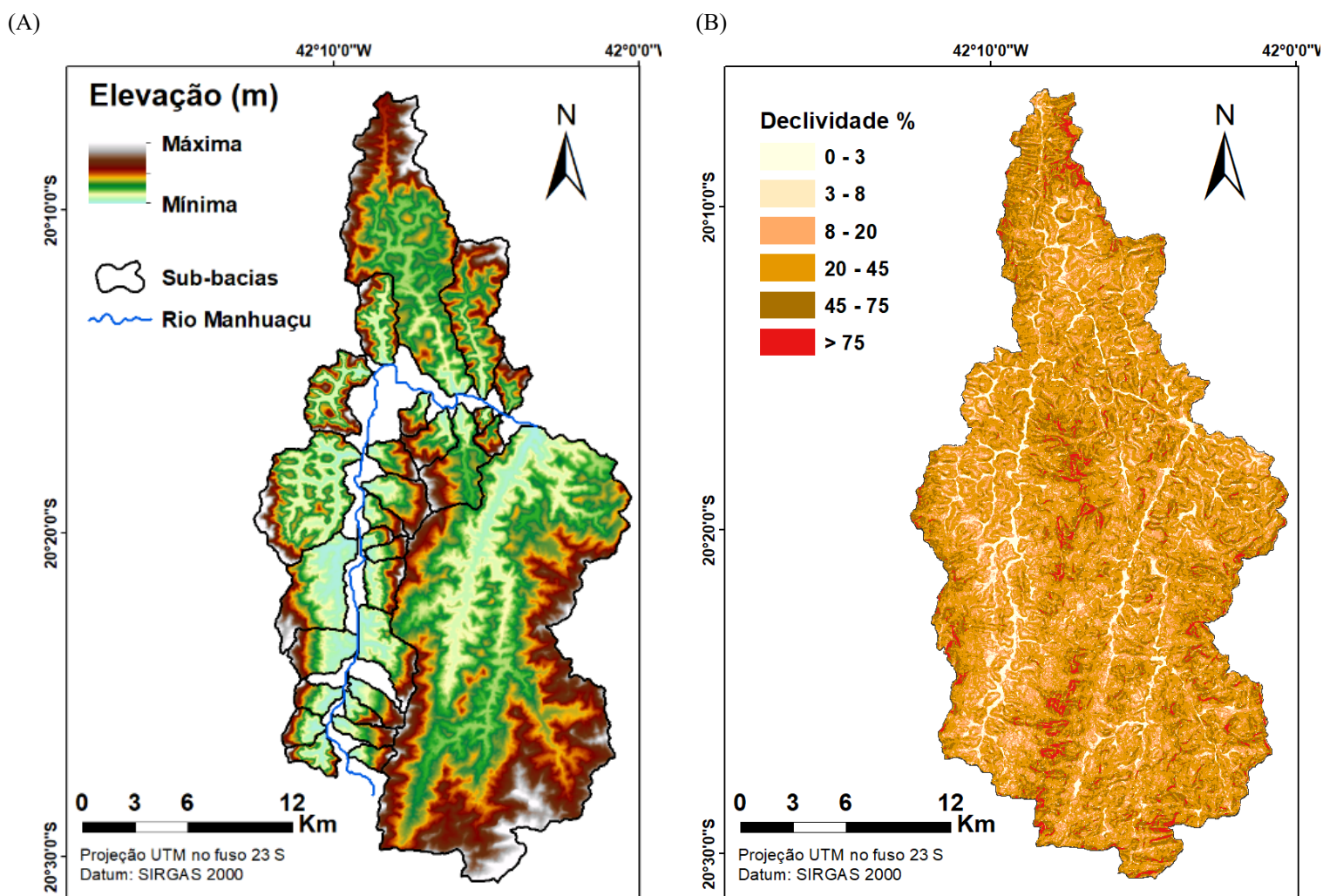
PARÂMETROS DE RELEVO DAS SUB-BACIAS						
Sub-bacias	Emin (m)	Emax (m)	H (m)	Rr	Nr	Orientação
1	863	1570	707	0,24	1,90	Oeste
2	813	1162	349	0,12	0,74	Nordeste
3	813	1232	419	0,15	0,96	Nordeste
4	811	1520	709	0,17	1,82	Noroeste
5	806	1331	525	0,16	1,24	Noroeste
6	806	1424	618	0,20	1,49	Leste
7	805	1600	795	0,17	2,15	Nordeste
8	801	1585	784	0,17	2,16	Leste
9	798	1617	819	0,12	2,17	Noroeste
10	793	1333	540	0,15	1,30	Noroeste
11	794	1512	718	0,24	2,16	Sudoeste
12	789	1183	394	0,19	0,92	Sudoeste
13	789	1583	794	0,09	1,94	Nordeste
14	786	1509	723	0,20	1,58	Noroeste
15	787	1579	792	0,18	1,75	Noroeste
16	772	1353	581	0,07	1,25	Nordeste
17	773	1534	761	0,19	1,32	Noroeste
18	763	1014	251	0,05	0,50	Nordeste
19	750	1237	487	0,09	1,03	Sul
20	689	1315	626	0,20	1,25	Nordeste
21	694	1494	800	0,19	1,66	Nordeste
22	676	1577	901	0,13	1,99	Nordeste
23	664	1599	935	0,05	1,95	Sudeste
24	670	1276	606	0,06	1,18	Sul
25	668	891	223	0,12	0,43	Nordeste
26	655	1048	393	0,14	0,79	Nordeste
27	650	1027	377	0,11	0,75	Sudeste
28	616	1743	1127	0,04	2,54	Norte

Fonte: Autoria própria, 2020.

A maior amplitude altimétrica foi registrada na sub-bacia 28 (Figura 4A), que corresponde a sub-bacia do rio São Luís, apresentando valor igual a 1127 m. Em seguida, tem-se as amplitudes das sub-bacias 23 e 22, cujos valores foram 935 e 901 m, respectivamente. Conforme Moreira et al. (2016), esses resultados indicam um relevo montanhoso que acelera a ocorrência de escoamento superficial. Além disso, as variações de altitude ao longo das sub-bacias explicam as diferenças observadas no clima da região e, conseqüentemente na precipitação anual.



Figura 4: Elevação das sub-bacias (A) e classes de declividade em porcentagem da área de estudo (B).



Fonte: Autoria própria, 2020.

Ademais, a maior parte da área estudada apresenta um relevo mais íngreme, com maiores declividades (Tabela 4A e Figura 4B), o que implica em um menor intervalo de tempo entre o início da chuva e a ocorrência da vazão máxima em uma seção do rio, ocasionando maior vazão à jusante e ampliando as perspectivas de enchentes intensas (SIRANGELO, 2014). Neste sentido, a cidade de Manhuaçu fica mais suscetível a ocorrência de acentuadas variações do volume de água do rio, onde no período chuvoso pode acarretar alagamentos, prejudicando a população, principalmente a parcela que reside próxima às margens do rio (BARBOSA, 2019).

**Tabela 4:** Classificação da declividade da bacia de estudo.

INTERVALO DA DECLIVIDADE (%)	CLASSIFICAÇÃO	ÁREA (km <sup>2</sup> )	ÁREA (%)
0 - 3	Plano	23,83	4,35
3 - 8	Suave Ondulado	20,94	3,82
8 - 20	Ondulado	105,96	19,34
20 - 45	Forte Ondulado	281,14	51,33
45 - 75	Montanhoso	99,60	18,18
> 75	Escarpado	16,29	2,97

Fonte: Adaptada da EMBRAPA (1979); Autoria própria, 2020.

Por fim, os resultados dos parâmetros de drenagem das sub-bacias (Tabela 5) são segundo Villela e Mattos (1975) importantes ao indicar uma maior ou menor velocidade com que a água deixa uma bacia, sendo de grande relevância para o estudo deste trabalho.

**Tabela 5:** Parâmetros de Drenagem das sub-bacias.

PARÂMETROS DE DRENAGEM DAS SUB-BACIAS					
Sub-bacias	U	Nu	Lu (km)	Dd (km/km <sup>2</sup> )	Rbm
1	3	14	6,75	2,69	3,75
2	3	17	8,54	2,13	4,50
3	3	16	8,58	2,30	3,38
4	3	16	9,14	2,57	3,50
5	3	10	5,64	2,36	2,75
6	3	17	9,10	2,41	3,67
7	3	19	11,48	2,70	3,75
8	4	33	23,33	2,76	3,00
9	4	41	28,05	2,65	3,31
10	3	23	14,01	2,41	4,33
11	3	8	6,79	3,01	2,25
12	3	10	4,11	2,33	2,75
13	4	74	43,92	2,44	3,91
14	3	14	6,62	2,18	3,17
15	4	43	16,83	2,21	3,31
16	4	117	62,73	2,16	4,56
17	3	13	7,32	1,73	3,00
18	4	47	23,30	2,00	3,26
19	3	32	21,16	2,11	5,38
20	3	11	5,54	1,99	3,00
21	3	23	12,22	2,08	4,25
22	4	53	28,87	2,21	3,68
23	5	239	137,04	2,09	3,88
24	4	86	42,45	1,95	4,79
25	3	7	2,37	1,94	2,00
26	3	8	4,56	2,00	2,25
27	3	17	8,13	1,98	4,50
28	6	1086	547,76	2,25	3,87

Onde: U = ordem do curso d'água principal; Nu = número de canais; Lu = comprimento total dos cursos d'água; Dd = densidade de drenagem; Rbm = razão de bifurcação média. Fonte: Autoria própria, 2020.

### Seleção das sub-bacias para monitoramento

As sub-bacias escolhidas para o monitoramento foram a 22, 23, 24 e 28, conhecidas na região como Córrego Taquara Preta, Córrego Manhauzuzinho, Córrego São Sebastião e Rio

São Luís, respectivamente. A seleção foi baseada nas características geográficas, morfométricas e no uso e ocupação do solo da região.

A distância da sub-bacia da entrada da cidade, ou seja, a proximidade da sub-bacia foi a característica considerada de maior relevância na seleção. Com isso, quanto mais próxima a sub-bacia está da cidade, menor torna-se o tempo de amortecimento da vazão possibilitando uma maior contribuição para o aumento do nível no rio Manhuaçu na cidade.

Nesse sentido, o segundo parâmetro com maior destaque para a determinação das sub-bacias foi a área de drenagem, já que essa característica contribui para a produção de água na bacia e é perceptível sub-bacias de grandes áreas na proximidade da cidade, incluindo as duas sub-bacias que apresentaram as maiores áreas no estudo.

Além disso, como outros fatores significativos de escolha, tem-se a amplitude altimétrica e a declividade, que são parâmetros morfométricos de relevo. De acordo com Teodoro et al. (2007), uma elevada variação de altitude causa variações significativas na temperatura média influenciando na evapotranspiração e na precipitação anual, e percebe-se que as sub-bacias selecionadas destacam-se em relação a esse parâmetro. Quanto à declividade, Villela e Mattos (1975) ressaltam a influência deste fator na velocidade do escoamento superficial interferindo nos picos de cheia, já que o processo de infiltração e a susceptibilidade à erosão dependem da rapidez com que ocorre esse escoamento na sub-bacia. Como analisado, a declividade na região é predominantemente acentuada, contribuindo para a ocorrência das inundações.

Outro critério considerado na escolha foi o uso e ocupação do solo das sub-bacias. Os usos mais representativos do setor agropecuário na região foram Mosaicos de Agricultura e Pastagem e o uso Pastagem com valores de porcentagem somados, sendo que para as sub-bacias 22; 23; 24 e 28 esses corresponderam a 56,4%; 48,3%, 44,4% e 57,26%. Conforme Nascimento e Fernandes (2017), a cobertura vegetal é um importante fator que afeta a preservação do solo e da água. Neste sentido, uma grande porção de áreas de pastagem pode ocasionar processos erosivos do solo e, conseqüentemente, a poluição das águas.

Outro ponto observado é a foz das sub-bacias 8; 12 e 28 situadas próximas à área de infraestrutura urbana, podendo ocasionar grande variação de vazão dentro das regiões urbanizadas em decorrência de chuva de elevada intensidade na área.

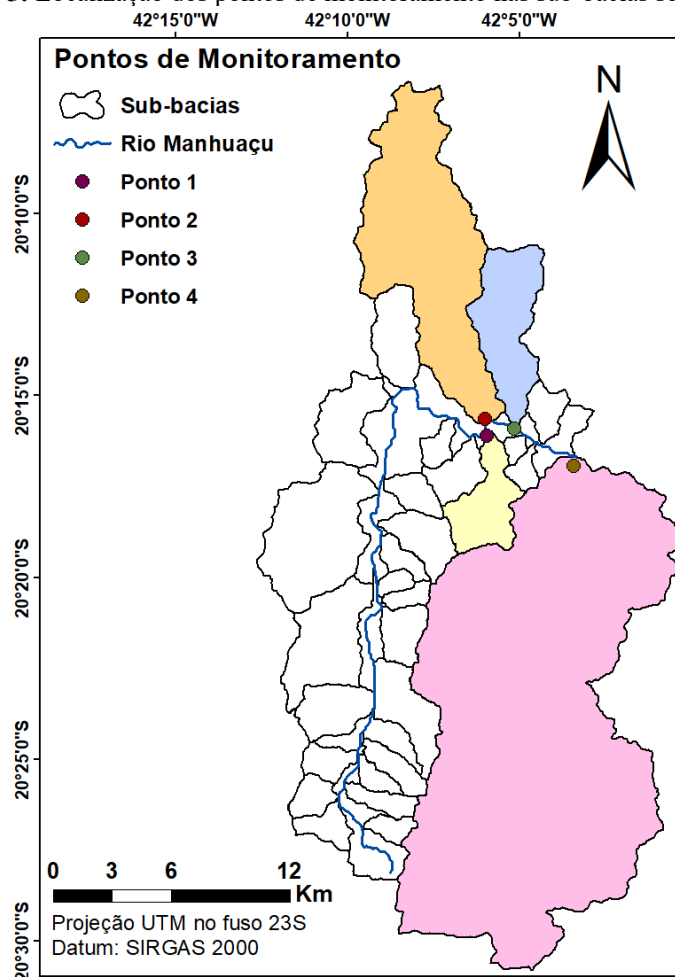
Outros parâmetros que contribuíram para a escolha das sub-bacias, foram os parâmetros de drenagem. Conforme Santos et al. (2012), a ordem dos cursos d'água representa o grau de

ramificação em uma bacia, e quanto maior for a ramificação mais eficiente será o sistema de drenagem. As sub-bacias escolhidas foram de ordem 6, 5 e 4, as maiores ordens na área de estudo, apresentando também os maiores números de canais e comprimentos de cursos d'água das sub-bacias mais próximas da entrada da cidade de Manhuaçu, sendo que as sub-bacias 23 e 28 apresentaram os maiores valores encontrados no cálculo desses dois fatores de toda área de estudo.

### Localização dos pontos de monitoramento hidrológico

A localização dos pontos de monitoramento hidrológico nas sub-bacias escolhidas (Figura 5, Tabela 6) foi estabelecida durante a visita a área de estudo que ocorreu no dia 19 de setembro de 2020, seguindo os critérios determinados na metodologia. Todos os pontos foram estabelecidos em locais próximos da foz da respectiva sub-bacia, onde o curso d'água principal se encontra com o Rio Manhuaçu.

**Figura 5:** Localização dos pontos de monitoramento nas sub-bacias selecionadas.



Fonte: Autoria própria, 2020.

**Tabela 6:** Coordenadas UTM dos pontos de monitoramento nas sub-bacias escolhidas.

PONTO DE MONITORAMENTO	SUB-BACIA	NOME (curso d'água principal)	COORDENADAS UTM DOS PONTOS
Ponto 1	Sub-bacia 22	Córrego Taquara Preta	803.364 E ; 7.756.554 N
Ponto 2	Sub-bacia 23	Córrego Manhuaçuinho	803.281,5 E ; 7.757.390,1 N
Ponto 3	Sub-bacia 24	Córrego São Sebastião	804.751 E ; 7.756.897,3 N
Ponto 4	Sub-bacia 28	Rio São Luís	807.793 E ; 7.755.028,7 N

**Fonte:** Autoria própria, 2020.

## CONCLUSÃO

Os parâmetros morfométricos mais relevantes para a seleção das sub-bacias foram a área de drenagem, amplitude altimétrica, declividade, ordem dos cursos d'água, número de canais e comprimento total dos cursos d'água. Esses parâmetros foram analisados concomitantemente com outros fatores como a proximidade da foz da sub-bacia da cidade de Manhuaçu, o uso e ocupação do solo e a precipitação na região. Dessa forma, foram selecionadas as sub-bacias 22, 23, 24 e 28 para serem monitoradas.

Os parâmetros morfométricos calculados e não utilizados como critério de seleção não foram tão significativos para a escolha das sub-bacias por não apresentarem tendência relevante à ocorrência de enchentes.

Os pontos de monitoramento de precipitação e nível d'água foram determinados na visita a campo e escolhidos por meio de orientações dispostas em literatura. Dessa forma, os pontos foram estabelecidos próximos à moradias, facilitando a leitura dos equipamentos por pessoas da região e transmissão dos dados à Defesa Civil.

O monitoramento nas sub-bacias e a transmissão dos alertas irão contribuir para a instalação de um sistema de alerta na cidade de Manhuaçu, e com isso, amenizar os danos causados pelas inundações.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. T.; ABREU, M. C.; FRAGA, M. S.; SILVA, D. D.; CECÍLIO, R. A. Aspectos morfométricos relacionados ao estudo de enchentes na Bacia do Rio Sapucaí, Minas Gerais. **Nativa Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v.5, n.3, p.169-174, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/318801634\\_Aspectos\\_morfometricos\\_relacionado](https://www.researchgate.net/publication/318801634_Aspectos_morfometricos_relacionado)>. Acesso em: 3 jun. 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVER, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, 711–728, 2013.

BARBOSA, R. A. **ESTUDOS HIDROLÓGICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MANHUAÇU, MG**. 2019. 121 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

CANÇADO, V. L.; BRASIL, L. S. S.; GUERRA, A.; NASCIMENTO, N. O. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE À INUNDAÇÃO: Estudo de Caso da Cidade de Manhuaçu, Minas Gerais. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **ABRHidro - Associação Brasileira de Recursos Hídricos**. São Paulo, 2007. Disponível em: <<https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=3&ID=19&SUMARIO=4675>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos** (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

GARCIA, J. I. B. **Monitoramento Hidrológico e Modelagem da Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Arroio Cancela**. 2005. 169 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **A geografia do café**, 156p. 2016. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99002.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades e Estados, Estimativa Populacional Censo 2019**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. de O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. de M. **PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS: CONCEITOS BÁSICOS**. Florianópolis – Sc: Organic Trading, 2006. 109 p.

MANHUAÇU (MG). **Prefeitura**. 2015. Disponível em: <<https://www.manhuacu.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/defesa-civil-se-prepara-para-periodo-de-fortes-chuvas/37994>>. Acesso em: 22 jun. 2020.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D.; FILHO, R. F. P. **DETALHAMENTO HIDROMORFOLÓGICO DA BACIA DO RIO DOCE**. CPRM. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió – AL, 2011. Disponível em: <[http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17402/3/poster\\_bacia\\_%20rio\\_%20doce.pdf](http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/17402/3/poster_bacia_%20rio_%20doce.pdf)>. Acesso em: 7 jun. 2020.

MOREIRA, G. L.; ARAÚJO, E. A.; ANDRADE, M. S. S. de; LIMA, M. C. D. de; OLIVEIRA, F. R. de. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Alegre, ES, Brasil. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos-PB, v. 12, n. 4, p. 403-409, 2016.

NASCIMENTO, T. V. do.; FERNANDES, L. L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM**. Santa Maria, v.39 n.1, 2017, Jan - abr, p. 169 – 177, 2017.

NETO, G. M. **CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E ANÁLISE DO RISCO A INUNDAÇÃO NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DE IBITIRAMA-ES**. Orientador: Prof. Dr. Roberto Avelino Cecílio. 2017. 53 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Florestal.) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, Jerônimo Monteiro, 2017.

PARH DO6; IGAM – **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Manhuaçu**, 2010.

PDM - **Plano Diretor Municipal e Plano de Mobilidade Urbana do Município de Manhuaçu**. Manhuaçu, MG. 2016. Disponível em: <[https://www.manhuacu.mg.gov.br/abrir\\_arquivo.aspx/Plano\\_Diretor\\_e\\_plano\\_de\\_Mobilida](https://www.manhuacu.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Plano_Diretor_e_plano_de_Mobilida)>. Acesso em: 20 jun. 2020.

SANTOS, D. B. dos; VIDOTTO, M. L.; BERTINATTO, R.; MARCON, G. R. de S.; FRIGO, E. P. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio São José, Cascavel, PR. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 7-18, jul. 2012.

SANTOS, I. dos; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. **Hidrometria Aplicada**. Curitiba: Lactec, 2001. 372 p.

SANTOS, T. B. dos. **SISTEMA DE MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - HIDROBAP**. São Paulo: Unisal, 2009. 35 p.

SILVA, G. F. P. **CONTRIBUIÇÕES PARA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MANHUAÇU**. 2017. 122 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Área de concentração: Recursos Hídricos. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

SIRANGELO, F. R. **Relação entre a ocorrência de inundações e enxurradas e os índices morfométricos das sub-bacias hidrográficas da Região Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil**. Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGRAWHill do Brasil, 245p. 1975. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/04/villela-s-matos-a-hidrologia-aplicada-caps-1-2-e-3.pdf>> Acesso em: 3 jun. 2020.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O CONCEITO DE BACIA HIDROGRÁFICA E A IMPORTÂNCIA DA CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA PARA O ENTENDIMENTO DA DINÂMICA AMBIENTAL LOCAL. **REVISTA UNIARA**, Araraquara (SP), n. 20, p. 137-157, 2007.

TONELLO, K. C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

TUCCI, C. E. M. Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 2, p. 5-12, jul./dez. 1997. Disponível em: <<https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=56&SUMARIO=741>>. Acesso em: 15 maio 2020.



# CAPÍTULO 13

## CUSTO DE TRANSAÇÃO E TERCEIRIZAÇÃO NO TRANSPORTE DE MADEIRA EM TORA: UM ESTUDO DE CASO NO SETOR MADEIREIRO DO BAIXO ACRE, 2009-10

Ívina Zuleide Gonçalves de Sousa Freitas  
Zenobio Abel Gouveia Pereli da Gama e Silva

### RESUMO

Esta pesquisa abordou o setor madeireiro da Regional do Baixo Acre (Rio Branco, capital do Estado do Acre, Capixaba, Acrelândia e Porto Acre) e teve como objetivo gerar informações econômicas sobre o setor florestal madeireiro acreano e assim contribuir na elaboração e implementação de políticas públicas que incentivem o uso racional dos recursos nesta região. Para tal, a metodologia utilizada enfocou o custo de transação na terceirização do transporte de madeira em tora da floresta à serraria. Nesse sentido, para avaliar a cadeia produtiva foi feita uma caracterização da matéria-prima. Já com relação às transações no transporte florestal, foi realizado um estudo sobre a terceirização deste serviço e, por fim, uma análise das dimensões ou atributos das transações. Os resultados gerados permitiram as seguintes conclusões: (a) o setor é altamente dependente de terceiros para ter a matéria-prima no seu pátio de estocagem; (b) Sena Madureira, Bujari e Rio Branco foram os principais municípios responsáveis pelo fornecimento de madeira em tora; (c) o setor é dependente da terceirização de caminhões; (d) mais da metade das empresas realizam integração parcial com a contratação de pequenas transportadoras e as transações são feitas via mercado; (e) a oferta de caminhões terceirizados é menor que a demanda pelo serviço, ocorrendo comportamentos oportunistas; (f) o setor apresenta baixos níveis de especificidade locacional e dedicados; (g) as firmas que levam mais de um dia para contratar uma nova transportadora apresentam alta especificidade temporal; (h) a especificidade dos ativos físicos para as transportadoras e para os empresários é baixa; (i) a incerteza está associada aos períodos de sazonalidade e de escoamento da produção. Contudo, a frequência deste tipo de transação é considerada constante para todas as empresas, criando uma relação de confiança que estimulam a fidelidade comercial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividade Florestal; Custo de Transação; Economia Institucional; Setor Madeireiro; Terceirização de Transporte Florestal.

### INTRODUÇÃO

A indústria de madeira é uma das partes da economia brasileira que mais proporciona uma alta contribuição socioeconômica para o país (PEREZ; BACHA, 2007).

De acordo com Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente – ABIMCI (2007) possui cerca de 846 milhões de hectares e seu ecossistema florestal está dividido em aproximadamente 544 milhões de hectares de florestas nativas (sendo que 60% são de florestas tropicais, 34% cerrados, 4% matas de caatinga e 2% mata atlântica) e

5,7 milhões de florestas plantadas. O Brasil apresenta cerca de 10% de toda a área florestal do mundo.

Do exposto, é possível abordar que o desenvolvimento está associado ao fomento de novas forças produtivas e da formação de novas relações de produção, de modo a promover um processo sustentável de crescimento econômico regional. Logo, no Estado do Acre já foram realizados vários trabalhos, relacionados ao desenvolvimento do setor madeireiro acreano, importantes para a política e desenvolvimento do Estado, como por exemplo os trabalhos sobre a produção e comercialização de derivados madeireiros acreanos, nos anos de 1996, 2002, 2004-5, foram estudadas por Silva (2000, 2003, 2005 e 2007).

Segundo Silva e Sousa (2010) enfatizam que no Estado do Acre, tem-se discutindo uma política florestal voltada à conservação dos seus recursos naturais. Isso pode ser justificado considerando que esse Estado possui ainda 87,4% de floresta nativa intacta, o equivalente a 165.150 km<sup>2</sup>, e que se explorada de forma adequada, apresenta um potencial para gerar emprego e distribuição de renda para a população local, sem comprometer o futuro deste bioma.

Diante deste cenário, embora tenham sido realizados vários estudos e pesquisas sobre o setor florestal acreano, existem ainda algumas lacunas de conhecimentos que precisam ser preenchidas para um efetivo desenvolvimento desse segmento produtivo. Também são oportunas as pesquisas que complementem àquelas já realizadas, enfocando a caracterização do transporte de madeira em tora da floresta à serraria e os impactos dos custos de transação na definição e sucesso da cadeia produtiva madeireira local.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **Mercado madeireiro Acreano**

Segundo Silva (2005), nos anos de 1996 e 2002, as serrarias acreanas dependiam de terceiros para abastecer seus estoques com madeiras em tora. Mais especificamente, as florestas de propriedade das serrarias contribuía, respectivamente, com apenas 17,18% e 10,67% da madeira em tora processada nestas indústrias.

Complementando, Silva (2005) enfatiza que a baixa disponibilidade de tora na região para as serrarias amostradas em 1996, se deu pela falta de capital e a escassez de áreas possíveis de exploração. Já as firmas madeireiras pesquisadas em 2002, tiveram dificuldades na oferta de tora devido ao excesso de burocracia para obter a documentação da terra para o acesso à floresta e o preço da tora.

A Região do Baixo Acre (formada pelos municípios Acrelândia, Bujari, Capixaba, Plácido de Castro, Porto Acre, Rio Branco e Senador Guiomard) é responsável por 87% do volume de madeira acreana extraída através de planos de manejo florestal e produz cerca 66% de toda produção madeireira do Estado. Outrossim, o desmatamento responde por 50,8% de todo o Estado (ACRE, 2006).

### **Transporte de madeira**

De acordo com Worrel (1959) e Duerr (1972), o transporte é um custo a ser considerado no processamento de produtos madeireiros. A intenção é que as firmas se localizem próximas dos seus clientes, caso os custos de transporte do produto final sejam mais altos que os custos de transporte da matéria-prima madeira.

Machado et al. (2005) abordam que o custo de deslocamento de madeira varia conforme a distância. A distância, por sua vez, é um dos fatores que mais compromete os custos de transporte e é ela quem determina o volume de madeira a ser transportada. Assim sendo, quanto maior à distância, mais alto será o custo unitário por metro cúbico de madeira transportada.

Berger et al. (2003) complementam que o transporte de madeira é uma das atividades mais custosas dentro de uma empresa florestal. Isso se deve a complexidade das diversas variáveis envolvidas neste processo, como climáticas, distâncias entre a floresta até destino final, custos de manutenção, combustível, pneus, entre outros. Por esse motivo, é importante que haja um planejamento para uma tomada de decisão visando minimizar os custos e as distâncias percorridas.

Machado et al. (2005) acrescentam que os veículos empregados no transporte florestal rodoviário são classificados conforme a capacidade de carga. Dessa forma, existem os veículos leves (cujas capacidades de carga não ultrapassam 10 toneladas), os veículos pesados (os que admitem de 30 a 40 toneladas de carga) e os veículos extra pesados (suportam uma carga acima das 40 toneladas).

Complementando, Machado et al. (2005) mencionam as seguintes especificações para os tipos de caminhões: (a) tipo 4x2, 4x4, 6x2 ou 6x4 constitui-se de uma única unidade tratora e transportadora, são os chamados caminhões (truque); (b) articulado ou carreta, são os compostos de uma unidade tratora (cavalos-mecânicos), com tração 4x2 ou 6x4 e um semi-reboque e, (c) conjugado (Romeu e Julieta ou bminhão), são aqueles que constituem de um caminhão e um reboque.

O caminhão, como meio de transporte, está relacionado não só ao volume da carga a ser conduzida, mas a facilidade de condução e interligação entre a área de origem e unidade de processamento da madeira (MACHADO, 2006).

De acordo com Duerr (1972) e Silva et al. (2007), a madeira é um produto de baixa especificidade, ou seja, o seu valor em relação ao seu peso e/ou volume é baixo. Contudo, o custo de transporte desse insumo é relativamente alto.

### ***Terceirização do transporte de madeira***

Segundo Machado et al. (2005), a terceirização trata-se de um processo de transferência, dentro da empresa contratante (empresa-origem), de desempenhos e/ou atividades que podem ser realizadas por outras empresas prestadoras (empresa-destino).

Imhoff e Mortari (2005) citam que, com a adoção da terceirização, a firma poderá concentrar seus recursos na sua própria área produtiva, melhorando a qualidade do produto e sua competitividade no mercado. Esse processo deve começar através de um planejamento do que se pretende terceirizar.

Sousa (2000) afirma que um dos principais motivos para se seguir o processo de terceirização do transporte principal é que os custos dos serviços de coordenação através de contratos podem ser menores que os custos de operação com frota própria.

Machado et al. (2005), por sua vez, completam que o principal risco da terceirização do transporte florestal é a descontinuidade da prestação de serviço.

### **Comercialização**

A comercialização é um sistema que permite o consumidor adquirir produtos na forma, local e na hora desejada. Por esse motivo, é necessário conhecer a comercialização para melhorar sua eficiência (MARQUES e AGUIAR, 1993).

Almeida (2003) enfatiza que o processo de comercialização faz com que o bem comercializado gere renda e empregos diretos e indiretos numa visão global.

### ***Instituições envolvidas na comercialização***

Hoffmann et al. (1992) mencionam que, além dos produtores e consumidores, também estão envolvidos no processo de comercialização os intermediários, organizações auxiliares e indústrias de transformação.

#### a) Intermediários

Para Coughlan et al. (2002), intermediário trata-se de qualquer membro de um canal de comercialização que não seja o fabricante ou o consumidor.

Os intermediários dos canais de comercialização, segundo Sinclair (1992), podem ser intermediários agentes e intermediários comerciantes.

De acordo com Almeida (2003), os intermediários agentes não obtêm para si os produtos. Assim sendo, tais agentes econômicos podem ser: (a) os corretores, aqueles que aproximam compradores e vendedores e sua remuneração se dá pela comissão sobre o valor das vendas do produto e, (b) agente comissionários, quando se trata daquele que realiza compras e vendas impostas pelos interessados e sua remuneração se dá por comissão.

Almeida (2003) complementa que os intermediários comerciantes são os que participam como donos da mercadoria uma vez que pagam por ela. Dividem-se em: (a) varejistas, é o último elo da cadeia, conhece a preferência do consumidor final em relação aos produtos e, (b) atacadistas, é o que compra do produtor e vende em grande volume para varejistas, outros atacadistas e indústrias de processamento.

#### b) Organizações auxiliares

Para Hoffmann et al. (1992) as organizações auxiliares (instrumentais ou facilitadoras) realizam uma ou mais funções de comercialização. Ajudam os intermediários, polícionam práticas comerciais, avaliam e disseminam informações, fazem pesquisas de mercado, porém não assumem os bens nem negociam as compras ou vendas destes.

Barros (2006) informa que as organizações auxiliares ajudam os vários intermediários e produtores na realização de suas funções.

#### c) Indústria de transformação

As indústrias de transformação ao verticalizarem-se para trás, contam com agentes na própria zona de produção. Já, se elas verticalizarem para frente reduz a ação de atacadistas intensificando a venda direta aos varejistas (HOFFMANN et al., 1992).

Para Sandroni (1994), indústria de transformação é um campo de produção industrial voltado para transformar uma determinada matéria-prima em produto.

Barros (2006) completa que as indústrias de transformação são aquelas que agem com seus agentes de compra nas zonas de produção. Esse tipo de indústria realiza as vendas de seus produtos através de atacado diretamente ao varejista.

### ***Cadeia produtiva***

Mielke (2002) define cadeia produtiva como um conjunto de atividades associadas, onde há uma interação consecutiva, envolvendo todos os estágios, como: a extração, processamento, distribuição e comercialização do produto final.

Hoeflich (2000) completa que é importante a influência do consumidor final sobre os demais componentes da cadeia e é essencial conhecer as demandas desse mercado consumidor para garantir a sustentabilidade da cadeia produtiva.

De acordo com Polzl et al. (2003), podem ser incluído no estudo das cadeias produtivas: (a) a localização das firmas; (b) a quantificação da produção; (c) as perspectivas e objetivos dos agentes dos segmentos; (d) a avaliação da estrutura de mercado; (e) a análise organizacional e institucional na qual a empresa se insere e, (f) a análise dos fluxos internos entre as firmas em função dos custos, receitas, eficiência, limitações, oportunidades, ameaças e demandas.

Complementando, Kupfer (2002) afirma que o estudo de cadeias produtivas enfoca o conjunto de etapas consecutivas de compra e venda de produtos, pelas quais são modificados e transferidos uma enorme diversidade de insumos.

### **Tipos de cadeia produtiva**

Para Kupfer (2002) e Prochnik (2002), as cadeias produtivas podem ser: (a) empresariais (são as empresas, ou seja, uma ou um grupo de empresas); (b) setoriais (são as cadeias que estão a um nível mais agregado, onde as fases são os setores econômicos e os intervalos são mercados entre setores consecutivos) e, (c) concorrentes (são as cadeias as que lançam produtos substitutos).

Mielke (2002) e Prochnik (2002) citam que duas cadeias são conhecidas como concorrentes quando seus produtos finais são consumidos para um mesmo objetivo. Esses tipos de cadeias fabricam produtos substitutos e são independentes entre si e estão entre as cadeias empresariais e as setoriais.

Polzl et al. (2003), Polzl (2002), Carvalho et al. (2005) e Pereira (2003) indicam, na Figura 3, a composição da cadeia produtiva da madeira em: (a) cadeia produtiva da madeira industrial (que são: papel, painéis de alta densidade, aglomerados, Medium Density Fibreboard

– MDF e Oriented Strand Board – OSB); (b) cadeia produtiva da madeira para energia (formada pela lenha e carvão) e (c) cadeia produtiva do processamento mecânico (formada pela madeira serrada, compensados e laminados).

Polzl et al. (2003) complementam que no setor florestal o segmento madeireiro é formado de duas maneiras: (a) transversal (diferencia os procedimentos sucessivos de modificação que levam a madeira de um estado bruto a um estado final. Esse método sucessivo abrange as atividades como: silvicultura, colheita florestal, primeira transformação, segunda transformação, terceira transformação e consumidor final. e transversal) e (b) longitudinal (a cadeia produtiva da madeira pode ser segmentada em três grandes cadeias, em função das diferenças no uso da madeira bruta, como: energia, processamento mecânico e madeira industrial).

Conforme Mielke (2002), os componentes da cadeia produtiva da madeira podem estar relacionados aos seguintes tópicos: (a) um ambiente institucional (leis, normas, instituições normativas, entre outros) e, (b) um ambiente organizacional (instituições de governo, de crédito) que, em conjunto, exercem influência sobre os componentes da cadeia.

### **Economia institucional e suas definições**

Para Diniz, Stoffel e Goebel (2004), os custos de transação são abordados na Nova Economia Institucional (NEI) que teve sua origem em 1930 e grandes avanços na década de 60. Os principais representantes da NEI foram: Ronald Coase, Oliver Williamson e Douglas North. Eles viam nas instituições uma maneira de sanar os problemas de relacionamentos entre as pessoas. Eles evidenciam a importância das instituições no estudo do ambiente econômico em relação aos custos de seu funcionamento e na tecnologia.

Já Zylbersztajn (1995), aborda que a Economia de Custos de Transação (ECT) ganhou importância através dos estudos de Williamson. Ela foi construída com pressuposto básico onde são envolvidos os custos para transacionar o produto ou serviço, considerando os custos gerados pelos contratos realizados via mercado e os coordenados pelas empresas.

Zylbersztajn (1995) e Williamson (1985) enfatizam que a transação apresenta três características básicas: (a) especificidade do ativo; (b) frequência e, (c) incerteza ou risco. Esses atributos foram descritos a seguir:

a) Especificidade do ativo: Williamson (1985) conceitua a especificidade de ativos como o quanto um determinado investimento é específico para uma determinada atividade e quão custosa seria sua realocação em razão da perda de valor. Quanto maior a especificidade

envolvida na transação, maior o risco de perda associados a uma ação oportunista e o problema de adaptação, logo, maior será o custo de transação. Para Williamson (1985), Neves (1999), Ribeiro e Caixeta Filho (2000) e Fiani (2002), as especificidades dos ativos são identificadas em três fontes: (a) especificidade locacional; (b) especificidade temporal; (c) especificidade dedicada.

- Especificidade locacional: é quando as empresas, que pertencem há uma mesma cadeia produtiva, encontram-se próximas umas das outras, beneficiando economia de custos com transporte e armazenagem (WILLIAMSON, 1985). Para Ribeiro e Caixeta Filho (2000) quando associada ao transporte principal está relacionada à necessidade de que as transportadoras estejam situadas perto do trajeto entre a fábrica e as florestas. Esta proximidade geográfica tende à diminuição de custos com transporte, uma vez que reduz a extensão entre o ponto de origem do caminhão e o local de trabalho do veículo.

- Especificidade temporal: são investimentos que venham garantir um ganho no tempo em que se processa a transação (WILLIAMSON, 1985). Ribeiro e Caixeta Filho (2000) no transporte principal, ela está coligada ao processo contínuo de produção. A não ocorrência da transação pode provocar a paralisação da atividade e os consequentes gastos desta paralisação.

- Especificidade dedicada: está relacionado à capital investido do tipo ativo irrecuperáveis, onde a ampliação da capacidade produtiva acaba sendo direcionada exclusivamente para atender uma dada demanda, implicando em uma ociosidade caso ocorra uma suspensão da relação (WILLIAMSON, 1985). Para Ribeiro e Caixeta Filho (2000), se houver uma quebra contratual, o mercado regional determinará a necessidade de investimentos específicos, seja para as empresas produtoras de madeira (se houver dificuldade de contratação de outras transportadoras) seja para a transportadora (se houver dificuldade de realocação dos caminhões).

Para Ribeiro (1997) no uso da economia institucional, os altos níveis de especificidade de ativos dedicados, podem restringir a contratação de transportadoras de pequeno porte, como os caminhoneiros autônomos. Já com os níveis de especificidade baixos, haverá uma maior oferta regional de transporte, e isso pode acarretar não apenas contratação de pequenas transportadoras. Já a alta especificidade temporal está associada ao contrato de transportadoras de grande porte e a baixa especificidade temporal não estava necessariamente relacionada à contratação de pequenas transportadoras.

b) Incerteza ou Risco: Williamson (1985) e Zylbersztajn (1995), afirmam que afeta a forma como os resíduos são distribuídos entre os participantes da transação e associado ao



oportunismo dos agentes pode incrementar os custos nas transações via mercado. Para Zylberstajn (1995), a incerteza ou risco pode apresentar problemas devido às oposições inesperadas das transações e às dimensões necessárias para as estruturas de monitoramento e controle. Se as estruturas forem maiores, elas serão mais onerosas.

c) Frequência: Williamson (1985) e Zylbersztajn (1995), mencionam que a frequência é como se as transações são recorrentes ou se ocorrem isoladas, ou seja, sem repetição.

Nesse sentido, visando analisar a caracterização do transporte de madeira em tora da floresta à serraria e os impactos dos custos de transação que ocorre na cadeia produtiva da madeira local, essa pesquisa teve como objetivo gerar informações econômicas sobre o setor florestal madeireiro, na Regional do Baixo Acre, no Estado do Acre, e assim contribuir na elaboração e implementação de políticas públicas que incentivem o uso racional dos recursos nesta região.

## **METODOLOGIA**

Fizeram parte da coleta de dados para essa pesquisa 18 (dezoito) serrarias, sendo 17 (dezessete) em atividades nos anos de 2009 e 2010 e uma atuante em 2010. Com mais detalhes, foram amostradas 15 (quinze) empresas atuantes em Rio Branco, uma em Capixaba, uma em Acrelândia e uma em Porto Acre. Todas as firmas cadastradas no Instituto de Meio Ambiente do Acre – IMAC, Secretaria de Estado de Floresta – SEF e *Sindicato da Indústria Madeireira do Estado do Acre – SINDUSMAD*.

Os levantamentos nas firmas madeireiras, em atividade em 2009-10, foram executados, no período de setembro de 2010 a fevereiro de 2011. Foi adotado o método de entrevistas face a face com os representantes de serrarias em análise. Essa técnica é proposta por Gil (1999). O formulário contemplou, seguindo sugestões de Ribeiro (1997), Ribeiro e Caixeta Filho (2000), Martins, Araujo e Salvador (2002), Sousa (2007), Simioni, Hoeflich e Siqueira (2009) e Silva e Sousa (2010), os seguintes pontos: (a) caracterização da matéria-prima e do transporte terceirizado para toras de madeira da floresta às serrarias e (b) custo de transação.

Para avaliar o volume das madeiras em tora, em metros cúbicos, consumidos pelas empresas madeireiras, os valores foram separados de acordo com as respostas dos empresários em: madeira em tora branca e dura, cumaru-ferro (*Dipteryx odorata* Aubl. Wild.) e cerejeira (*Torresea acreana* Ducke).

Cabe aqui mencionar que o setor madeireiro analisado foi diferenciado, seguindo procedimentos adotados em dois grupos: (a) firmas concentradoras (C4) e, (b) firmas não

concentradoras (Outras<sub>4</sub>). As empresas concentradoras (C<sub>4</sub>) as 4 (quatro) firmas que detêm as maiores participações no mercado analisado e as firmas não concentradoras (Outras<sub>4</sub>), as que não possuem uma participação significativa no mercado. Vale enfatizar que tais codificações seguiram sugestões indicadas por Nautiyal, Singh e Menezes (1985) e Klemperer (1996).

Seguindo sugestões de Ribeiro (1997), Ribeiro e Caixeta Filho (2000); Martins, Araujo e Salvador (2002) e Simioni, Hoeflich e Siqueira (2009), foi feita uma quantificação de caminhões próprios e terceirizados pelas serrarias e quantificado a participação da frota de caminhão terceirizado no abastecimento da fábrica. Já quanto à realização das transações para contratação do transporte florestal, foram verificadas se elas são realizadas entre os empresários e transportadoras (via mercado, contrato ou integração vertical) ou entre produtor e transportadora.

As “dimensões ou atributos das transações” foram avaliados, conforme propõem Ribeiro (1997), Ribeiro e Caixeta Filho (2000) e Martins, Araujo e Salvador (2002), são:

a) Especificidade locacional e dedicados

Ribeiro (1997), Ribeiro e Caixeta Filho (2000) sugeriram que fosse calculado o valor da especificidade de ativos dedicados e locacional como a razão entre o número de caminhões demandados pela empresa e o valor da produção industrial dos municípios de contratação. Para tal utilizou-se a seguinte fórmula:

$$C = \frac{B}{A} \times 100$$

Onde:

$C$  = especificidade de ativos dedicados e locacional

$A$  = madeira em tora transportada por caminhões de terceiros em 2009-10, em metros cúbicos;

$B$  = número total de caminhões contratados

b) Especificidade temporal

Foi medida pelo tempo de espera para a contratação de uma nova transportadora ponderado pelo percentual médio do abastecimento sob responsabilidade de cada transportadora. Para tal foi usado a seguinte fórmula:

$$ET = (A \times B)/100$$

Onde:

*ET* = Especificidade temporal;

*A* = Participação média das transportadoras no abastecimento da fábrica;

*B* = Tempo médio de espera (dias) para a contratação de uma nova transportadora.

c) Incerteza

Adotou-se, segundo sugestões de Ribeiro (1997) e Ribeiro e Caixeta Filho (2000), foi analisado se no período da safra (junho a outubro) da madeira, os produtores encontraram dificuldades para contratar os caminhões. Esse é o período da atividade madeireira na região.

d) Frequência

De acordo com sugestões de Ribeiro (1997) e Ribeiro e Caixeta Filho (2000), a frequência foi analisada pela ocorrência da transação e fosse considerada constante para todas as firmas, pois o processo produtivo exige fornecimento ininterrupto das fábricas. Este pressuposto não representa uma simplificação excessiva da realidade, pois as alterações na frequência estão sendo consideradas por meio da variável incerteza.

Como há diferenças climáticas (inverno e verão) entre as regiões Norte e as demais regiões do país, observou-se que para o local dos estudos realizados por Ribeiro (1997), Ribeiro e Caixeta Filho (2000) e Martins et al. (2002), possibilitava o escoamento da matéria-prima durante todo o ano, pois o acesso era favorável nessa região (Sul e Sudeste). Já na área desta pesquisa, devido o inverno amazônico (de novembro a março), os empresários realizam o transporte da floresta ao pátio das suas serrarias apenas no período do verão amazônico (abril a outubro). A frequência foi analisada em função do aumento da demanda pela matéria-prima, onde se intensifica a terceirização de transporte e não somente pela frequência na contratação desses serviços.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As firmas C<sub>4</sub> consumiram em 2009-10 por volta de 237.000m<sup>3</sup> de madeira em tora, o equivalente a 59,32% de todo o volume levantado no mercado em questão (TABELA 1). Logo pode-se argumentar que as firmas concentradoras detêm uma maior quantidade de matéria-prima processada pelo setor e possuem estrutura de mercado do tipo oligopólio, onde esse grupo de empresas dominam a oferta da madeira no mercado.

**Tabela 1:** Volume de tora, em m<sup>3</sup>, consumida nas firmas madeireiras de Rio Branco - Acre, 2009-2010.

<b>Firma</b>	<b>Quantidade de madeira branca (m<sup>3</sup>) consumida em 2009-10</b>	<b>Quantidade de madeira dura (m<sup>3</sup>) consumida em 2009-10</b>	<b>Total de madeira (m<sup>3</sup>) consumida em 2009-10</b>
E*	88.000	52.000	140.000
F*	20.000	29.000	49.000
K*	16.000	8.000	24.000
O*	7.200	16.800	24.000
H	10.000	10.000	20.000
P	8.500	10.700	19.200
C	5.000	13.000	18.000
N	7.000	10.500	17.500
M	12.000	5.500	17.500
B	7.000	10.000	17.000
I	3.500	9.500	13.000
Q	2.500	8.500	11.000
J	7.000	4.000	11.000
D	4.500	2.100	6.600
G	3.400	2.850	6.250
R	1.800	2.500	4.300
A	200	400	600
L**	0	600	600
<b>TOTAL</b>	<b>203.600</b>	<b>195.950</b>	<b>399.550</b>

Fonte: Autoria própria, 2010.

NOTA 1: Dados básicos coletados e processados pelos autores.

NOTA 2: \* Firmas C<sub>4</sub>.

NOTA 3: \*\*Empresa nova que entrou no mercado em 2010 e não terceiriza caminhão.

A Tabela 2 sintetiza, de forma geral, a quantidade de empresas madeireiras abastecidas pelos principais municípios.

**Tabela 2:** Participação dos municípios no abastecimento das serrarias acreanas, 2009-2010.

<b>Municípios</b>	<b>Empresas abastecidas</b>	<b>Volume/ Município (m<sup>3</sup>)</b>	<b>% do Volume/ Município</b>
Rio Branco	9	76.845,60	19,23
Bujari	5	113.302,20	28,36
Sena Madureira	9	116.250,00	29,10
Porto Acre	2	9.350,00	2,34
Boca do Acre	1	1.102,20	0,28
Brasiléia/Epitaciolândia	2	15.750,00	3,94
Xapuri	1	7.200,00	1,80
Acrelândia	1	19.200,00	4,81
Capixaba	1	4.800,00	1,20
Outros	3	35.750,00	8,95

Fonte: Autoria própria, 2010.

NOTA 1: Dados básicos coletados e processados pelos autores.

NOTA 2: Pelo fato de que a formulação da pergunta permitia aos donos das firmas entrevistadas mais de uma resposta, a somatória dos valores, nesta Tabela, excede a 100%.

Os municípios de Sena Madureira, Bujari e Rio Branco são os principais fornecedores de madeira em tora para as serrarias instaladas no Baixo Acre, respondendo por 29,10%, 28,36% e 19,23%, respectivamente.

Verificou-se, pelos depoimentos dos entrevistados, que cerca de 72% das firmas possuem caminhões próprios. Por outro lado, embora as empresas madeireiras apresentem frotas próprias de caminhões, todas terceirizam em decorrência da alta demanda por madeira.

Para os empresários, a terceirização facilita o processo de escoamento da produção e proporciona economia nos custos de transporte e melhor qualidade dos serviços. Outrossim, pode ocorrer desvantagens nesse processo, visto que a maioria dos empresários não formalizam as negociações, apenas contrato informal e também devido a sazonalidade da região, ocorre competição por esse serviço. Neste contexto, 94% das empresas terceirizam caminhões e apenas uma firma afirmou não terceiriza, pois além de ter entrado no mercado em 2010, a demanda no transporte da madeira era suprida pelos seus caminhões próprios.

Mais especificamente, todas as C<sub>4</sub> e 57% das Outras<sub>4</sub> realizam suas estratégias de terceirização na forma de integração vertical parcial com a contratação de pequenas transportadoras. Cabe aqui salientar que cerca de 36% das Outras<sub>4</sub> realizam a terceirização total da frota, com a contratação de empresas de pequeno porte. Comparando os resultados deste estudo, com aqueles gerados por Ribeiro (1997), é possível afirmar que houve a predominância pela integração parcial.

É oportuno informar que quase a totalidade das transações para a contratação do transporte florestal é realizada entre o proprietário da serraria e transportadoras. Mais especificamente, os madeireiros, negociam com as transportadoras, priorizando menor custo e eficiência na entrega da matéria-prima e assim, segundo eles, minimiza os riscos. Todo esse processo ocorre na própria serraria.

Além disso, foi verificado que em mais da metade das serrarias, as transações são feitas via mercado (não há formulação de um contrato). Isso se deve ao fato de que esse tipo de serviço ocorre sempre com os mesmos donos de caminhões, mantendo certa fidelidade, ocorrendo quando a especificidade dos ativos é baixa. Logo, empresa desenvolve parte da produção de um determinado estágio do processo produtivo, mas não a produção total, permanecendo com transações via mercado.

Como a oferta de caminhões terceirizados é menor que a demanda por esse serviço, pode ocorrer comportamentos oportunistas por parte dos proprietários dos caminhões, segundo Ribeiro (1997), uma vez que o transporte de madeira em tora do posto florestal até a serraria é realizado em um período limitado devido às condições climáticas.

A Tabela 3 caracteriza a especificidade dos ativos em função do número de caminhões contratados por quantidade de madeira demandada em m<sup>3</sup>, em 2009-10.

**Tabela 3:** Caracterização da especificidade de ativos dedicados e locacional, em função do número de caminhões contratados pelas serrarias acreanas, 2009-2010.

Firma	Madeira em tora, em m <sup>3</sup> , transportada por terceiros em 2009/2010 (A)***	Nº total de caminhões contratados (B)	Especificidade de ativos dedicados e locacional (B/A)	Especificidade de ativos dedicados e locacional (B/A)*100
E*	56.000	8	0,00014	0,014
F*	24.500	5	0,00020	0,020
K*	22.800	10	0,00044	0,044
O*	7.200	2	0,00028	0,028
H	8.000	4	0,00050	0,050
P	15.360	6	0,00039	0,039
C	16.200	4	0,00025	0,025
M	10.500	6	0,00057	0,057
B	11.900	5	0,00042	0,042
I	13.000	10	0,00077	0,077
Q	11.000	5	0,00045	0,045
J	11.000	4	0,00036	0,036
D	4.620	3	0,00065	0,065
G	3.125	4	0,00128	0,128
R	4.300	2	0,00047	0,047
A	600	2	0,00333	0,333
L**	0		Não terceiriza caminhão	

**Fonte:** Autoria própria, 2010.

NOTA 1: Dados básicos coletados e processados pelos autores.

NOTA 2: \*Firma C<sub>4</sub>.

NOTA 3: \*\*Empresa nova que entrou no mercado em 2010 e não terceiriza caminhão.

NOTA 4: \*\*\*Foi considerado o volume de madeira em tora branca, dura, cumaru-ferro e cerejeira.

Ao serem entrevistados, os empresários alegaram que realizam integração parcial com a contratação de firmas pequenas para transporte florestal e às vezes até de caminhoneiros autônomos. Isso assegura baixos níveis de especificidades.

No que diz respeito à especificidade dedicada, os proprietários das serrarias não investem na compra de caminhões para atender sua empresa, pois a aquisição de novos caminhões se torna inviável, uma vez que o transporte só ocorre no período do verão e após isso os caminhões ficariam sem utilização nas serrarias. Já os donos das transportadoras não investem em novos caminhões para atender aos clientes e mesmo havendo uma quebra contratual, como a demanda pelo serviço maior que a oferta, os transportadores não ficarão ociosos. Logo, a especificidade dos ativos dedicados também é baixa.

A presença da sazonalidade é o fator mais problemático entre o transportador e os donos das serrarias, uma vez que a especificidade temporal está associada ao processo contínuo de produção e isso não ocorre na região estudada.

Na Tabela 4, observa-se que as empresas que levam mais de um dia para contratar uma nova transportadora apresentam maiores valores de especificidade temporal do que as outras firmas. Isso ocorre porque a oferta de caminhões ainda é pequena em relação à produção.

**Tabela 4:** Caracterização da especificidade temporal na contratação de uma nova transportadora pelas serrarias acreanas, 2009-2010.

Firma	Participação média das transportadoras no abastecimento da fábrica (%) - (A)	Tempo médio de espera (dias) para a contratação de uma nova transportadora-(B)	Especificidade temporal - (A*B/100)
E*	40	1	0,40
F*	50	1	0,50
K*	95	2	1,90
O*	30	1	0,30
H	40	1	0,40
P	80	1	0,80
C	90	7	6,30
N	100	2	2,00
M	60	1	0,60
B	70	1	0,70
I	100	1	1,00
Q	100	2	2,00
J	100	1	1,00
D	70	1	0,70
G	50	7	3,50
R	100	2	2,00
A	100	1	1,00
L	Não terceiriza caminhão		

Fonte: Autoria própria, 2010.

NOTA 1: Dados básicos coletados e processados pelos autores.

NOTA 2: \*Firma C<sub>4</sub>.

NOTA 3: \*\*Empresa nova que entrou no mercado em 2010.

Verifica-se que quanto maior a especificidade temporal, menor é a facilidade de uma empresa contratar uma nova transportadora. Nesse caso, é oportuno afirmar que as empresas “E\*”, “F\*” e “O\*”, das C<sub>4</sub>, apesar de apresentarem baixos níveis de especificidade temporal, comparando com as demais, podem estar associadas à facilidade de realizar a contratação de uma nova transportadora no caso de rompimento de contrato.

Uma quebra contratual, falha via mercado, impossibilidade de reposição de veículos, entre outras, as empresas terão algum tipo de dificuldade para atender a demanda pela matéria-prima, pois a concorrência por caminhões terceirizados é alta e só quando essas transportadoras conseguem atender a demanda da empresa é que são emprestadas ou realizam um acordo para prestar serviços para outras empresas.

O valor do frete pode ser coordenado pelo mercado e pela variação na demanda e/ou quantidade de madeira transportada. No auge da safra, as transportadoras e/ou caminhoneiros autônomos têm comportamento oportunísticos. Isso ocorre porque mais da metade dos empresários não formalizam as negociações, preferem manter um elo de fidelidade comercial.

Por outro lado, há um grande risco para as empresas que não mantêm relações contratuais, aumentando assim o grau de incerteza, uma vez que com a desistência dos transportadores, no período do pico da safra a concorrência entre as empresas por transportadoras é grande.

A frequência pode ser considerada constante para todas as empresas, pois no período da safra, mesmo com a demanda sendo alta, são os próprios empresários que definem por contratar mais ou não caminhões, embora a concorrência seja grande, a oferta de transportadora ou caminhoneiros autônomos é estável, ou seja, não há oferta de mais nem menos caminhões no período e assim os empresários têm que se adaptar a oferta de mercado.

É importante mencionar que a ocorrência de frequência da transação, entre os empresários e os donos de transporte florestal, cria uma relação de confiança que estimulam a fidelidade comercial, mas isso não se aplica no que diz respeito à proximidade das transportadoras com as serrarias e posto florestal.

Observou-se a existência da variação no consumo e/ou quantidade de madeira transportada, onde cerca de 56% dos donos de serrarias afirmaram que quando isso ocorre, eles alteram o tamanho da frota contratada e 39% não alteram a frota de caminhões. É oportuno mencionar que apenas um proprietário das C<sub>4</sub> mantém o número de caminhão contratado para aquele ano e 50% da Outras<sub>4</sub> também não alteram a frota contratada.

A frequência pode ser considerada constante para todas as empresas, pois no período da safra, mesmo com a demanda sendo alta, são os próprios empresários que definem por contratar mais ou não caminhões, embora a concorrência seja grande, a oferta de transportadora ou caminhoneiros autônomos é estável, ou seja, não há oferta de mais nem menos caminhões no período e assim os empresários têm que se adaptar a oferta de mercado. No entanto, há uma relação de confiança entre os empresários e os donos de transporte florestal.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Quanto à caracterização da matéria-prima, as principais conclusões foram: (a) o setor é altamente dependente de terceiros para ter a matéria-prima no seu pátio de estocagem; e, (b) as principais sedes dos municípios responsáveis pelo fornecimento de madeira em tora foram Sena Madureira, Bujari e Rio Branco.

Já, no que diz respeito à caracterização do transporte terceirizado para toras de madeira da floresta à serraria, concluiu-se que todas as empresas madeireiras, que possuem ou não caminhões próprios, são dependentes da terceirização de caminhões, com exceção de uma firma



que entrou no mercado no ano de 2010. Por outro lado, mais da metade de todas as empresas realiza integração parcial com a contratação de pequenas transportadoras.

Entretanto, a metade das transações é feita via mercado e algumas é realizada através de contratos temporários no período da safra (junho a outubro). Nesta época, os próprios donos de transportadoras entram em contato com os donos de serrarias oferecendo seus serviços e isso gera competitividade. No auge da safra, leva as transportadoras e/ou caminhoneiros autônomos terem comportamento oportunistas.

Complementando, pode-se inferir que existe, entre as firmas C<sub>4</sub> e Outras<sub>4</sub>, uma diferenciação no número de caminhões contratados, realidade que faz com que esse setor apresente baixos níveis de especificidade locacional e dedicados. Uma vez que a sazonalidade é o fator mais problemático entre o transportador e os donos das serrarias. Assim sendo, é possível afirmar de que as empresas que levam mais que um dia para contratar uma nova transportadora apresentam maiores valores de especificidade temporal porque a oferta de caminhões é baixa em relação à produção. As empresas C<sub>4</sub> apresentam baixos níveis de especificidade temporal devido à facilidade de contratar uma nova transportadora no caso de rompimento contratual ou falha de mercado. A frequência foi considerada constante para todas as empresas, pois são os empresários que definem por contratar mais ou não caminhões.

Contudo, a ocorrência de frequência da transação, entre os empresários e os donos de transporte florestal, cria uma relação de confiança que estimulam a fidelidade comercial, mas isso não se aplica à proximidade das transportadoras com as serrarias e posto florestal.

## REFERÊNCIAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. **Programa estadual de zoneamento ecológico-econômico do Estado do Acre. Zoneamento ecológico-econômico do Acre fase II: documento Síntese – Escala 1:250.000.** Rio Branco, AC: SEMA, 2006. 356p.

ALMEIDA, G. S. de. **Estudo da viabilidade dos canais de comercialização de banana prata do Projeto Gorutuba.** 2003. 44 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE – ABIMCI. **Estudo Setorial 2007 – Indústria de madeira processada mecanicamente.** Curitiba: ABIMCI, 2007. 41p.

BARROS, G. S. de C. **Economia da comercialização agrícola.** Piracicaba/SP: CEPEA/LES-ESALQ/USP, 2006. 221p.

BERGER, R.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R.; CAMIERI, C.; LACOWICZ, P. G.; SAWINSKI JUNIOR, J.; BRASIL, A. A. Minimização de custos de transporte florestal com a utilização da programação linear. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 33, p. 53-62, 2003.

CARVALHO, R. M. M. A.; SOARES, T. S.; VALVERDE, S. R. **Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia**. Santa Maria, 2005. 14 p.

COUGHLAN, A. T.; ANDERSON, E.; STERN, L. W.; EL-ANSARY, A. I. **Canais de marketing e distribuição**. 6 ed. Tradução Lúcia Simonini. Porto Alegre: Bookman, 2002. 461p.

DINIZ, E. A.; STOFFEL, J. A.; GOEBEL, M. A. Licitações e compras públicas de alimentos numa perspectiva da nova economia institucional: o caso Toledo (PR). **Revista Informe Gepec**. Cascavel, v. 8, n. 2, 2004.

DUERR, W. A. **Fundamentos da economia florestal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 754 p.

FIANI, R. Teoria dos custos de transação. In KUPFER, D e HASENCLEVER, L. (Org.). **Economia Industrial: Fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002. Cap. 12, p. 267-283.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

HOEFLICH, V. A. **Material didático do curso de pós-graduação em agronegócio**. Universidade Federal do Paraná. 2000. Módulo IV.

HOFFMANN, R. SERRANO, O.; NEVES, E. M. **Administração da empresa agrícola**. 7. ed. São Paulo: Pioneira, 1992 p.152.

IMHOFF, M. M.; MORTARI, A. P. Terceirização, vantagens e desvantagens para as empresas. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DOS CURSOS DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS, 1., 2005, Santa Maria. **Anais...**, Santa Maria – RS, 2005.

KLEMPERER, W.D. **Forest resource economics and finance**. New York: McGraw-Hill, 1996. 551p.

KUPFER, D. Barreiras estruturais à entrada. In: HASENCLEVER, L.; KUPFER, D. (Org.). **Economia industrial: Fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2002. cap. 6.

MACHADO C. C.; LOPES, E. da S.; BIRRO, M. H. **Elementos básicos do transporte florestal rodoviário**. Viçosa: UFV, 2005. 167p.

MACHADO, R. R. **Avaliação do desempenho logístico do transporte rodoviário de madeira utilizando Rede de Petri**. 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

MARQUES, P. V.; AGUIAR, D. R. D. **Comercialização de produtos agrícolas**. São Paulo: Edusp, 1993. 299p.

MARTINS, R. S.; ARAUJO, M. P.; SALVADOR, E. L. Fretes e coordenação entre os agentes no transporte rodoviário: o caso do complexo soja paranaense. **Teoria e Evidências Econômica**, Passo Fundo, v. 10, n. 18, p. 31-47, 2002.

MIELKE, E. J. C. **Análise da cadeia produtiva e comercialização do Xaxim, *Diacksonia sellowwiana*, no Estado do Paraná**. 2002. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2002.

MILAN, G. S.; THEISEN, P. F. Um estudo sobre a verticalização e a terceirização dos processos de leitura e de entrega de faturas de uma distribuidora de energia elétrica. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 1, p. 01-22, 2011.

NAUTIYAL, J.C.; SINGH, B.K.; MENEZES, O. Market structure and economic performance of forest products industry in Ontario and Canada. **Canadian Journal of Forest Research**. [S.l.], v. 15, n. 1, p. 115-125, 1985.

NEVES, M. F. **Um modelo para planejamento de canais de distribuição no setor de alimentos**. 1999. 187 f. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1999.

PEREIRA, M. C. S. **Produção e consumo de produtos florestais: Perspectivas para a Região Sul com ênfase em Santa Catarina**. 2003. 50p.

PEREZ, P. L.; BACHA, C. J. C. Comercialização e comportamento dos preços da madeira serrada nos estados de São Paulo e Pará. **Revista de Economia Agrícola**. São Paulo, v. 54, n. 2, p.103-119, 2007.

POLZL, W. B. **Eficiência produtiva e econômica do segmento industrial da madeira compensada no Estado do Paraná**. 2002. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2002.

POLZL, B. W; SANTOS, A. J; POLZL, P. K. Cadeia produtiva do processamento mecânico da madeira - segmento da madeira serrada no Estado do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 2, n. 33, p. 127-134, 2003.

RIBEIRO, B. A. M. **Coordenação vertical do transporte de madeira: análise empírica das estruturas organizacionais existentes**. 1997. 109 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1997.

RIBEIRO, B. A. M.; CAIXETA FILHO, J. V. Coordenação vertical do transporte de madeira: análise empírica dos arranjos institucionais existentes na indústria brasileira de celulose. **Gestão & Produção**. São Paulo, v. 7, n. 1, p. 1-16, 2000.

SANDRONI, P. **Novo dicionário de economia**. 8. ed. São Paulo: Best Seller, 1994. 375p.

SANTANA, A. C.; SILVA, I. M.; OLIVEIRA, C. M.; SILVA, R. C.; FIGUEIRAS, G. C.; COSTA, A. D.; SOUZA, T. F.; HMMA, A. K. O. **Caracterização do mercado de produtos florestais madeireiros e não-madeireiros da região Mamuru-Arapiuns**. FUNPEA: Relatório Final, 2008. Disponível em:<[http://www.ideflor.pa.gov.br/files/u3/ESTUDO\\_DE\\_OFERTA\\_E\\_DEMANDA.pdf](http://www.ideflor.pa.gov.br/files/u3/ESTUDO_DE_OFERTA_E_DEMANDA.pdf)>. Acesso em 12 de Nov. 2010.

SINCLAIR, S.A. **Forest products marketing**. New York: McGraw-Hill, 1992. 403p.

SILVA, Z. A. G. P. da G. e. **Mercado madeireiro na Amazônia Ocidental**: Estudo de caso no Acre. 2000. 196 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais - Área de Concentração Economia e Política Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2000.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de mercado**: dados preliminares. FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DO ACRE-FUNTAC, v. 3, 2001, Rio Branco – AC: FUNTAC, 2001.

\_\_\_\_\_. Análise econômica da concentração no uso de madeira tropical pelo setor das marcenarias de Rio Branco, Estado do Acre, 1996. **Revista Scientia Forestales**, Piracicaba, n. 64, p. 48-58, 2003.

\_\_\_\_\_. Estrutura do setor madeireiro no Estado do Acre, 1996-2002. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 389-398, 2005.

\_\_\_\_\_. **Mercado de madeira serrada e móveis no Estado do Acre**. Rio Branco, AC: FUNTAC, 2007. 66p.

SILVA, M. L.; OLIVEIRA, R. J.; VALVERDE, S. R.; MACHADO, C. C.; PIRES, V. A. V. Análise do custo e do raio econômico de transporte de madeira de reflorestamentos para diferentes tipos de veículos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 1073-1079, 2007.

SILVA, Z. A. G. P. G.; SOUSA, I. Z. G. Estrutura e conduta do mercado varejista de madeira serrada em Rio Branco – Acre, 2005-6. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 2, p.355-371, 2010.

SIMIONI, F. J.; HOEFLICH, V. A.; SIQUEIRA, E. S. Análise das transações na cadeia produtiva de energia de biomassa de origem florestal. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v.11, n.2, 2009.

SOUSA, R. A. T. M. **Análise do fluxo de transporte rodoviário de toras curtas de eucalipto para algumas indústrias De celulose e de chapas de composição no Estado de São Paulo**. 2000. 128 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2000.

SOUSA, Í. Z. G. de. **Mercado varejista de madeira serrada de Rio Branco, Estado do Acre, 2005-6**. 2007. 65 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2007.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism**. New York: The Free Press, 1985.

WORREL, A.C. **Economics of american forestry**. New York: John Wiley & Sons, 1959. 441p.

ZYLBERSZTAJN, D. **Estruturas de governança e coordenação do agribusiness: uma aplicação da nova economia das instituições**. 1995. (Tese de Livre Docência em Administração). São Paulo, USP, 1995.

# CAPÍTULO 14

## MEIO AMBIENTE, MONITORAMENTO E REMEDIAÇÃO AMBIENTAL<sup>2</sup>

**Yasmin Araújo da Silva**  
**Karin Cristina Leonardi**  
**Keller Paulo Nicolini**  
**Jaqueline Nicolini**

### RESUMO

Investigações acerca do meio ambiente e formas de monitorar ambientes contaminados bem como estratégias de remediação ambiental foram abordadas nesse trabalho. Foi realizado um levantamento bibliográfico com 40 plantas que podem atuar como bioindicadores de poluição ambiental, observando-se que as variações nas taxas de clorofila estão dentre as principais alterações identificadas. Além disso, no período de 10 anos, entre 2010 e 2020 observa-se aumento no número das publicações envolvendo os temas poluição ambiental, clorofila e métodos de remediação ambiental, tais como adsorção, utilizando diferentes biomassas disponíveis na matriz regional. Dessa forma, a abordagem do tema educação ambiental, como tema transversal, mostra-se importante como estratégia de conscientização sobre a importância da preservação do meio ambiente para as gerações futuras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Meio ambiente, biomassa, corantes, adsorção.

### INTRODUÇÃO

Estudos envolvendo o monitoramento de áreas contaminadas utilizando plantas como bioindicadores é uma estratégia que vem sendo aplicada em estudos ambientais voltados à poluição atmosférica (CONTI; CECCHETTI, 2001; STORCH-BÖHM et al., 2022), de solos (CORONETTI et al., 2017; DAMBIEC; KLINK; POLECHOŃSKA, 2022) ou de águas (TABREZ; ZUGHAIABI; JAVED, 2022). O monitoramento das taxas de clorofila é um parâmetro amplamente utilizado para investigar se há impactos ambientais provenientes de poluição. Nesse sentido investigar o quantitativo de publicações envolvendo os temas corantes, clorofila, poluição ambiental, adsorção e degradação, permite abordar a ação antrópica no meio ambiente.

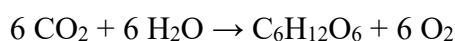
### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A clorofila, presente nos cloroplastos, é o pigmento verde das plantas, tendo como função absorver fótons na região vermelha do espectro visível (em torno de 700 nm) e ceder

---

<sup>2</sup> Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

essa energia de ativação a outras espécies, numa reação em cadeia (COTTON; WILKINSON, 1978). A clorofila é responsável pelo processo fotossintético nas plantas. A fotossíntese é uma sequência de processos em que a energia solar é inicialmente absorvida e, em última análise, após uma série de reações redox, utilizada para impulsionar um processo global endotérmico de combinação da água com dióxido de carbono, para gerar glicose (COTTON; WILKINSON; GAUS, 1995). O oxigênio molecular é simultaneamente liberado conforme a reação abaixo:



Estudos têm demonstrado que plantas submetidas a ambientes poluídos têm seus níveis de clorofila alterados, isso porque os poluentes podem interferir na absorção de luz da molécula de clorofila pela planta. Os líquens são exemplos de bioindicadores, pois os poluentes além de serem absorvidos com facilidade pelos líquens também causam algumas anomalias em briófitas e pteridófitas, por exemplo (MOTA-FILHO et al., 2003).

Os corantes são coloridos, sendo solúveis em água ou podendo ser adicionados às soluções para conferir cor, enquanto que pigmentos podem ser coloridos, incolores ou fluorescentes, sendo geralmente insolúveis e essencialmente não afetados quimicamente pelo veículo ou meio em que estão incorporados (GÜRSES et al., 2016). Na indústria, os corantes tem ampla aplicação, tais como na indústria farmacêutica, sendo um aditivo utilizado como excipiente com a função de conferir cor ou melhorar o aspecto visual do medicamento (ARAUJO; BORIN, 2012); na indústria alimentícia, aumentando assim a aceitabilidade dos produtos coloridos por parte dos consumidores, desde doces, refrigerantes ou produtos de confeitaria, sendo que certos corantes alimentícios apresentam potenciais efeitos nocivos à saúde, especialmente em crianças (BUKA; OSORNIO-VARGAS; CLARK, 2011). Além disso, há uma diversidade de corantes empregados na indústria têxtil, os quais tem grande impacto quando seus efluentes possuem descarte inadequado. Estudos de degradação (MITTERSTEINER et al., 2021) e adsorção (HANAFY, 2021) de diversos corantes, dentre eles os corantes têxteis (SOUZA et al., 2020) tem se demonstrado estratégias eficientes para evitar, reduzir ou minimizar impactos ambientais. Além disso, um método para contribuir para a conscientização sobre o cuidado com o meio ambiente é a educação ambiental nas escolas. Quanto a educação ambiental, o Art. 1º da Lei Nº 9.795, DE 27 de abril de 1999 aborda: “Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999). Considerando a importância de

estudos relacionados ao meio ambiente este trabalho consistiu em realizar levantamento de dados envolvendo o tema poluição ambiental e termos correlatos, permitindo assim abordar a ação antrópica no meio ambiente.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Levantamento e coleta de dados**

Foi realizado um levantamento dos dados entre os meses de outubro e novembro de 2020, utilizando os termos de busca corantes, clorofila, poluição ambiental, adsorção e degradação nas bases de dados da Scielo, Lilacs, Google Acadêmico e Portal de Periódicos da Capes. Foi investigado o número de publicações por ano desde 2010 até 2020. Além disso, foi realizada uma investigação envolvendo o tema indicadores biológicos no monitoramento ambiental e estudos de adsorção como método de remediação. Cada base de dados possui diferentes dinâmicas de busca, dessa maneira são descritos os filtros de seleção utilizados em cada plataforma:

#### ***Scielo***

Os termos foram pesquisados para “Todos os índices”. Nessa base de dados no painel de pesquisa avançada; foram selecionados os filtros: “Coleções”, observando o tópico “Todos” (para a seção: número total de publicações) e “Brasil”; “Tipo de literatura”, no qual se selecionou “Artigo”. Após isso, foi realizada a filtragem das publicações nos anos de 2010-2020 na seção “Ano de publicação”.

#### ***Lilacs***

Os termos de busca foram pesquisados para “Título, Resumo, Assunto”. Nessa base de dados foi necessário que os filtros fossem selecionados duas vezes, sendo a primeira, a seleção de filtros mostrados no painel, e esses foram: Texto completo, base de dados, assunto principal, tipo de estudo, idioma, ano de publicação, tipo de documento, revista e país de afiliação. Dessa maneira, os filtros selecionados na segunda seleção para a coleta de dados foram: “Tipo de documento”, no qual selecionou-se “Artigo” (válido para toda a pesquisa); Resultado total; “Últimos dez anos” para que fosse possível a visualização do número de periódicos nesse período em “Revista”; e análise de cada ano com base na seleção dos anos dispostos no painel (2010-2020).

### ***Portal de periódicos da CAPES***

O Portal de Periódicos da Capes possibilitou o uso da “Busca Avançada”, possuindo seções para a inserção dos termos com a opção de “é (exato)”. A pesquisa nessa plataforma baseou-se em “Qualquer”, sobre onde são requisitados os termos buscados. Assim como o Google Acadêmico, não constou sobre o país de afiliação, mas permitiu que houvesse a filtragem de material “Artigo” em “Tipo de material” para toda a pesquisa. Portanto, os filtros utilizados, além do mencionado, foram: Resultado total de artigos; seleção dos anos em “Data de publicação”. Em seguida, foi realizada a coleta dos dados de ano por ano, assim como nas outras bases de dados, desde 2010 até 2020.

### ***Google acadêmico***

Na base de dados Google Acadêmico não há a possibilidade de filtração para apenas artigos, portanto levaram-se em consideração todos os trabalhos presentes na busca de termos, assim como também não se pode observar o país de afiliação e periódico. No entanto, existe a alternativa de pesquisa como “Frase exata”, em que no caso de um termo com duas palavras como “Poluição ambiental” não haja a separação dessas. Assim, pesquisar utilizando aspas tanto para os termos isolados quanto para os combinados demonstra ser uma ação importante. Ainda, na plataforma foi possível realizar a busca para cada ano desde 2010 a 2020 por meio de duas seções para inserção de cada ano pesquisado.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A pesquisa sobre foi norteada a partir das situações problema envolvendo poluição ambiental, monitoramento utilizando indicadores biológicos e remediação ambiental. Dessa forma foram consideradas investigações acerca de:

- i) Plantas que atuam como bioindicadores ambientais;
- ii) Preocupação quanto à ação antrópica no meio ambiente; e
- iii) Estratégias para a resolução dos problemas ambientais.

O estudo envolvendo o uso de plantas mostra-se importante do ponto de vista ambiental, pois por serem capazes de absorver constantemente diversos tipos de poluentes, as plantas apresentam resposta a eles com mudanças em sua fisiologia, sendo por isso tão utilizadas como indicadores biológicos em vários estudos. Investigações sobre o teor de clorofila nas plantas (ALVES; NICOLINI; NICOLINI, 2022) permite determinar os efeitos da poluição sobre a taxas de clorofila devido a emissões de poluentes industriais ou proveniente de veículos automotivos (GIRI et al., 2013; IQBAL et al., 2015), por exemplo. Estudos ainda têm



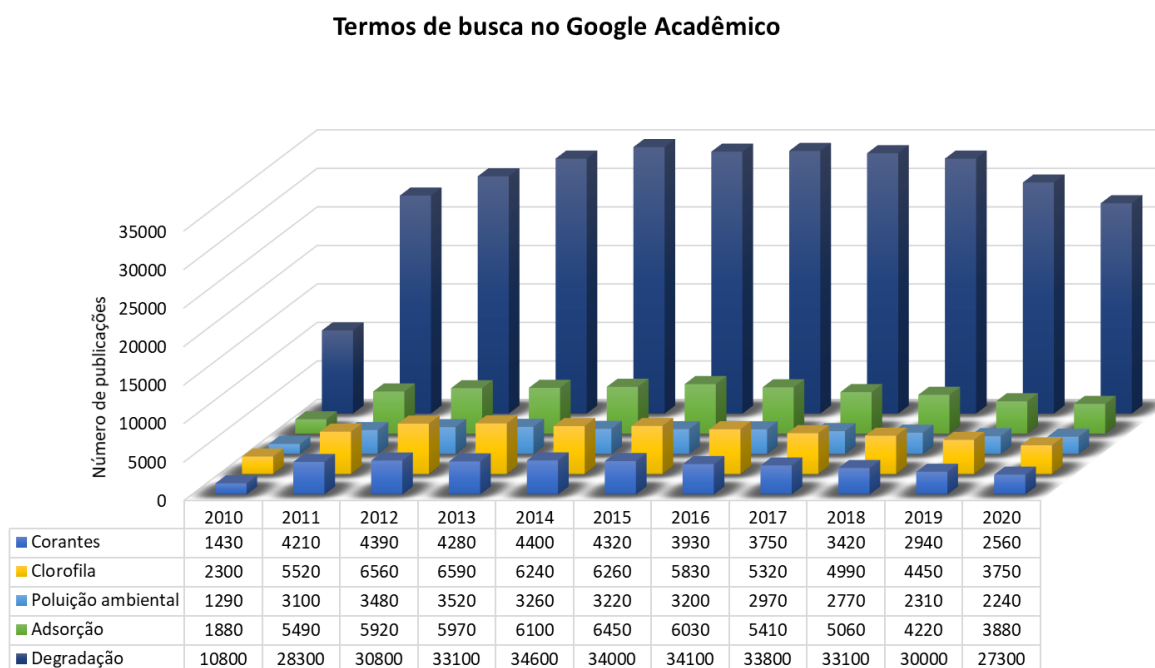
demonstrado que plantas cultivadas em solo contaminado com chumbo foram sensíveis aos níveis do metal, alterando os teores de clorofila e carotenoides, além disso estas plantas sintetizam melhor a clorofila nos solos que houve correção do pH (GOMES et al., 2014). Geralmente, os níveis de poluição causam estresse nas plantas, o que altera os níveis dos pigmentos cloroplastídeos (BIONDI; INOUE; BATISTA, 1997; GOMES et al., 2014).

As figuras 1-4 demonstram o perfil das publicações disponíveis no Google Acadêmico (Figura 1), na base de dados Lilacs (Figura 2), na base de dados da Scielo (Figura 3) e no Portal de Periódicos da Capes (Figura 4) entre aos anos de 2010-2020 utilizando os termos de busca: corantes, clorofila, poluição ambiental, adsorção e degradação. Observa-se que dentre estes termos, em todas as bases de dados pesquisadas, o termo “corantes” é o que apresenta o maior número de publicações. Os demais termos de busca têm variação entre as diferentes bases de dados investigadas. Observa-se que há um aumento crescente em publicações que versam sobre os temas “poluição ambiental” e “clorofila”. Além disso, dentre os métodos de tratamento e/ou minimização de impactos ambientais gerados pela ação antrópica, os métodos de adsorção e degradação vêm, de modo geral, aumentando o número de publicações disponíveis nas bases de dados, sendo que estudos de degradação apresentam maior número de entradas que estudos de adsorção (Figuras 1-4). Isso demonstra o grande potencial que estudos de adsorção apresentam na remediação de resíduos industriais por ser um método de baixo custo, que vem ganhando importância como um processo de separação e purificação (NASCIMENTO et al., 2020).

Observa-se que dentre os anos de 2010-2020 apenas na Scielo foram publicados 149 artigos que versam sobre o tema corantes; 1225 artigos sobre estudos envolvendo clorofila; 383 artigos sobre poluição ambiental; 541 artigos sobre adsorção e 1708 artigos sobre degradação. No Lilacs foram publicados 251 artigos que versam sobre o tema corantes; 250 sobre estudos envolvendo clorofila; 1171 artigos envolvendo estudos sobre poluição ambiental; 193 artigos sobre adsorção e 5748 artigos sobre degradação. O Portal de Periódicos da Capes, que engloba as produções de várias bases de dados, indica que foram publicados 407 artigos que versam sobre o tema corantes; 1635 artigos sobre estudos envolvendo clorofila; 353 artigos sobre poluição ambiental; 1050 artigos sobre adsorção e 4922 artigos sobre degradação. O maior número de entradas foi verificado no Google Acadêmico, mas nele não é possível filtrar por tipo de publicação, o que justifica os elevados números de publicações em relação às demais bases de dados. É importante mencionar que o termo degradação traz artigos que abordam tanto

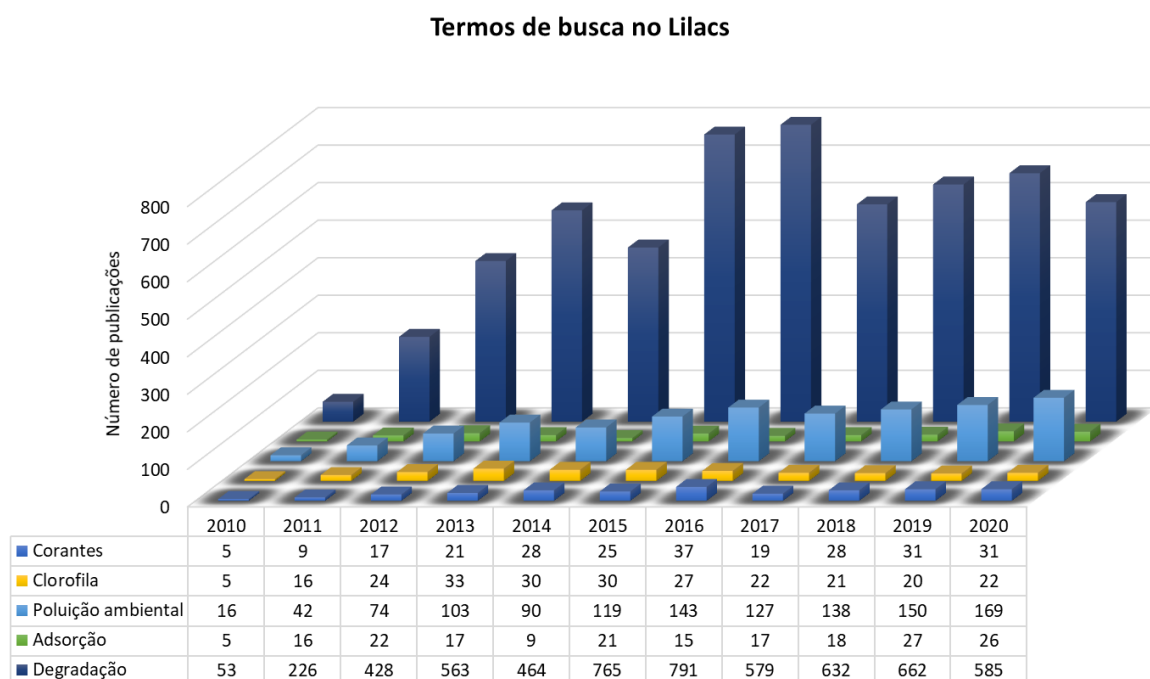
degradação ambiental quanto estratégias de degradação de poluentes, como os métodos fenton e foto-fenton.

**Figura 1:** Perfil das publicações disponíveis no Google Acadêmico entre aos anos de 2010-2020 utilizando os termos de busca: corantes, clorofila, poluição ambiental, adsorção e degradação.



Fonte: Autoria própria, 2022.

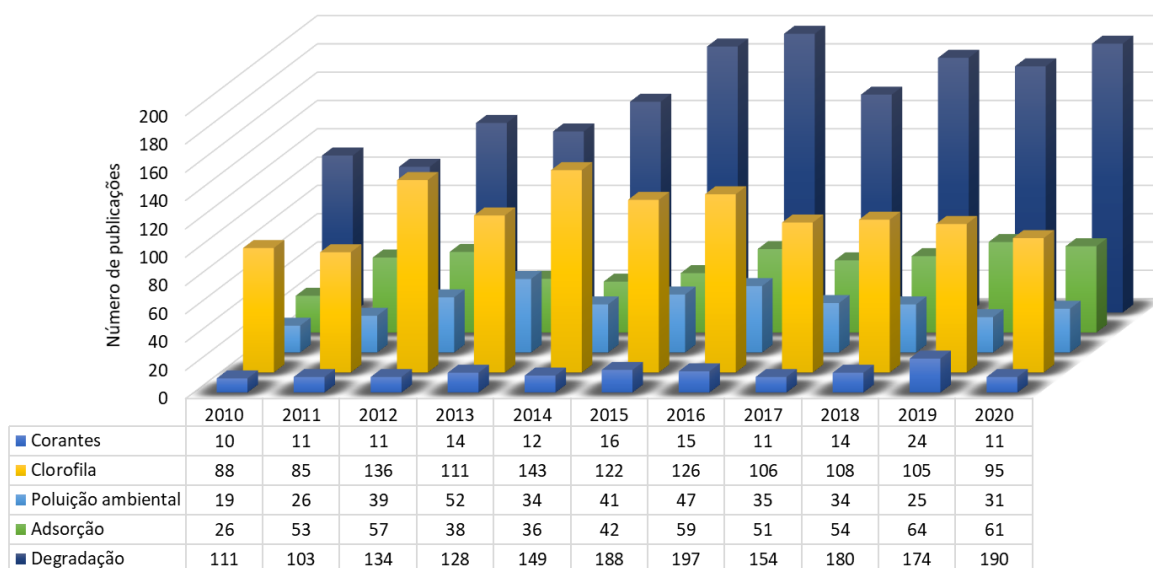
**Figura 2:** Perfil das publicações disponíveis no Lilacs entre aos anos de 2010-2020 utilizando os termos de busca: corantes, clorofila, poluição ambiental, adsorção e degradação.



Fonte: Autoria própria, 2022.

**Figura 3:** Perfil das publicações disponíveis no Scielo entre aos anos de 2010-2020 utilizando os termos de busca: corantes, clorofila, poluição ambiental, adsorção e degradação.

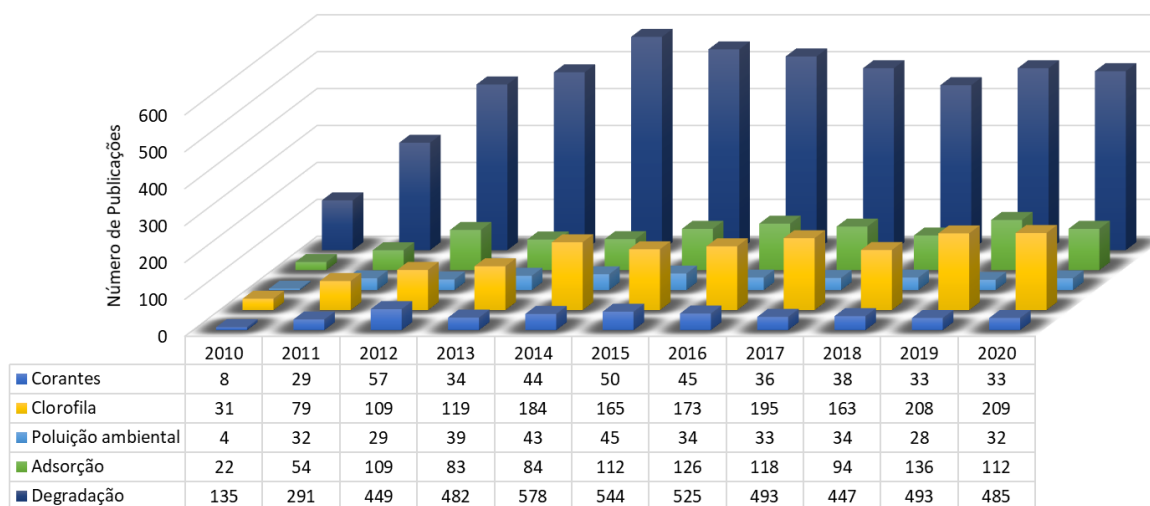
**Termos de busca no Scielo**



Fonte: Autoria própria, 2022.

**Figura 4:** Perfil das publicações disponíveis no Portal de Periódicos da Capes entre aos anos de 2010-2020 utilizando os termos de busca: corantes, clorofila, poluição ambiental, adsorção e degradação.

**Termos de busca no Portal de Periódicos da Capes**



Fonte: Autoria própria, 2022.

A pesquisa, pautada no estudo teórico, permitiu investigar fontes de poluição ambiental, sendo poluição atmosférica, em solos e em águas fluviais, com diversas plantas que podem atuar como bioindicadores. Dentre os principais tipos de poluição atmosférica destacam-se as poluições provenientes de fluoretos gasosos (MORAES; DELITTI; MORAES, 2000;

RODRIGUES, 2018), materiais particulados (MP10) (MAIOLI et al., 2008), poluentes relacionados ao tráfego de veículos, óxidos enxofre (SOx), amônia, óxidos de nitrogênio (NOx), monóxido de carbono e ozônio (IQBAL et al., 2015; WAGH et al., 2006). Dentre os poluentes de solo destacam-se fluoreto de potássio (RODRIGUES, 2018), chumbo (GOMES et al., 2014), poeira de cimento (BUJOKAS; MARTINS; MARQUES, 2010), flúor (SILVA et al., 2000), zinco (WOLFF et al., 2009) e cádmio (MARQUES et al., 2011), por exemplo. Quanto à poluição de águas destacam-se as poluições envolvendo corantes sintéticos utilizados por indústrias têxteis ou em curtumes (DALLAGO; SMANIOTTO; OLIVEIRA, 2005). Foram verificadas várias análises que permitem investigar se havia ou não poluição ambiental utilizando plantas como indicadores biológicos. Dentre os parâmetros químicos/fitoquímicos, destacam-se: biomassa de folhas, caules e raízes; razão raiz/parte aérea; razão folhas/planta inteira, razão raízes/planta inteira, massa fresca e seca das folhas, altura das plantas, concentração foliar de ácido ascórbico, concentração de nutrientes (N e P), avaliação da fluorescência e taxas de clorofila, feofitina e carotenoides (BIONDI et al., 1997; BUJOKAS et al., 2010; CHAUHAN, 2010; CORONETTI et al., 2017; FONTES et al., 2006; GIRI et al., 2013; GOMES et al., 2014; IQBAL et al., 2015; MAIOLI et al., 2008; MORAES et al., 2000). Dentre os parâmetros biológicos destacam-se investigações envolvendo: cloroses e necroses; incremento em diâmetro basal, necroses apicais e marginais (DIAS; RINALDI; MORAES, 2007; SILVA et al., 2000), além dos sintomas foliares visíveis. A Tabela 1, sumariza algumas alterações observadas quando se utiliza plantas como bioindicadores ambientais.

**Tabela 1:** Resumo de algumas alterações observadas quando se utiliza plantas como bioindicadores ambientais.

<b>Planta indicadora, nome comum</b>	<b>Planta indicadora, nome científico</b>	<b>Tipo de poluente investigado</b>	<b>Parâmetros avaliados que determinaram quando houve contaminação da planta</b>	<b>Referência</b>
Manacá-da-serra	<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	Poluição aérea, sendo os principais poluentes dessa região: Fluoretos gasosos, materiais particulados, dióxido de enxofre, amônia e óxidos de nitrogênio	Concentração e conteúdo de N, P, S; de clorofila; acúmulo foliar de flúor e à redução da concentração de ácido ascórbico	(MORAES et al., 2000)
Murici	<i>Byrsonima basiloba</i>	Fluoreto de potássio	Morfologia e fisiologia, aumento na espessura da epiderme adaxial, acúmulo de compostos fenólicos, processo fotossintético, trocas gasosas, processos respiratórios e fotorespiratórios.	(RODRIGUES, 2018)

Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	Qualidade do ar	Níveis de clorofila e feofitina	(MOTA-FILHO et al., 2003)
Oitizeiro	<i>Licania tomentosa</i>			
Castanheira	<i>Terminalia catappa</i>			
Casuarina	<i>Casuarina sp.</i>			
Líquen	<i>Parmotrema praesorediosum</i>			
Pteridófita	<i>Microgramma vacciniifolia</i>			
Briófita	<i>Calymperes richardii</i>	Poluentes gerados pelo escape de indústrias e automóveis	Pigmentos fotossintéticos	(GIRI et al., 2013)
Neem	<i>Azadirachta indica</i>			
Kaner	<i>Nerium oleander</i>			
Manga	<i>Mangifera indica</i>			
Sheeshame	<i>Dalbergia sissoo</i>	Poluentes de automóveis	Clorofila a, Clorofila b e Clorofila a+b	(IQBAL et al., 2015)
Amargosa	<i>Azadirachta indica</i>			
Mangue-botão	<i>Conocarpus erectus</i>			
Guáiaço	<i>Guaiacum officinale L.</i>			
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	Chumbo	Correção do pH do solo e os teores de clorofila b e total	(GOMES et al., 2014)
Vetiver	<i>Vetiveria zizanioides L. Nash</i>			
Milho	<i>Zea mays L.</i>			
Girassol	<i>Helianthus annuus L.</i>			
Mamona	<i>Ricinus communis L.</i>	Qualidade do ar	Pigmentos foliares	(BIONDI et al., 1997)
Ipê	<i>Tabebuia chrysostricha</i>			
Acer	<i>Acer negundo L.</i>	Poeira de cimento	Sintomas visíveis, massa fresca e seca das folhas, concentração de clorofila a, b e total e composição química das folhas.	(BUJOKAS et al., 2010)
Aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius Raddi (Anacardiaceae)</i>			
Oiti	<i>Licania tomentosa (BENTH.)</i>	PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> e ozônio	pH, BCI, ácido ascórbico, atividade das peroxidases e determinação de clorofila b, total e β- caroteno	(MAIOLI et al., 2008)
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata (LINK.)</i>			
Pau d'alho	<i>Gallesia gorazema Moq.</i>	Flúor	Necroses apicais e marginais	(SILVA et al., 2000)
Jenipapo	<i>Genipa americana L.</i>			
Cotieira	<i>Joannesia princeps Vell.</i>			
Angico canjiquinha	<i>Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.</i>			
Cajá-mirim	<i>Spondias dulcis Forst. f.</i>			
Salvinia	<i>Salvinia auriculata</i>	Zinco	Características morfológicas	(WOLFF et al., 2009)
Paluma	<i>Psidium guajava</i>	Ozônio	Concentração de ácido ascórbico (AA) e injúrias foliares	(DIAS et al., 2007)

Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Cádmio	Matéria seca, na peroxidação de lipídeos e nas relações hídricas	(MARQUES et al., 2011)
Neem	<i>Aadirachta indica</i>	Óxidos de enxofre (SO <sub>x</sub> ), óxidos de nitrogênio (NO <sub>x</sub> ) e monóxido de carbono (CO)	Teor total de clorofila e proteína vegetal	(WAGH et al., 2006)
Figueira religiosa	<i>Ficus religiosa</i>			
Figueira-de-bengala	<i>Ficus benghalensis</i>			
Amêndoa	<i>Terminalia catappa</i>	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SPM e RSPM	O conteúdo total de clorofila, ácido ascórbico, carotenoide, pH, teor relativo de água e APTI.	(CHAUHAN, 2010)
Figueira religiosa	<i>Ficus religiosa</i>			
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>			
Árvore-mastro	<i>Polyalthia longifolia</i>			
Flamboaiã ou acácia-rubra	<i>Delonix regia</i>			

Fonte: Autoria própria, 2022.

Os estudos de adsorção, visando investigar a capacidade adsortiva de diferentes biomassas disponíveis em diferentes matrizes regionais, indicam um grande número de materiais adsortivos e com diferentes capacidades de adsorção. É o que se observa em estudos envolvendo adsorção de corantes e biomassas de esponja (ou bucha vegetal) (ANTUNES et al., 2016), bagaço de malte (ARRIEL et al., 2019), porongo (DE LIMA et al., 2021), ou biomassa mista de *Aspergillus niger* e capim elefante (CRUZ et al., 2016), por exemplo. Ou ainda estudos de adsorção envolvendo a remoção de íons a partir de soluções aquosas, utilizando biomassa de araucária (DE RAMOS et al., 2019; DE RAMOS et al., 2021) ou porongo (GHOSH; MISHRA, 2016; STANKOVIĆ et al., 2016), por exemplo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificadas pelo menos 40 plantas que atuam como bioindicadores ambientais, o que reflete a necessidade de promover ações que reduzam os impactos ambientais causados pela ação antrópica no meio ambiente. Uma destas estratégias é a conscientização nas escolas, através da educação ambiental. Outra estratégia é investir em alternativas para a resolução dos problemas ambientais tais como processos de adsorção de diversos poluentes ambientais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná - IFPR, ao Colegiado de Química, as bolsas de iniciação científica do Programa de Bolsas de

Iniciação Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PIBIC-Jr/CNPq/IFPR).

## REFERÊNCIAS

ALVES, G. N.; NICOLINI, J.; NICOLINI, K. P. 2022. Capítulo 8: Ciência em Foco: Investigações sobre as taxas de clorofila em plantas da região de Palmas - PR. In R. L. da Silva, & R. G. Mello (Eds.), *Ciências exatas em foco: Interações entre pesquisa, atuação e inovação*, Vol. 1: 114-126. Rio de Janeiro: Editora e-Publicar.

ANTUNES, A., et al. Avaliação da potencialidade de adsorção da bucha vegetal (*Luffa cylindrica*) para remoção de corante de meios aquosos. **Tecno-Lógica**. v. 20, n. 2, p. 72-79, 2016.

ARAÚJO, A. C. F.; BORIN, M. Influência de excipientes farmacêuticos em reações adversas a medicamentos. **Brasília Med**. v. 49, n. 4, p. 267-278, 2012.

ARRIEL, L. F. P., et al. Adsorção do corante reativo azul BF-5G em bagaço de malte bruto e lavado. **Brazilian Journal of Development**. v. 5, n. 10, p. 18496-18503, 2019.

BIONDI, D.; INOUE, M. T.; BATISTA, A. C. O efeito das condições do ambiente urbano no conteúdo de pigmentos foliares de *Acer negundo* L. e *Tabebuia chrysotricha* (MART. ex DC.) Standl na cidade de Curitiba-PR. **Caderno Ômega**. v. 8, n., p. 59-69, 1997.

BRASIL, C. D. P. D. D. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999: Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília**. v. 28, n., p., 1999.

BUJOKAS, W. M.; MARTINS, K. G.; MARQUES, R. Crescimento, teores de clorofila e de bioelementos em indivíduos jovens de *Schinus terebinthifolius* expostos à poeira de cimento. **Floresta**. v. 40, n. 3, p., 2010.

BUKA, I.; OSORNIO-VARGAS, A.; CLARK, B. Food additives, essential nutrients and neurodevelopmental behavioural disorders in children: A brief review. **Paediatrics & Child Health**. v. 16, n. 7, p. 54-56, 2011.

CHAUHAN, A. Tree as bioindicator of automobile pollution in Dehradun City: A case study. **New York Science Journal**. v. 3, n. 6, p. 88-95, 2010.

CONTI, M. E.; CECCHETTI, G. Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment—a review. **Environmental Pollution**. v. 114, n. 3, p. 471-492, 2001.

CORONETTI, M. R., et al. Avaliação in vitro de alterações em *Lactuca* spp. de *Saccharomyces cerevisiae* na presença de fármacos. **Infarma-Ciências Farmacêuticas**. v. 29, n. 2, p. 133-140, 2017.

COTTON, F. A.; WILKINSON, G. **Química Inorgânica** (H. Macedo, Trans.) s. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978.

COTTON, F. A.; WILKINSON, G.; GAUS, P. L. **Basic inorganic chemistry** New York: John Wiley & Sons, 1995.

CRUZ, I. J., et al. Remoção do corante Remazol Black b pelo uso da biomassa mista de *Aspergillus niger* e capim elefante (*Pennisetum purpureum schum*). **Engevista**. v. 18, n. 2, p. 265-279, 2016.

DALLAGO, R. M.; SMANIOTTO, A.; OLIVEIRA, L. C. A. D. Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para a remoção de corantes em meio aquoso. **Química Nova**. v. 28, n. 3, p. 433-437, 2005.

DAMBIEC, M.; KLINK, A.; POLECHOŃSKA, L. Concentration and translocation of trace metals in *Solidago gigantea* in urban areas: a potential bioindicator. **International Journal of Environmental Science and Technology**. v., n., p., 2022.

DE LIMA, K. D., et al. Porongo como biossorvente: Características físico-químicas, aplicações tecnológicas e ambientais. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão (ISSN: 2525-4782)**. v. 6, n. 4, p., 2021.

DE RAMOS, E. K. K., et al. Tratamento hidrotérmico da biomassa de *Araucaria* spp. para a produção de condicionadores de solos. **AMBIÊNCIA**. v. 15, n. 2, p. 417-434, 2019.

DE RAMOS, E. K. K., et al. Análise do tratamento térmico de tegumentos de *Araucaria* na presença de ureia em culturas de *Saccharomyces cerevisiae* e *Eruca sativa*, visando o seu uso potencial como insumo agrícola. **Revista Thema**. v. 19, n. 1, p. 107-119, 2021.

DIAS, A. P. D. S.; RINALDI, M. C. S.; MORAES, R. M. D. Alterações bioquímicas associadas a injúrias foliares visíveis em plantas jovens de *Psidium guajava* Paluma mantidas em ambiente contaminado por ozônio. **Hoehnea**. v. 34, n., p. 231-238, 2007.

FONTES, P. C. R., et al. Índice SPAD e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres**. v. 53, n. 305, p. 83-92, 2006.

GHOSH, M.; MISHRA, S. Adsorption of Chromium (VI) by using HCl modified *Lagenaria siceraria* peel (HLSP). **Journal of Materials and Environmental Science**. v. 7, n. 8, p. 3050-3060, 2016.

GIRI, S., et al. Effect of air pollution on chlorophyll content of leaves. **Current Agriculture Research Journal**. v. 1, n. 2, p. 93-98, 2013.

GOMES, S. M. D. S., et al. Chloroplast pigments as indicators of lead stress. **Engenharia Agrícola**. v. 34, n., p. 877-884, 2014.

GÜRSES, A., et al. 2016. Dyes and pigments: their structure and properties, **Dyes and Pigments**: 13-29: Springer.

HANAFY, H. Adsorption of methylene blue and bright blue dyes on bayleaf capertree pods powder: Understanding the adsorption mechanism by a theoretical study. **Journal of Molecular Liquids**. v. 332, n., p. 115680, 2021.



IQBAL, M., et al. Effect of automobile pollution on chlorophyll content of roadside urban trees. **Global Journal of Environmental Science and Management**. v. 1, n. 4, p. 283-296, 2015.

MAIOLI, O. L. G., et al. Parâmetros bioquímicos foliares das espécies *Licania tomentosa* (Benth.) e *Bauhinia forficata* (Link.) para avaliação da qualidade do ar. **Química Nova**. v. 31, n. 8, p. 1925-1932, 2008.

MARQUES, T. C. L. L. D. S., et al. Respostas fisiológicas e anatômicas de plantas jovens de eucalipto expostas ao cádmio. **Revista Árvore**. v. 35, n., p. 997-1006, 2011.

MITTERSTEINER, M., et al. A kinetic approach to the effect of catalytic systems on the degradation of C.I. Reactive Blue 160. **Journal of Molecular Liquids**. v. 325, n., p. 115151, 2021.

MORAES, R.; DELITTI, W. B. C.; MORAES, J. A. P. V. D. Respostas de indivíduos jovens de *Tibouchina pulchra* Cogn. à poluição aérea de Cubatão, SP: fotossíntese líquida, crescimento e química foliar. **Brazilian Journal of Botany**. v. 23, n. 4, p. 443-449, 2000.

MOTA-FILHO, F. D. O., et al. Análise de pigmentos de plantas e líquens no Recife como parâmetro de avaliação da poluição ambiental. **Revista de Geografia**. v. 20, n. 2, p. 43-61, 2003.

NASCIMENTO, R. F. D., et al. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. **Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará (UFC)**. v., n., p. 256, 2020.

RODRIGUES, D. A. *Byrsonima basiloba* como bioindicador de poluentes atmosféricos simulados: mudanças morfoanatômicas e fisiológicas em resposta ao fluoreto de potássio. **Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano**. v., n., p. 41, 2018.

SILVA, L. C. D., et al. Flúor em chuva simulada: sintomatologia e efeitos sobre a estrutura foliar e o crescimento de plantas arbóreas. **Brazilian Journal of Botany**. v. 23, n. 4, p. 385-393, 2000.

SOUZA, J. L., et al. Potencialidades da *Eichhornia azurea* (aguapé) na remoção do corante têxtil turquesa remazol em meio aquoso: Estudo dos mecanismos cinéticos de adsorção. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 10, p. 76037-76053, 2020.

STANKOVIĆ, M. N., et al. Biosorption of copper(II) ions by methyl-sulfonated *Lagenaria vulgaris* shell: kinetic, thermodynamic and desorption studies. **New Journal of Chemistry**. v. 40, n. 3, p. 2126-2134, 2016.

STORCH-BÖHM, R. F., et al. Urban afforestation: using phytotoxicity endpoints to compare air pollution tolerance of two native Brazilian plants Aroeira (*Schinus terebinthifolius*) and Cuvatã (*Cupania vernalis*). **Environmental Science and Pollution Research**. v., n., p., 2022.

TABREZ, S.; ZUGHAIABI, T. A.; JAVED, M. Water quality index, *Labeo rohita*, and *Eichhornia crassipes*: Suitable bio-indicators of river water pollution. **Saudi Journal of Biological Sciences**. v. 29, n. 1, p. 75-82, 2022.

WAGH, N., et al. Biological monitoring of roadside plants exposed to vehicular pollution in Jalgaon city. **Journal of Environmental Biology**. v. 37, n. 2, p. 419-421, 2006.

WOLFF, G., et al. Efeitos da toxicidade do zinco em folhas de *Salvinia auriculata* cultivadas em solução nutritiva. **Planta Daninha**. v. 27, n. 1, p. 133-137, 2009.

# CAPÍTULO 15

## GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO E DO CONHECIMENTO SOBRE O TEMA ENTRE OS ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS DE TEIXEIRA DE FREITAS, EXTREMO SUL BAIAN

Láís Alves dos Santos  
Joanna Maria da Cunha de Oliveira Santos Neves

### RESUMO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é um dos maiores problemas ambientais enfrentados por muitos municípios brasileiros. Nesse sentido, o presente estudo objetivou avaliar a percepção ambiental a respeito da gestão de resíduos sólidos de estudantes universitários do município de Teixeira de Freitas, extremo sul da Bahia. O trabalho de avaliação da percepção foi realizado por meio de um questionário, respondido por 67 estudantes de diferentes cursos e universidades públicas e particulares da cidade. Através do questionário foi possível avaliar que as percepções dos estudantes foram análogas e seguem na mesma direção, apesar de se esperar um conhecimento médio a alto nesse público-alvo foi notado um conhecimento médio a baixo. As definições dos entrevistados acerca dos termos questionados no formulário, foram redundantes e generalistas. Com base nessa avaliação é possível concluir que as universidades não se mostraram suficientemente influentes na inserção e sensibilização dos estudantes universitários diante das temáticas tratadas no presente estudo. 43% dos entrevistados afirmaram desconhecer o destino dos seus resíduos sólidos, apesar de 41% dos universitários se considerarem responsáveis pelos materiais gerados em suas residências. Apesar das definições pouco elaboradas e da baixa taxa de participação dos entrevistados em atividades de destinação alternativa de resíduos, estes apresentam-se como interessados em se incluírem em novas práticas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos urbanos; coleta seletiva; reciclagem; percepção ambiental; educação ambiental.

### INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico exponencial nas zonas urbanas, nas últimas décadas, assume papel crucial na atual crise ambiental, sendo impulsionado pelo acúmulo exacerbado de resíduos sólidos urbanos (MUCELIN; BELLINI, 2008). No Brasil, a destinação inadequada de resíduos sólidos ainda é uma realidade, pois encontram-se ativos muitos lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2019). Segundo a Lei nº 12.305/10, as atividades em lixões deveriam se encerrar em junho de 2018 nas capitais e metrópoles, e em 2021 nos municípios menores. Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, apesar da diminuição exponencial, em 2018 lixões e aterros controlados ainda recebiam cerca de 80 mil toneladas de “lixo” por dia, totalizando 23% de todos os resíduos do país gerados ao ano (ABRELPE, 2019).

Segundo o Relatório do Fundo Mundial para a Natureza (World Wildlife Fund - WWF) de 2019, o Brasil foi considerado o quarto maior produtor de lixo plástico (BRASIL, 2019), sendo que apenas 26% deste material é reciclado segundo a Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast) (SCHERER, 2021). A partir dessa informação, é possível compreender a gestão dos resíduos sólidos como uma problemática que exige reforço na busca de solução.

A Lei nº 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, tem como objetivo “estabelecer diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis” (Art. 1º). A gestão integrada consiste na divisão de responsabilidades entre toda a sociedade, desde os produtores e comerciantes até os consumidores e titulares de serviços públicos de limpeza urbana (SILVA, 2013).

O consumo exacerbado gera imensuráveis quantidades de resíduos, que são despejados no ambiente diariamente (MUCELIN; BELLINI, 2008). A visão consumista, de pouca responsabilidade ecológica, abarrotava os aterros rapidamente, afetando sistemas de gestão de resíduos, que vem a falhar na disposição final dos materiais em excesso (COHEN, 2003 *apud* ROCHA; MOURA JUNIOR; MAGALHÃES, 2012). Esses materiais, quando lançados de maneira inadequada nos ambientes, contribuem para diminuição da biossegurança, a perda de biodiversidade nas áreas afetadas e, com conseqüente diminuição da qualidade de vida da população (OLIVEIRA; DA SILVA SANTOS; VIANA, 2016).

A existência de problemáticas ambientais é frequentemente ignorada em razão da ideia de infinitude dos recursos naturais (QUINTAS, 2004). Com isso, inserir o indivíduo na perspectiva ambiental, identificando as problemáticas por ele enfrentadas e como se vê a responsabilidade individual para com a produção de resíduos e quais seus níveis de conhecimento destas questões. Tais levantamentos são de grande importância na criação e execução de planejamentos ambientais, levando em conta suas características sociais, culturais e econômicas (FERNANDES, 2004).

A Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos tem grande relevância, pois influencia diretamente na qualidade de vida das populações através da saúde e bem-estar. Uma gestão de resíduos com baixa qualidade, por outro lado, pode interferir tanto em esferas sociais, econômicas e ambientais.

Com a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos de 2010, surge uma nova perspectiva para a resolução das problemáticas causadas pelo acúmulo de resíduos sólidos. No

entanto, segundo Neves (2013), apesar do aumento nas atividades de coleta seletiva de materiais recicláveis e a proibição de lixões a céu aberto, a destinação dos resíduos ainda enfrenta dificuldades devido à falta de implementações de tratamento e estruturas em escala adequada. De acordo com a Abrelpe (2019), quase 75% das cidades brasileiras dispõem de algum tipo de atividade de coleta seletiva. No entanto, a maioria são pequenas iniciativas e não abrangem todos os bairros. Em 2018, mais de 40,5% de todo resíduo arrecadado no ano foi destinado a aterros controlados e lixões, atualmente proibidos por lei federal.

O grande consumo de materiais industrializados gera enormes quantidades de lixo nos centros urbanos (MUCELIN; BELLINI, 2008). Além dos resíduos orgânicos, que sofrem grande desvalorização frente às atividades de reciclagem e acabam sendo direcionados para os aterros (NEVES, 2013). Estes acabam por sobrecarregar o sistema de gestão de resíduos, diminuindo a vida útil dos aterros e impulsionando um manejo ineficiente (COHEN, 2003 apud ROCHA; MOURA JUNIOR; MAGALHÃES, 2012), que cria inúmeras problemáticas como afirma Carijó (2016, p. 47):

Além da poluição do ar, os resíduos descartados irregularmente acarretam em outros impactos ambientais. Os notados com maior facilidade são a poluição visual e odores. Na decomposição da matéria orgânica é gerado o chorume, um líquido tóxico e de mau odor que ao infiltrar o solo pode atingir lençóis freáticos, rios e córregos, prejudicando o meio ambiente aquático e o consumo humano (CARIJO, 2016).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos tem como objetivo levar os Municípios e Estados a criarem seus Planos de Gestão Integrada e publicarem os mesmos, indicando a maneira como será realizada (ABRAMOVAY; SPERANZA; PETITGAND, 2013). Eles devem buscar minimizar a geração de resíduos sólidos através de uma variedade de alternativas (SÃO PAULO, 2013).

No entanto, ainda existem inúmeras dificuldades para que esse processo ocorra com sucesso. Nas pequenas cidades existe a necessidade de se criar consórcios com diferentes municípios, o que pode gerar vários conflitos políticos. Em 2013, apenas 10% dos municípios brasileiros haviam enviado seus planos de gestão integrada de resíduos ao governo federal. Com isso os municípios não recebem recursos para realizar um manejo adequado, surgindo então inúmeras problemáticas na gestão dos resíduos urbanos (ABRAMOVAY; SPERANZA; PETITGAND, 2013).

A questão central que motivou esta pesquisa foi avaliar como os estudantes universitários de Teixeira de Freitas percebem a gestão dos resíduos sólidos no município. Pretendeu-se também identificar percepções acerca da responsabilidade individual para com a

produção de resíduos e com os processos de gestão. O público-alvo foi escolhido com base na perspectiva de que este está em destaque nas iniciativas de cunho e construção de concepção ecológica, que envolve diversas camadas sociais (TAUCHEN; BRANDLI, 2006).

Nesse sentido, o objetivo geral do trabalho consistiu em avaliar a percepção dos estudantes universitários com relação à gestão de resíduos sólidos no município de Teixeira de Freitas, extremo sul baiano.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A percepção dos estudantes universitários sobre a gestão dos resíduos sólidos foi realizada através de um questionário aplicado a um grupo de 67 estudantes universitários de instituições públicas e privadas de diferentes cursos universitários. O questionário online foi constituído por 28 perguntas abertas e fechadas, com temáticas que foram desde características pessoais e socioeconômicas até a percepção sobre a reciclagem, coleta seletiva, e qual destino o estudante dá a seus resíduos domésticos. A metodologia aplicada no presente estudo baseou-se no trabalho de Rocha (2012) que usou o método *Survey*, onde não se testa as habilidades deles, mas busca opiniões, informações e aspectos gerais relacionados ao tema que foi objeto de estudo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Panorama da situação no município de Teixeira de Freitas**

O censo do IBGE (2010) demonstra que, o município de Teixeira de Freitas apresentou um crescimento demográfico de mais de 60% em relação ao censo anterior, que foi realizado em 2000, chegando a 138.341 habitantes (IBGE, 2010). Com o aumento do crescimento populacional se observa o aumento do consumo, o que traz inúmeros impactos para a produção de resíduos sólidos urbanos.

Segundo o trabalho de Rocha (2012), a Secretária Municipal de Serviços Extraordinários da Prefeitura Municipal de Teixeira de Freitas afirma que a cidade apresenta uma coleta média diária em torno de 80 a 85 toneladas. Entretanto, de acordo com Fernandes (2018), a quantidade de materiais destinados ao aterro é apenas uma especulação. Isto se dá devido à falta de funcionamento das balanças de pesagem presentes nos caminhões que realizam a coleta e da grande quantidade de materiais que é descartada em locais indevidos como: rua, terrenos baldios, córregos.

Segundo Fernandes (2018) a coleta dos resíduos sólidos da cidade é realizada diariamente em todo perímetro geográfico, utilizando-se caminhões compactadores para transportar os materiais sem nenhum tipo de seleção. A única coleta especial é a dos pneus usados, que são recolhidos em lojas e borracharias a cada 15 dias e levados ao aterro, de onde são, posteriormente, transportados e utilizados por uma empresa.

O local de disposição final dos materiais residuais de Teixeira de Freitas inaugurado nos anos 2000, hoje contém estrutura compatível com um aterro sanitário (ROCHA, 2012). Contém terreno impermeabilizado, drenagem de gases e chorume, nos quais são direcionados para águas de aeração. No entanto, de acordo com Rocha (2012), o local tem funcionado de forma semelhante à um lixão, pois dispõe os materiais a céu aberto, e apresenta um sistema de drenagem de gases e chorume considerado ineficaz, além de abrigar pessoas que circulam em busca de coletar materiais recicláveis e alimentos.

Outro ponto relevante para a discussão dos resíduos sólidos no município de Teixeira de Freitas é considerar o termo de ajustamento de conduta iniciado em 2009, com parceria entre o Ministério Público Estadual, Promotoria de Justiça de Teixeira de Freitas e a Prefeitura do Município. Segundo o Portal do Núcleo da Mata Atlântica do Ministério Público do Estado da Bahia (2009), inicialmente seriam instalados 20 contêineres em pontos estratégicos da cidade e posteriormente mais 40 em novos pontos. O plano foi elaborado por uma empresa contratada pelo município, conforme previu o Termo de Ajustamento de Conduta.

A Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Teixeira de Freitas, criada em 2008, possuía mais de 70 participantes que se dividem nas tarefas da coleta e triagem dos materiais. De acordo com Fernandes (2018), em 2018 a associação contava com apenas 49 participantes registrados.

O projeto de coleta seletiva foi uma parceria de gestão compartilhada entre a Prefeitura, o Setor Privado e a associação de catadores. Onde a participação do município foi apenas através da cessão de um espaço para a criação da sede, onde seria realizado o depósito e a triagem dos resíduos sólidos recicláveis. Segundo a associação, o programa "Maratona Plástico Zero no Lixo", criado através da parceria em 2009, chegou a tirar cerca de 9 toneladas de resíduos em Teixeira de Freitas. Sendo assim, estima-se que apenas pouco mais de 10% dos resíduos foram devidamente reciclados (ROCHA, 2012).

Analisando o contexto, é possível concluir que o projeto de coleta seletiva na cidade foi criado com pouco comprometimento da Gestão Pública, sem atividades de sensibilização,

orientação e mobilização da população, descumprindo vários aspectos da PNRS, além da falta de convênio com Associação de Catadores, que comprometeu a funcionalidade do projeto que se caracteriza como peça chave na implantação das atividades (FERNANDES, 2018). O maior engajamento ao projeto poderia ser responsável pela reciclagem de dezenas de toneladas de resíduos, que ao serem destinados adequadamente, aumentaria o tempo de vida útil do aterro sanitário do município (ROCHA, 2012).

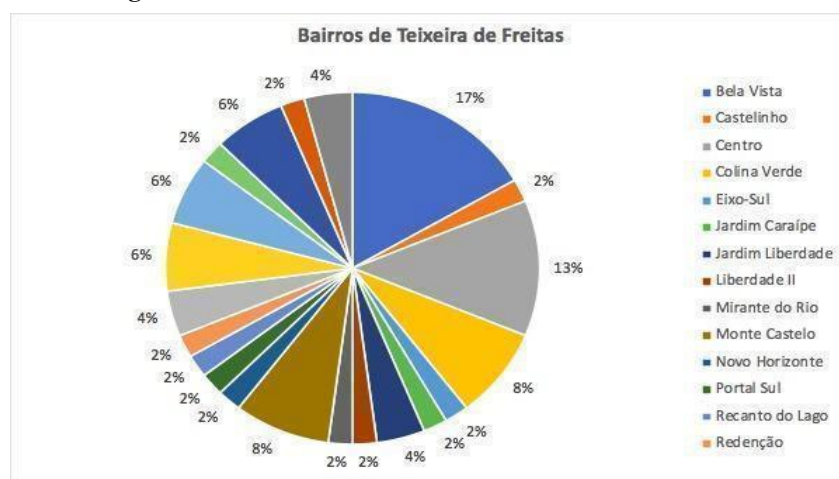
### Avaliação da percepção dos estudantes universitários

A partir dos questionários, foi possível obter informações relevantes acerca da percepção dos estudantes universitários com relação à gestão dos resíduos sólidos e temas correlatos no Município de Teixeira de Freitas.

A primeira parte do questionário foi elaborada com o intuito de caracterizar o grupo dos estudantes universitários que responderam as perguntas, sobretudo avaliando as características gerais do grupo e aspectos socioeconômicos. Nesta primeira etapa, observou-se que aproximadamente 80% dos universitários entrevistados apresentam entre 18 e 30 anos. A UFSB se destacou na quantidade de estudantes participantes, chegando a uma porcentagem de 80%. Acredita-se que esta proporção seja em razão do fácil acesso da equipe executora para com este público e face ao maior interesse em contribuir com a pesquisa.

De acordo com os dados, mais de 60% dos entrevistados moram em casas próprias, nas quais a maioria compartilha com 2 a 4 pessoas, sendo mais de 80% destes residentes da zona urbana, tendo a distribuição dos bairros bem evidente. A partir disso, foi possível criar uma boa análise qualitativa, pois a distribuição equilibrada dos participantes permite catalogar o maior número de perspectivas nas diferentes condições geográficas (Figura 1).

**Figura 1:** Bairros onde residem os estudantes universitários.

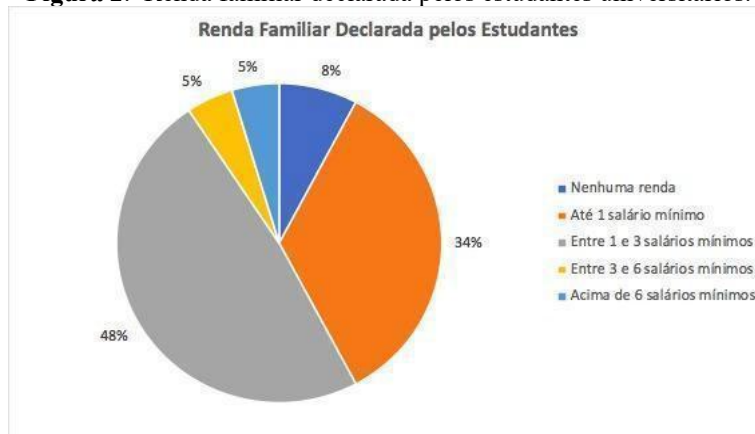


Fonte: Autoria própria, 2021.



Com relação às condições socioeconômicas dos entrevistados, os resultados indicam que a renda familiar de quase metade dos estudantes é de até três salários-mínimos, o que denota um padrão socioeconômico médio/baixo (Figura 2).

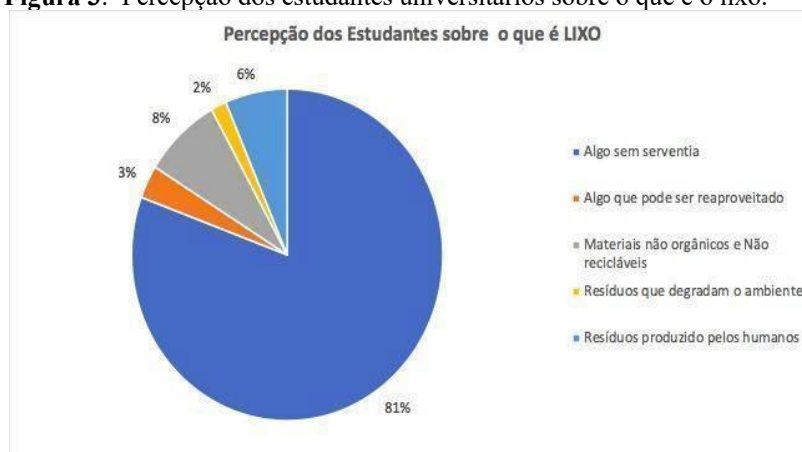
**Figura 2:** Renda familiar declarada pelos estudantes universitários.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Através do questionário, foi possível avaliar qual a percepção do nosso público-alvo, os estudantes universitários residentes em Teixeira de Freitas, com relação aos temas correlacionados com a problemática da gestão de resíduos sólidos. Quando questionados sobre suas percepções acerca do que é o termo “lixo” (Figura 3), é possível notar que a grande parte dos estudantes optam por respostas mais generalistas e simplistas, sem grandes expressões de pontos de vista. Os que expressam opiniões, descrevem como sem serventia e não recicláveis.

**Figura 3:** Percepção dos estudantes universitários sobre o que é o lixo.

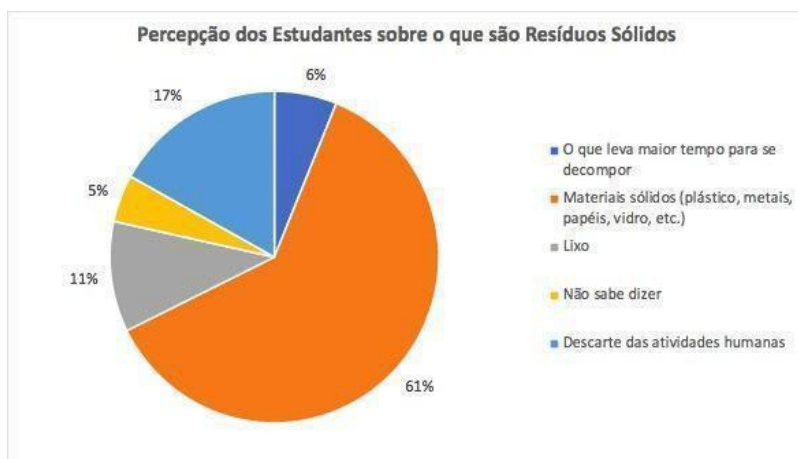


Fonte: Autoria própria, 2021.

A Figura 4 apresenta a forma como o público-alvo define o termo “resíduos sólidos”. Através dos dados, é possível constatar que a maior parte dos entrevistados descreve o termo como sendo materiais sólidos que poderiam ser reciclados. É possível perceber que o termo “lixo” expressa, na percepção dos entrevistados, algo ruim, como um problema a ser resolvido,

que, neste caso, se resolve com o descarte, como foi afirmado. Em contrapartida, os “resíduos sólidos” expressam algo mais útil que não precisa ser descartado. Possivelmente essa percepção está ligada com o fato do termo não se fazer presente de forma direta no cotidiano dos entrevistados.

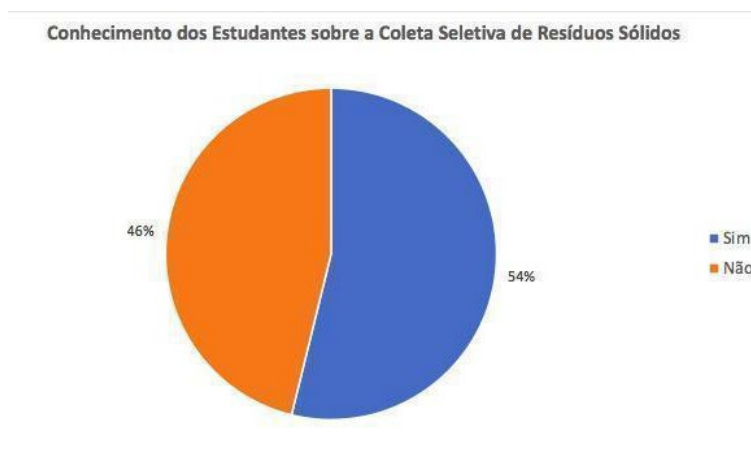
**Figura 4:** Percepção dos estudantes universitários sobre o que são resíduos sólidos.



**Fonte:** Autoria própria, 2021.

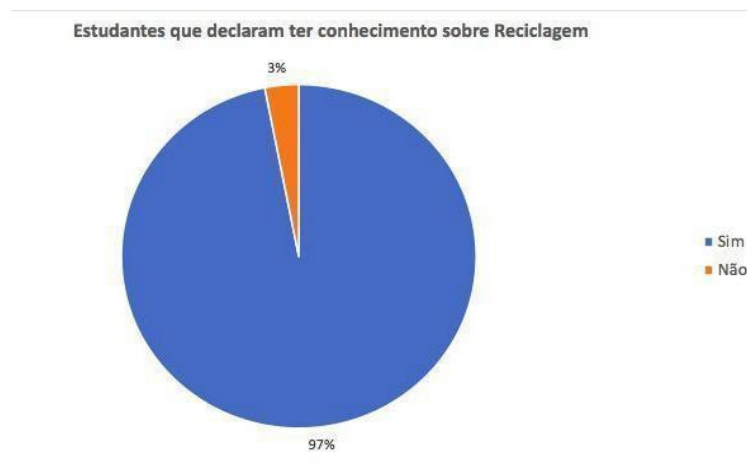
Quando interrogados sobre seus conhecimentos a respeito das atividades de reciclagem (Figura 5) e coleta seletiva (Figura 6), mais de 90% dos estudantes universitários afirmam que tem algum entendimento sobre o assunto.

**Figura 5:** Conhecimento dos estudantes universitários sobre coleta seletiva.



**Fonte:** Autoria própria, 2021.

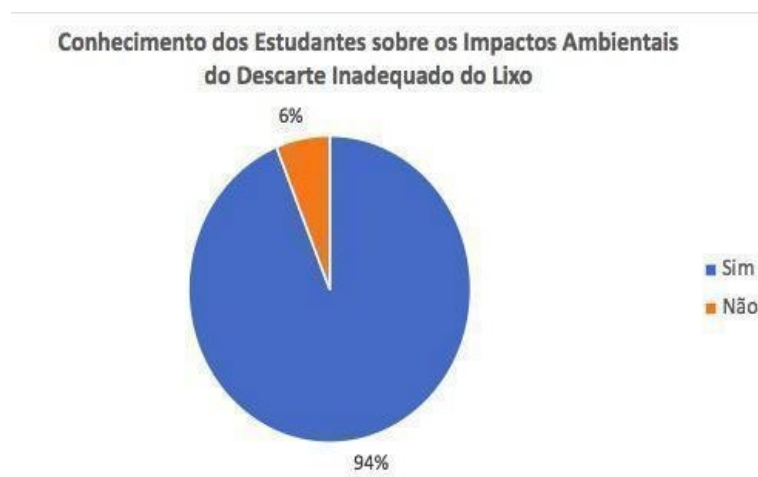
**Figura 6:** Conhecimento dos estudantes universitários sobre reciclagem.



**Fonte:** Autoria própria, 2021.

Diante da pergunta se consideravam o lixo como um problema no município de Teixeira de Freitas, 100% dos participantes concordaram, e mais de 94% afirmaram ter conhecimento sobre as problemáticas e impactos ambientais ocasionados pelo descarte inadequado de resíduos sólidos (Figura 7). Na Figura 8, ao serem questionados sobre problemáticas relacionadas aos resíduos enfrentadas em seus bairros, o “lixo” foi apontado como responsável pelo mau cheiro, poluição visual, entupimento de bueiros etc. Denotando que os participantes entendem o termo "lixo" de forma negativa possivelmente em razão das vivências e problemáticas enfrentadas em seus cotidianos.

**Figura 7:** Conhecimento dos estudantes universitários sobre os impactos ambientais ocasionados pelo descarte inadequado do lixo.



**Fonte:** Autoria própria, 2021.

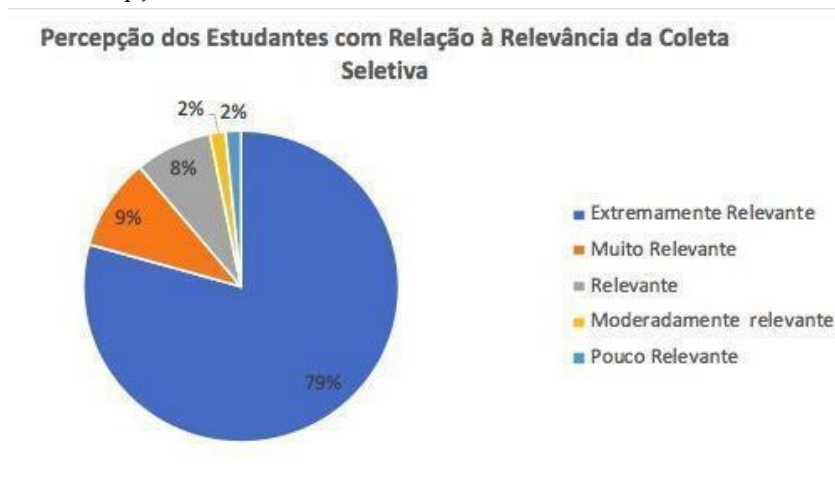
**Figura 8:** Declaração dos estudantes universitários acerca das problemáticas relacionadas ao lixo enfrentadas em seus bairros.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Cerca de 89% percebem o trabalho da coleta seletiva como sendo extremamente relevante (Figura 9). No entanto quando questionados sobre seus conhecimentos acerca da Associação de Catadores de Teixeira de Freitas e o Projeto de Coleta Seletiva que já foi realizado na cidade em 2008, 74% dos participantes da pesquisa afirmaram não conhecer a associação de catadores e cerca de 94% não conheceram o projeto realizado por eles em 2008. Diante da pergunta do porquê eles achavam que o projeto de coleta seletiva não tinha dado certo, os estudantes demonstraram opiniões diversas. Grande parte afirmou ser de responsabilidade tanto do poder público quanto da sociedade e 14% acredita que há falta de conhecimento da população (Figura 10). Nossos resultados corroboram com os resultados da pesquisa realizada por Rocha (2012), onde mais de 80% dos cidadãos teixeirenses entrevistados afirmaram não ter recebido nenhum tipo de sensibilização ou orientação para a realização da separação dos resíduos sólidos em suas residências, da mesma forma que na pesquisa de rocha os pesquisados declararam não ter recebido instruções.

**Figura 9:** Percepção dos estudantes universitários acerca da relevância da coleta seletiva.



Fonte: Autoria própria, 2021.

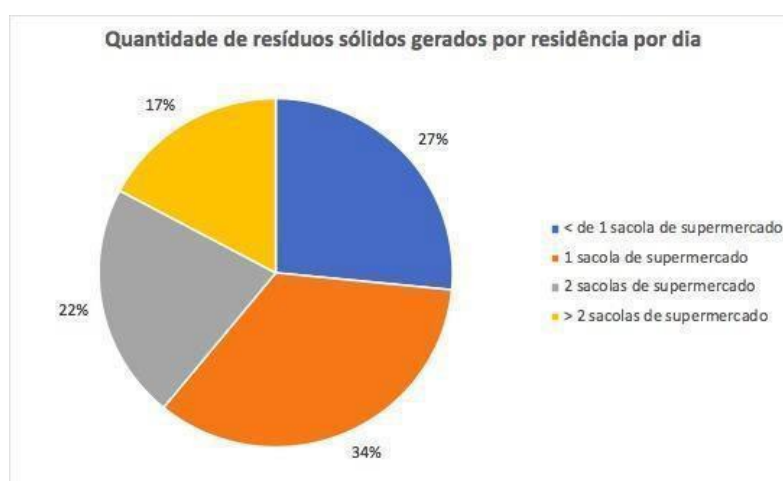
**Figura 10:** Indicativo dos motivos pelos quais os estudantes universitários acreditam que o projeto de coleta seletiva não obteve sucesso.



Fonte: Autoria própria, 2021.

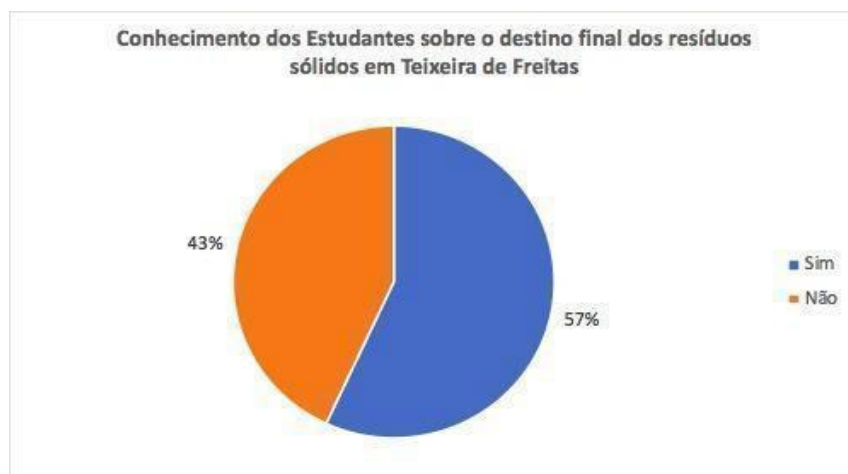
No que diz respeito ao dia a dia dos estudantes, foi questionada a proporção média de “lixo” gerada em suas residências (Figura 11). Segundo mais da metade dos entrevistados, cerca de 61%, são produzidas de uma a duas sacolas de supermercado, resultando em uma média de mais de mil sacolas mensais, que são descartadas apenas por essa porcentagem dos estudantes. Do total dos entrevistados, quase 60% desconhecem o destino final dos seus resíduos (Figura 12). Este “lixo” recolhido na cidade de Teixeira de Freitas é destinado para um aterro sanitário que, de acordo com Rocha (2012), contém estrutura compatível com um aterro sanitário. No entanto, tem um sistema de drenagem de gases e chorume falho, além de dispor os materiais a céu aberto, por onde circulam pessoas em busca de alimento e materiais recicláveis.

**Figura 11:** Quantidade de resíduos gerados na residência dos estudantes universitários diariamente.



Fonte: Autoria própria, 2021.

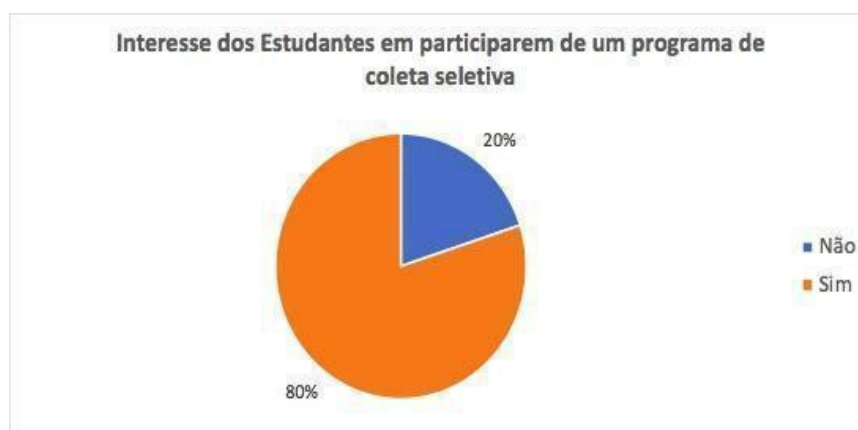
**Figura 12:** Conhecimento dos estudantes universitários sobre o destino final de seus resíduos.



Fonte: Autoria própria, 2021.

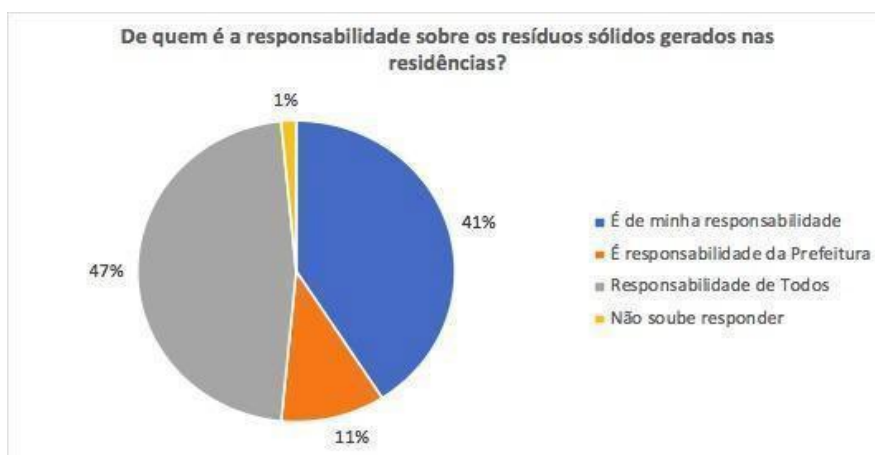
Cerca de 80% dos participantes declararam ter interesse em participar de atividades de coleta seletiva (Figura 13). Na Figura 14 demonstram perceber uma responsabilidade tanto coletiva quanto individual sobre o assunto. As afirmações foram consideradas discrepantes, pois apesar de aceitarem que se trata de suas responsabilidades, dados apresentados na Figura 12 indicam que a maioria dos estudantes universitários que participaram da pesquisa sequer busca conhecer o destino dos materiais que descartam em suas residências. Estes dados se assemelham ao resultado do trabalho de Rocha (2012), onde os estudantes entrevistados em sua maioria atribuem a competência exclusivamente aos indivíduos, mas também em grande parte não sabem para onde vão seus materiais. A compreensão e postura crítica dos entrevistados de suas responsabilidades é positiva e otimista. No contexto sociopolítico brasileiro, a sociedade tende a se esquivar dos problemas ambientais, atribuindo apenas ao governo a responsabilidade de sua resolução (COSTA; TEODÓSIO, 2011).

**Figura 13:** Interesse dos estudantes universitários em participar de atividades de coleta.



Fonte: Autoria própria, 2021.

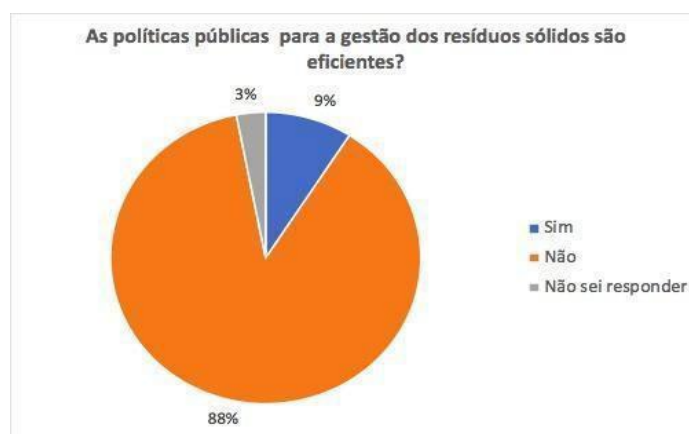
**Figura 14:** Dados sobre a responsabilidade pelos resíduos sólidos gerados em suas residências segundo os estudantes universitários.



**Fonte:** Autoria própria, 2021.

A pergunta final do questionário proposto no presente estudo foi sobre a efetividade das políticas públicas municipais para a gestão dos resíduos sólidos. Cerca de 90% dos estudantes que participaram da pesquisa declararam que não acreditam que as políticas públicas para a gestão dos resíduos sólidos sejam eficazes (Figura 15). Os dados demonstram uma visão pessimista para com as atuais formas de lidar com os resíduos na cidade, muito possivelmente em razão do conhecimento e da vivência das problemáticas consequentes da má gestão destes materiais no nosso município. Segundo Fernandes (2018), falta em Teixeira de Freitas um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, que além de nortear a realização dos trabalhos de gestão, também daria ao município injeção de novas verbas, possibilitando uma operação de limpeza pública qualitativa e eficiente, diminuindo a insatisfação da população e uma possível inserção deles em novas políticas públicas de gestão integrada.

**Figura 15:** Eficiência das políticas públicas segundo os estudantes universitários sobre os impactos ambientais ocasionados pelo descarte inadequado do lixo.



**Fonte:** Autoria própria, 2021.

## CONCLUSÃO

Através da metodologia aplicada foi possível avaliar os níveis de conhecimento dos estudantes e suas percepções de responsabilidade individual para com a geração de resíduos sólidos. Percebeu-se que, apesar de se esperar um nível de conhecimento médio a alto nessa parcela da população, que tem destaque nas iniciativas de cunho e construção de concepção ecológica, foi demonstrada consciência dos termos apresentados e as atividades descritas, mas um conhecimento e uma percepção redundante e generalista para com as questões. Concluiu-se que a universidade de forma geral não se mostrou suficientemente influente na inserção e sensibilização dos estudantes universitários nas problemáticas discutidas no presente estudo.

Verificou-se que a taxa de participação desses entrevistados em práticas de preservação e cuidados ambientais são extremamente baixas. Em contraponto, eles são capazes de perceber o seu meio, descrevê-lo e até demonstram interesse em participar e se inserirem em iniciativas relacionadas ao “tratamento” dos resíduos.

No entanto os universitários apresentam uma percepção pouco otimista para com o sucesso de eventuais atividades aplicadas na cidade, possivelmente em razão da apatia generalizada presente na sociedade e da falta de investimentos públicos na estrutura e na divulgação dos projetos.

Diante dos resultados nota-se diversas questões que necessitam da união de vários setores da sociedade. A administração de Teixeira de Freitas deve trabalhar na criação do plano municipal de gestão integrada para que haja um manejo adequado desde a geração dos resíduos, até a sua destinação final. Introduzindo a coleta seletiva, a reciclagem e a compostagem como parte das políticas de ação na resolução das problemáticas dos resíduos sólidos urbanos, assim como proporcionar uma infraestrutura para promover o trabalho dos catadores da cidade. No entanto, as políticas devem estar associadas ao desenvolvimento humano, e para isso as instituições de ensino devem ser capazes de inserir a educação ambiental, assim como promover o consumo consciente e sustentável. Deste modo, todo o conjunto pode trabalhar firmemente desde o pré até os pós consumo.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo; SPERANZA, Juliana Simões; PETITGAND, Cécile. Lixo zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera. **São Paulo: Planeta sustentável: Instituto Ethos**, 2013.



ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. 2019.

BRASIL, W. W. F. **Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico**. Disponível em <https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plasticO> . Acesso em 10 DE DEZ DE 2020 , v. 7, 2019.

CEMPRE **Compromisso Empresarial para Reciclagem** (2013). CEMPRE Review 2013. São Paulo, Brasil.

COHEN, Claude. Padrões de Consumo e Energia: Efeitos Sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento. In: **Economia e Meio Ambiente: Teoria e prática**. MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da (Org). Rio de Janeiro, Campus XX, 2003. cap. 10, pg. 270.

COSTA, Daniela Viegas da; TEODÓSIO, Armindo dos Santos de Sousa. Desenvolvimento sustentável, consumo e cidadania: um estudo sobre a (des) articulação da comunicação de organizações da sociedade civil, do estado e das empresas. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, v. 12, p. 114-145, 2011.

FERNANDES, Fabio Vitorino. **Limitações que impossibilitam o funcionamento da coleta seletiva em Teixeira de Freitas-BA**, 2018. <https://acervodigital.ufpr.br/>

FERNANDES, Roosevelt S. et al. Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental. **Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade**, v. 2, n. 1, p. 1-15, 2004.

FIGUEIREDO, Eliene da Costa. **Análise da percepção ambiental frente ao gerenciamento de resíduos sólidos do município de Saubara-BA**. 2013.

FREITAS, Lúcio Flávio da Silva. Padrão de consumo e pressão ambiental no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 18, n. 1, p. 100-124, 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estudos avançados**, v. 25, p. 135-158, 2011.

MPEB - MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DA BAHIA. Núcleo da Mata Atlântica. **Promotoria e município de Teixeira de Freitas celebram TAC**, 2009. Disponível em: <[http://mpnuma.ba.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=121&Itemid=69](http://mpnuma.ba.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=121&Itemid=69)>. Acesso em 11 de julho de 2021.

MIRANDA, Nathallia Mercedes; DE OLIVEIRA MATTOS, Ubirajara Aluizio. Revisão dos modelos e metodologias de coleta seletiva no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 2, p. 1-22, 2018.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & natureza**, v. 20, n. 1, p. 111-124, 2008.

NANI, Everton Luiz. **Meio ambiente e reciclagem**. Jurua Editora, 2007.

NEVES, Fábio de Oliveira. Gerenciamento de resíduos sólidos: problemas e perspectivas em Toledo-PR. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 47, 2013.

OLIVEIRA, Karina Costa .; DA SILVA SANTOS, Roberta Monique; VIANA, Álefe Lopes. Geração de resíduos sólidos: a percepção da população em um bairro da Cidade de Manaus, Amazonas. **InterfaceSaúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 11, n. 1, p. 42-52, 2016.

PELICIONI, Maria Cecília Focesi. Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade. **Saúde e sociedade**, v. 7, p. 19-31, 1998.

QUINTAS, José Silva. Educação no processo de gestão ambiental: uma proposta de educação ambiental transformadora e emancipatória. **Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente**, v. 156, p. 113-140, 2004.

RIBEIRO, Helena; BESEN, Gina Rizpah. Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. **Interface**, v. 2, n. 4,

ROCHA, Cacilda Michele Cardoso; MOURA JUNIOR, Alfredo Matos; MAGALHÃES, Karine Matos. **Gestão de resíduos sólidos: Percepção ambiental de universitários em uma instituição de ensino superior brasileira**. 2012.

ROCHA, Diego Luz. Uma análise da coleta seletiva em Teixeira de Freitas-Bahia. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 44, 2012.

RODRIGUES DA SILVA, Fernando. Impactos ambientais associados à logística reversa de lâmpadas fluorescentes. **Interface-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 8, n. 1, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do meio ambiente. **Resíduos sólidos**. 2.ed. São Paulo: SMA/CEA, 2013.

SCHERER, Aline. “Como o Brasil está começando a virar o jogo da reciclagem de plástico.” **Um Só Planeta**, 2021. Disponível em:<<https://umsoplaneta.globo.com/financas/negocios/noticia/2021/05/16/como-o-brasil-esta-comecando-a- virar-o-jogo-da-reciclagem-de-plastico.ghtml>>. Acesso em 05 de julho de 2021.

# CAPÍTULO 16

## IMPACTO DA PANDEMIA NA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS COM ÊNFASE NOS ORGÂNICOS<sup>32</sup>

Maele Costa dos Santos  
Caren Wilsen Miranda Coelho  
Norton Peterson de Mello  
Liciane Oliveira da Rosa  
Érico Kunde Corrêa

### RESUMO

A pandemia causada pelo coronavírus (SARS-CoV-2), mudou o cotidiano das sociedades de maneira global, impondo indiretamente que medidas mitigadoras da propagação do vírus fossem impostas e executadas por todos os países. Uma destas medidas foi o isolamento social, também chamado de *lockdown*. O isolamento social trouxe mudanças, e a grande maioria dos serviços foram realizados em casa (*home office*), exceto trabalhos essenciais como a produção de energia, alimentos e saúde. Com esta nova configuração mundial, observou-se grandes mudanças a nível global como redução da emissão de poluentes atmosféricos, líquidos e resíduos indústrias. Entretanto, o consumo de alimentos aumentou e conseqüentemente aumentou a geração de resíduos sólidos principalmente orgânicos. Com as pessoas passando mais tempo em suas casas se dedicaram a produzir suas próprias comidas, aliado a isto, a ansiedade também atuou no consumo. Porém, os resíduos gerados em elevadas quantidades e sem tratamento e destinação adequada provocam diversos impactos ambientais. Portanto, o presente trabalho tem por objetivo investigar e apresentar processos biológicos de aproveitamento destes resíduos, no qual todas as pessoas podem realizar em suas casas, obtendo subprodutos com alto valor comercial e ambiental, contribuindo assim para um futuro mais sustentável. Os processos de compostagem, vermicompostagem e digestão anaeróbia, possuem excelente vantagem na redução do volume de resíduos orgânicos, são processos de baixo custo de aplicação. Além disso, geram biofertilizantes que podem ser aplicados em hortas residenciais e vendidos, e também a produção de biogás para geração de calor, combustível, e energia através da digestão anaeróbia. A implementação de ações sustentáveis durante todas as etapas do gerenciamento destes resíduos é fundamental, visto as problemáticas ambientais causadas pelos mesmos. Entretanto, para que possamos alcançar um futuro sustentável e um ambiente equilibrado, é necessário que as pessoas conheçam estes processos e as metodologias a se utilizar. Neste caso, a Educação Ambiental (EA), desempenha um papel fundamental no compartilhamento destas ferramentas e na disseminação das informações relativas à preservação ambiental e ao gerenciamento de recursos e resíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos Orgânicos. COVID-19. Pandemia. Educação Ambiental. Alimentos.

<sup>3</sup> Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS)

<sup>2</sup> Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)

## INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos resíduos sólidos é um dos maiores desafios para os governantes de pequenas e grandes cidades nos países em desenvolvimento, uma vez que a geração de resíduos sólidos tem aumentado e os custos de gerenciamento dos resíduos são elevados frente ao orçamento dos municípios (ABDEL-SHAFY; MANSOUR, 2018). Fatores como a rápida urbanização, o crescente aumento populacional, a elevação da economia e a melhora nos padrões de vida dos países em desenvolvimento, contribuíram para a aceleração da quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados (MINGHUA et al., 2009).

Este cenário mudou no ano de 2020, quando uma pandemia assolou o mundo, ocasionando o surgimento de uma doença altamente infecciosa, sendo transmitida pelo coronavírus (SARS-CoV-2) denominada COVID-19, o vírus foi considerado extremamente perigoso devido à alta taxa de transmissão de pessoa para pessoa (WESTON; FRIEMAN, 2020). A partir disso, a Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2020 declarou estado de pandemia, surgindo assim diversas formas de mitigação, uma delas foi o isolamento social da população mundial que passou a ser chamado de *lockdown*.

Devido às medidas adotadas para a doença não avançar, alguns efeitos positivos no meio ambiente foram analisados, como a redução da emissão de gases de efeito estufa, no entanto, houve também efeitos negativos, como o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos – RSU, principalmente aqueles vindos da produção de materiais de proteção individual e de alimentos (FELISARDO; SANTOS, 2021).

No Brasil, de acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais ABRELPE (2020), os resíduos sólidos domiciliares foram passíveis de acréscimo de 15 a 25%, enquanto os resíduos de serviço de saúde tenderam a um aumento de até 20 vezes mais. Associado a esse dado, em muitos lugares houve redução na reciclagem de resíduos, pois muitos centros interromperam os programas de reciclagem, por causa dos riscos de disseminação do COVID-19 (FELISARDO; SANTOS, 2021).

No período do isolamento, uma grande parte da população começou a trabalhar de forma remota devido às medidas de controle da doença, ocasionando um aumento de compras de produtos, principalmente os alimentícios. Essa percepção pode ser comparada em um trabalho realizado em Belo Horizonte, onde o aumento de compras de produtos alimentícios subiu 19%, de acordo com o autor, isso pode ser explicado pelo fato das pessoas que antes trabalhavam fora, agora passam mais tempo em seus lares, substituindo as refeições realizadas em

restaurantes como forma de se protegerem do vírus, passando a preparar as próprias refeições (BORGES, 2020).

Já na Espanha, um estudo concluiu que o período de confinamento social induziu a população uma mudança de hábitos na alimentação fazendo com que tenha um maior consumo de produtos orgânicos como frutas, verduras, legumes e peixes e uma redução do consumo de produtos de panificação, doces, salgadinhos, bebidas açucaradas e bebidas de alto teor alcoólico (PEREZ-RODRIGO et al., 2020).

O aumento de compras de produtos alimentícios no período da pandemia, culminou em uma maior geração de resíduos orgânicos na maioria dos países (ZAMBRANO-MONSERRATE; RUANO; SANCHEZ-ALCALDE, 2020). Grande parte desses resíduos não são reaproveitados, sendo assim, enviados diretamente para aterros sanitários ou disposto a céu aberto, corroborando com o trabalho realizado no período da pandemia no município de Itapetinga-BA, onde mais de 79% das pessoas responderam que não reaproveitam os resíduos orgânicos descartando de maneira inadequada (ARGOLO et al., 2020).

O descarte inadequado desses resíduos pode gerar inúmeros impactos ao meio ambiente, e comprometer a qualidade de vida da sociedade, devido ao aumento na emissão de gases nocivos, contaminação do solo e poluição das águas superficiais e subterrâneas. Tais problemas socioambientais são de responsabilidade da sociedade como um todo e não somente do poder público (OLIVEIRA; MEIRA, 2017).

Além disso, durante o descarte incorreto dos resíduos sólidos orgânicos ocorre a perda ou redução de valiosas quantidades de nutrientes que estavam retidas no resíduo. Estes nutrientes podem ser recuperados através de processos bioquímicos (SOOBHANY, 2019). A partir disso, a gestão correta dos resíduos sólidos aliada a educação ambiental pode possibilitar tanto a redução do resíduo gerado pela população, como a reutilização desses materiais através de técnicas simples de baixo custo (OLIVEIRA; MEIRA, 2017).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, instituída pela Lei 12.305 de 2010, em seu art. 3º inciso VII cita a compostagem e a digestão anaeróbia como formas de destinação correta para os resíduos orgânicos, além destes dois processos, podemos citar também a vermicompostagem, como uma vertente da compostagem que trata os resíduos com a colaboração de oligoquetas (BRASIL, 2010; COTTA et al., 2015).

Esses processos ajudam a diminuir o desperdício e podem também gerar renda com os subprodutos criados nesses tratamentos, que possuem valor ambiental e agrônômico, além de

colaborar para o não o envio desses resíduos para os aterros sanitários, colaborando com a diminuição do esgotamento dos aterros, alcançando assim, um dos objetivos da PNRS (ROSA et al., 2019; BRASIL, 2010).

Diante desse cenário pandêmico nos deparamos com o compromisso frente à Constituição Federal de 1988 Art. 225 no qual expõe que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). Em atenção a isso, dispomos de duas políticas públicas as quais nos permitem a busca pela sensibilização da população como a Política Nacional de Educação Ambiental de 1999 (PNEA) a qual é instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010 (PNRS). A Educação Ambiental (EA), neste contexto, desponta como possibilidade de mudança, pois permite a solução de vários problemas cotidianos e traz novas possibilidades à comunidade (SOUZA, 2014).

Nesse sentido, a questão ambiental requer uma abordagem integrativa de conhecimentos, que permita ao indivíduo o despertar da consciência, para que assim novos hábitos sustentáveis sejam formados, preferencialmente desde a infância e possibilitando a espécie humana gerar, tratar e descartar os resíduos de forma consciente (OLIVEIRA et al., 2009).

Diante disso, é urgente o desenvolvimento de programas e ações educativas que promovam a consciência ambiental e possibilitem a transformação progressiva de valores e atitudes da atual sociedade (SOUZA, 2014). Dentro do contexto dos resíduos sólidos, especificamente os orgânicos tratados neste trabalho, no período da pandemia esses programas educativos devem ser reforçados, visto que a presença do coronavírus nos resíduos orgânicos gerados nos domicílios pode representar riscos para a população e às pessoas que atuam em todo o seu gerenciamento, como a coleta, tratamento e destinação final (ARAÚJO; SILVA, 2020). Portanto, diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar de maneira qualitativa, rotas tecnológicas de tratamento e aproveitamento de resíduos sólidos, especialmente orgânicos, que foram durante a pandemia e são gerados em elevadas quantidades pela sociedade, afim de propor uma sustentabilidade ambiental praticada por todos indivíduos, com a redução do volume de resíduos gerados e aproveitamento dos mesmos, seja, para fins energéticos ou para a produção de biofertilizantes.

## RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), resíduo sólido é todo aquele:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, Art. 3º, XVI, 2010, online).

De acordo com a Norma Brasileira (NBR 10.004) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os resíduos podem ser divididos em duas classes: Perigosos (Classe I) e Não Perigosos (Classe II), conforme mostrado na Tabela 1. Ainda os resíduos Classe II, são subdivididos em Classe II A (não inertes) e Classe II B (Inertes).

**Tabela 1:** Classificação dos resíduos sólidos de acordo com sua periculosidade.

Resíduos Sólidos		
Perigosos	Não perigosos (Classe II)	
Perigosos (Classe I)	Não inertes (Classe II A)	Inertes (Classe II B)
Apresentam periculosidade por possuírem: Inflamabilidade, corrosividade, toxicidade e patogenicidade.	São os que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou classe II B. Podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade; combustibilidade e solubilidade em água.	Resíduos que, quando amostrados e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água (cor, turbidez, dureza e sabor).

Fonte: ABNT, 2004.

## GERAÇÃO DE RESÍDUOS NO BRASIL

Conforme o panorama de resíduos sólidos no Brasil lançado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2020), entre os anos de 2010 e 2019, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil aumentou consideravelmente, passando de 67 milhões para 79 milhões de tonelada por ano. Enquanto, a geração per capita aumentou de 348 kg/ano para 379 kg/ano, ao passo que a coleta também cresceu em todas as regiões do país e, em quase uma década, passou de cerca de 59 milhões de toneladas em 2010 para 72,7 milhões de toneladas em 2019, no mesmo período, a cobertura de coleta passou de 88% para 92%, sendo fortemente incorporada pelas políticas de saneamento básico.

A gravimetria do RSU do Brasil, indica que a maior parte dos resíduos gerados são compostos de matéria orgânica (45,3%), seguido de resíduos plásticos (16,8%) e metais (14,1%). Com a gravimetria é possível traçar um perfil consumista de uma determinada população. A Matéria Orgânica contempla as sobras de resíduos alimentares, perdas de frutas, verduras, resíduos verdes e madeiras. As Embalagens Multicamadas são consideradas embalagens constituídas por mais de um tipo de material. A composição de Têxteis, Couros e Borrachas contempla retalhos no geral, roupas, calçados, mochila, tênis, retalhos de couro e borracha. Os rejeitos são compostos de resíduos sanitários, outros materiais que não foram identificados, bem como recicláveis contaminados que não permitiram a separação. A categoria “OUTROS” inclui os resíduos identificados, porém que não deveriam estar no fluxo de RSU como RSS (Resíduos de Serviços de Saúde), eletroeletrônicos, baterias e pilhas, resíduos perigosos, RCD (Resíduos de Construção e Demolição), pneus, óleos e graxas, embalagens de agrotóxico entre outros (ABRELPE, 2020). Porém, as características quali-quantitativas dos resíduos sólidos podem variar em função de região para região, em função de aspectos como clima, cultura, população, geografia, economia, consumo, entre outros (BRASIL, 2013).

De acordo com as projeções de geração de resíduos sólidos urbanos no país, realizada pela ABRELPE (2020), estima-se que até 2050, o Brasil presenciará um aumento de quase 50% no montante de RSU, em comparação ao ano de 2019. Ao passo que para no mesmo período temporal, esta projeção também prevê um crescimento populacional de 12%.

Contudo, é necessário a inserção de mais políticas públicas na sociedade, bem como incluir cada vez mais a abordagem sobre educação ambiental nas escolas, como ferramenta para garantir um meio ambiente mais sustentável e protegido. Também, é preciso uma maior mobilização na sociedade, maior conscientização ambiental e a aplicação de conhecimentos científicos e desenvolvimento de novas tecnologias para o tratamento destes resíduos, aproveitamento energético e destinação final.

## **RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Os resíduos sólidos orgânicos, podem ser definidos como toda a matéria orgânica de origem animal ou vegetal, como restos de alimentos, cascas e restos de frutas e legumes, folhas e galhos de podas, esterco de animais, entre outros. Conforme mencionado anteriormente, cerca de metade dos resíduos gerados no Brasil são de origem orgânica (ABRELPE, 2020). São diversos os setores que geram grandes quantidades de resíduos orgânicos, sendo elas; doméstica, comercial, industrial, serviços municipais e agricultura (INÁCIO; MILLER, 2009).



Estes Resíduos Orgânicos, constituem-se de uma grande fonte geradora de impactos ambientais relevantes, como: propagação de pragas, vetores e doenças; gases de efeito estufa, principalmente metano, oriundos do processo de degradação biológica; além de líquidos altamente poluentes como o chorume (NETO et al., 2007).

Os resíduos orgânicos possuem um papel fundamental na ciclagem de nutrientes e sua destinação para aterros sanitários, não é somente um desperdício econômico, mas também está em desacordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que prevê que somente rejeitos devem seguir para disposição final (BRASIL, 2018). A PNRS também recomenda que sejam aplicados processos alternativos com tratamentos biológicos, como compostagem e digestão anaeróbia no gerenciamento destes resíduos.

## **IMPACTOS DA PANDEMIA EM RELAÇÃO AO AUMENTO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

É certo, que os bloqueios para impedir a propagação do coronavírus (SARS-CoV-2) estão transformando drasticamente o cotidiano das pessoas em todo o mundo. Entretanto, uma coisa que permanece quase que inalterada é a geração excessiva de resíduos sólidos diariamente, principalmente em uma população ansiosa e em isolamento social (ARAÚJO; SILVA, 2020).

Nesse sentido, um estudo realizado nos EUA, conclui que o aumento dos resíduos sólidos nas residências, devido a pandemia da COVID-19, é consequência da grande procura por compras *online*, de objetos de uso geral ou alimentos e devido a entrega desses produtos demandarem por mais resíduos de embalagens (FELISARDO; SANTOS, 2021).

Certamente, a geração e a má gestão de resíduos sólidos têm se tornado um dos principais problemas ambientais da atualidade, o volume exacerbado juntamente com a destinação e disposição final ambientalmente inadequada vêm trazendo diversos impactos negativos para o meio ambiente e para a saúde humana. Por isso, essa questão ambiental sempre gerou uma preocupação mundial devido aos impactos socioambientais nocivos, por contribuir com o aquecimento global e mudanças climáticas (AUAD et al., 2021). Contudo, devido à baixa atividade humana durante os primeiros meses da pandemia, em relação ao meio ambiente, houve mudanças positivas, como por exemplo, a diminuição da emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa (FELISARDO; SANTOS, 2021). Nesse sentido, imagens de satélite mostram que a pandemia da COVID-19 está atualmente diminuindo níveis de poluição do ar ao redor do mundo (CONJO et al., 2021).

Apesar desses efeitos positivos, diversos efeitos negativos impactam o meio ambiente, principalmente com relação ao aumento da geração de resíduos sólidos. Esses impactos negativos afetam o ar, por meio da decomposição anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos, produzindo chorume e gases que contribuem para o efeito estufa, como por exemplo o metano (CH<sub>4</sub>). E, danificam o solo se dispostos sem nenhum cuidado técnico, causando erosão, poluição e contaminação. Além disso, prejudica a qualidade da água nos sistemas hídricos, limitando sua utilização e provocam a diminuição ou mesmo a perda da biodiversidade nas áreas de abrangência direta e indireta de onde são dispostos (SILVA; TAGLIAFERRO, 2021; FELISARDO; SANTOS, 2021).

E por vezes, o problema com os resíduos sólidos ganha dimensões ainda mais alarmantes quando considerado que atualmente, milhares de toneladas de lixo contaminado com o vírus da COVID-19 em casa por todos os países (CONJO et al., 2021). Podendo prejudicar o trabalho dos catadores de materiais recicláveis quando não são segregados corretamente, restringindo o valor econômico da parte reciclável seca e colocando em risco a saúde desses trabalhadores. Principalmente, os resíduos sólidos orgânicos, que por apresentar condições favoráveis para abrigar diferentes organismos patogênicos e contaminantes como helmintos, nas formas de ovo e de larva, e vírus, a exemplo do SARS-CoV-2, gerando efeitos adversos em distintos sistemas ambientais, sociais e econômicos, constituindo desequilíbrio na homeostase ambiental. (SILVA, 2021; FELISARDO; SANTOS, 2021).

Por isso, se esses impactos não forem mitigados em tempo hábil apresentam riscos irreversíveis para a população e meio ambiente por serem considerados importantes veículos de transmissão do SARS-CoV-2 (ARAÚJO; SILVA, 2020). O maior impacto gerado diretamente pela pandemia é sobre a produção de alimentos, considerando que as pessoas estão em casa na maior parte do seu tempo, e conseqüentemente, consumindo mais comida e gerando mais resíduos (CONJO et al., 2021). De certo, as conseqüências da pandemia resistirão por muito tempo no que diz respeito à sustentabilidade, são imensos os desafios, principalmente em relação ao tempo de decomposição dos resíduos descartados incorretamente (FELISARDO; SANTOS, 2021).

Diante deste cenário, é recomendado a implementação de unidades de tratamento de resíduos, pois é considerada a opção mais sustentável em relação à simples disposição dos resíduos em aterros ou lixões. Além disso, nesses locais os resíduos sólidos orgânicos podem ser direcionados para a realização de tratamentos como triagem e reciclagem, compostagem,

digestão anaeróbica com geração de biogás, biofertilizantes e incineração (AUAD et al., 2021).

Portanto, é imprescindível que a gestão dos resíduos sólidos, deva ser uma temática prioritariamente considerada nas ações humanas individuais e coletivas, devido à importância deste gerenciamento, deve receber atenção especial de todas as nações em prol da preservação da raça humana e das demais espécies do planeta (BET et al., 2020).

## **AUMENTO DO CONSUMO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS NO PERÍODO DA PANDEMIA**

Durante o período de quarentena, imposto pelas autoridades de saúde, a fim de diminuir a propagação do coronavírus (SARS-CoV-2) a maioria dos países desenvolveram iniciativas para evitar aglomerações, o que impactou a cadeia de alimentos em todo mundo. Diante disso, muitos estabelecimentos comerciais de refeições foram fechados e os supermercados passaram a implantar regras para acesso e aquisição de produtos, a fim de evitar o desabastecimento (SANTOS et al., 2021). Além disso, muitas pessoas passaram a trabalhar no regime *home office* o que estimulou as compras *online* com entrega domiciliar. Especificamente, o comércio de alimentos *online* testemunhou um aumento explosivo na demanda o que proporcionou o aumento do lixo orgânico e conseqüentemente o inorgânico (GALANAKIS et al., 2021).

Um estudo realizado aponta que devido a insegurança do momento pandêmico, os americanos participantes da pesquisa acumularam alimentos e itens que muitas vezes resultaram em desperdício por deterioração. Neste estudo, os números mostram que o lixo residencial, na cidade de Nova York aumentou 3,3% em março de 2020 e os resíduos orgânicos aumentaram 13,3% (FELISARDO; SANTOS, 2021).

De certo, os setores que mais se beneficiaram dos desafios provindos da COVID-19 incluem as empresas que produzem alimentos não perecíveis e empresas de alimentos processados. Devido ao pânico na compra durante o isolamento, os consumidores acabaram desenvolvendo novos hábitos e adquirindo produtos que não haviam comprado antes, como refeições prontas a seco e congeladas, produtos reidratados, refeições prontas à base de vegetais, fontes alternativas de proteína à carne, produtos lácteos, dentre outros. Acredita-se que a demanda por esse tipo de produto aumente nos próximos anos (GALANAKIS et al., 2021).

Estudos recentes relataram que o confinamento associou-se a uma mudança marcante no estilo de vida (IZZO et al., 2021). Considerando o longo tempo que o vírus levará para diminuir, o impacto no comportamento relacionado ao estilo de vida provavelmente se tornará

significativo. Por isso, são necessárias novas soluções de embalagens sustentáveis devido ao rápido aumento da necessidade de alimentos embalados (GALANAKIS *et al.*, 2021).

Essas mudanças comportamentais relacionadas à COVID-19 foram observadas e incluem uma maior ingestão de energia, pois a comida tende a trazer conforto às pessoas em condições de estresse. É sabido, que alimentos ricos em carboidratos simples possuem um efeito positivo no humor e reduzem o estresse devido aumento na produção de serotonina (FELISARDO; SANTOS, 2021). De modo geral, a crise está afetando a qualidade da alimentação humana devido ao aumento no consumo de alimentos altamente processados e redução no consumo de frutas e vegetais frescos, por estarem menos disponíveis e mais caros nas cadeias de abastecimento convencionais (O'HARA; TOUSSAINT, 2021).

Em estudo realizado por Felisardo e Santos (2021), constatou-se que houve um aumento de 81,3% em relação ao consumo de produtos congelados, também houve uma reação instintiva em acumular alimentos através da compra de produtos de maior durabilidade como enlatados e ultraprocessados, gerando conseqüentemente maior desperdício e geração de resíduos. E no Brasil, um estudo também evidenciou aumento no consumo de alimentos ultraprocessados no período da quarentena, especialmente guloseimas. Este estudo aportou significativas mudanças no hábito alimentar do brasileiro durante o isolamento, para evitar o contágio da COVID-19 (RAPHAELLI *et al.*, 2021).

De fato, a população como forma de proteção contra uma possível escassez, passou a armazenar mais alimentos processados e ultraprocessados, uma vez que estes têm menor perecibilidade, são práticos, de fácil acesso e, por vezes, com menor preço quando comparados aos alimentos *in natura* (SANTOS *et al.*, 2021). No entanto, esse alto consumo alimentício acabou aumentando a geração de resíduos orgânicos por desperdício de alimentos, um estudo realizado pela ABRELPE revela que do total de resíduos gerados no país, cerca de 50% são resíduos orgânicos, sendo que 30% são somente de desperdícios alimentares, sendo essa geração intensificada no período da pandemia (ABRELPE, 2020).

Esse aumento da geração de resíduos orgânicos no período da pandemia também é percebido em todos os setores, visto que, os resíduos orgânicos são gerados a partir de várias fontes: residencial, comercial, construção, limpeza urbana e agrícola e a sua geração aumenta, não só no volume, mas também na sua diversidade, fazendo com que o desafio seja maior para destinação e disposição final (ROSA *et al.*, 2019). Ao serem descartados, o seu potencial

econômico, ambiental e social é desperdiçado perdendo a oportunidade de serem transformados em produtos com valor agregado.

## **INSEGURANÇA ALIMENTAR NO PERÍODO PANDÊMICO**

Por outro lado, é importante adentrarmos sucintamente em outra esfera duramente afetada pela pandemia da COVID-19 que agravou o problema da insegurança alimentar e nutricional. De modo que, quase todas as atividades humanas evitáveis ao ar livre cessaram no mundo, gerando recessão econômica e aumento da desigualdade social (O'HARA; TOUSSAINT, 2021). E isso, se agravou sem os meios econômicos e físicos para adquirir alimentos à luz do isolamento social forçado, restrições de movimento, interrupções no fornecimento, perda de renda e aumento no preço dos alimentos (ALDACO et al., 2020).

Em razão, do enfraquecimento dos vínculos empregatícios que já estavam debilitados diante da crise econômica atual, mas foi agravada pela pandemia, os mais afetados foram os grupos populacionais em vulnerabilidade socioeconômica, principalmente aqueles que residem em áreas risco e que compõem a massa de desempregados ou de subempregados no Brasil, e a população em situação de rua (SANTOS et al., 2021).

A saber, antes da COVID-19, mais de 800 milhões de pessoas já sofriam de insegurança alimentar e muitos milhões mais já viviam perigosamente perto da linha da pobreza (FAO, 2021) o que certamente aumentou após essa crise pandêmica. Por isso, é fundamental a inserção de ações pontuais que desenvolvam o combate ao COVID - 19 junto a preservação da segurança alimentar desses grupos populacionais que foram duplamente afetados pela pandemia da COVID-19 (SANTOS et al., 2021).

## **TRATAMENTOS DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Existem diversos métodos para o tratamento e a destinação dos resíduos orgânicos, dentre eles os principais são: compostagem, vermicompostagem (com minhocas) e a biodigestão ou digestão anaeróbia. Esses tratamentos possuem a capacidade de reduzir consideravelmente a quantidade de resíduos orgânicos e ainda produzir biocombustível como no caso da digestão anaeróbia e compostos ricos em nutrientes com elevado potencial de fertilizar e melhorar as características do solo, como processos de vermicompostagem, compostagem e o processo de digestão anaeróbia também pode produzir um digestato rico em nutrientes, que pode também ser utilizado para fertilizar o solo, a depender do substrato utilizado. Vejamos a seguir detalhadamente alguns métodos de tratamento de resíduos orgânicos.

## COMPOSTAGEM

De acordo com a Resolução CONAMA nº 481, de 3 de outubro de 2017, compostagem é o processo controlado de decomposição biológica de resíduos orgânicos, realizado por um consórcio de diversos organismos, em condições aeróbias e termofílicas. Este processo resulta em um material estabilizado, com propriedades e características completamente distintas daqueles que lhe deram origem (BRASIL, 2017).

O processo de compostagem pode ser realizado em duas escalas, a doméstica e a industrial, sendo a doméstica realizada em ambientes com pouca disponibilidade de espaço, e a industrial quando existe uma elevada geração de resíduos orgânicos. No final do processo é gerado um produto denominado composto orgânico, de alta qualidade ambiental e agrônômica. Este composto, pode ser utilizado como condicionador do solo, fornecendo nutrientes para ele. No entanto, no período da pandemia, este processo e composto podem ser utilizados para construção de horta doméstica, onde será cultivado alimentos livres de agrotóxicos, proporcionando segurança alimentar.

O processo de compostagem faz parte da Política Nacional de Resíduos Sólidos, e se encontra no Capítulo II – Definições, Art. 3, Parágrafo VII - destinação final ambientalmente adequada “... que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes...” da Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

## VERMICOMPOSTAGEM

A Vermicompostagem é um método bastante eficiente de conversão de resíduos orgânicos sólidos em um recurso ecologicamente correto, valioso e aplicável. Este processo acelerado envolve a decomposição bioquímica e estabilização dos resíduos orgânicos através de interações entre algumas espécies de minhocas e microrganismos. Embora os microrganismos sejam os principais responsáveis pela bio-oxidação da matéria orgânica, as minhocas são também fundamentais neste processo. As complexas interações entre a, microrganismos, minhocas, matéria orgânica e outros invertebrados presentes no solo resultam na fragmentação, bio-oxidação e estabilização dos resíduos orgânicos (DOMÍNGUEZ; AIRA; GÓMEZ-BRANDÓN, 2010).

As minhocas atuam através da trituração dos resíduos orgânicos (substrato), liberando um muco, que facilita a ação dos microrganismos decompositores. A partir desta etapa, o processo de humificação é acelerado e a população microbiana desenvolve-se (RICCI, 1996).

As espécies mais utilizadas nos processos de vermicompostagem no Brasil são: *Eisenia foetida*, *Eisenia andrei* conhecidas como “Vermelha da Califórnia” e *Eudrilus eugeniae* popularmente conhecida como “Gigante Africana” (DAL BOSCO, 2017). Assim como no processo anterior, na vermicompostagem também é gerado o húmus, rico em nutrientes, podendo também ser utilizado diretamente no solo ou em hortas domésticas.

## DIGESTÃO ANAERÓBIA

A digestão anaeróbia é um processo biológico natural que ocorre na ausência de oxigênio, convertendo a matéria orgânica em biogás através da ação de um conjunto de microrganismos (MATA-ALVAREZ et al., 2014). Como subprodutos da biodegradação, tem-se a produção de biofertilizantes (geralmente líquidos) e gases (o biogás), principalmente o gás metano (CH<sub>4</sub>), que é um combustível renovável que pode ser usado para produzir calor, eletricidade ou resfriamento, reduzindo assim a dependência energética de combustíveis fósseis (BRASIL, 2018; SIBILIO et al., 2017). O biogás também pode ser utilizado como biocombustível, sendo uma fonte alternativa promissora ao uso de combustíveis fósseis derivados do petróleo (GAO et al., 2018).

Os nutrientes minerais disponíveis no substrato são concentrados no digerido final. Se a digestão é realizada com substratos relativamente “limpos”, como dejetos de animais, resíduos alimentares e materiais vegetais, o produto pode ser usado como biofertilizante, que contém nutrientes como: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e magnésio (Mg), além de outros, que favorecem o crescimento das plantas e a atuação dos microrganismos no solo. A composição do biogás também varia de acordo com a composição do substrato e de operações do biodigestor. O biogás é utilizado principalmente na queima para gerar calor ou em motores de combustão interna para gerar eletricidade (KARLSSON, 2014).

A utilização do processo de digestão anaeróbia no tratamento de resíduos sólidos orgânicos apresenta uma série de benefícios ambientais e de saúde pública, como cita (PHAM et al., 2015):

- Redução da emissão de gases de efeito estufa (GEE);
- Redução do volume de resíduos encaminhados para aterro;
- Redução de odores desagradáveis;
- Recuperação de nutrientes; e
- Aproveitamento energético.

## **GERAÇÃO DE ALIMENTOS ATRAVÉS DOS PRODUTOS GERADOS NOS TRATAMENTOS DOS RO**

Os produtos gerados nos tratamentos dos resíduos orgânicos, traz inúmeros benefícios, um deles é a utilização para produção de alimentos através da agricultura urbana, que pode ser realizada em pequenas áreas dentro de uma cidade, ou no seu entorno e destinada à produção de cultivos para utilização e consumo próprio ou para a venda em pequena escala.

O cultivo de alimentos em hortas domésticas dentro de uma comunidade favorece o acesso a alimentos frescos em quantidade e qualidade contribuindo para a segurança alimentar devido a não utilização de produtos químicos na produção e ao fato de serem alimentos frescos, colhidos na hora (SILVA; MENDES; GUEDES, 2021).

Diante disso, os produtos gerados no processo de compostagem, vermicompostagem e digestão, podem ser utilizados através da agricultura urbana na construção de hortas domésticas para produção dos próprios alimentos. As hortas domésticas promovem alimentos livres de agrotóxicos e proporcionam maior segurança alimentar às famílias (SOUSA et al., 2020).

## **EDUCAÇÃO AMBIENTAL, PANDEMIA E RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Diante do atual “paradigma pandêmico” instaurado em todo mundo, sensibilizar a sociedade quanto à exploração ambiental desordenada tornou-se uma necessidade iminente. Neste contexto, a Educação Ambiental (EA) apresenta-se com uma estratégia capaz de orientar através de práticas interdisciplinares e que tem por finalidade responsabilizar cada indivíduo quanto ao uso e apropriação consciente dos recursos disponíveis na natureza. Por isso, acredita-se que a adoção de novos comportamentos é importante para o controle do COVID-19, assim como de outras futuras eventuais pandemias (CONJO et al., 2021).

Além disso, o confronto direto causado pela pandemia impactou diretamente toda sociedade, além da área da saúde, que se viu provocada a mudar radicalmente hábitos e repensar em condições sustentáveis (BET et al., 2020). Diante disso, é fundamental que a EA desenvolva a construção de uma responsabilidade coletiva capaz de prevenir e resolver problemas socioambientais existentes (BORDIN et al., 2021).

Entretanto, desenvolver mudanças de posturas e consciência ambiental não é simples. Para Jacobi (2003) a relação entre o meio ambiente e a educação ambiental demandam a emergência de novos saberes para compreender processos sociais complexos e os riscos ambientais que se intensificam. O autor também informa, que o principal desafio é formular uma educação ambiental que seja crítica e inovadora, em dois níveis: formal e não formal,



criando mais enfoques integrados de uma realidade contraditória e de desigualdades, que não seja somente uma mera aplicação de conhecimentos científicos disponíveis.

Por isso, diante do atual cenário de crise climática e degradação do meio ambiente atual, é latente a necessidade de informar, organizar e responsabilizar a sociedade sobre a gestão de resíduos sólidos que se agravou ainda mais durante o período da pandemia da COVID-19 (BET et al., 2020). Essa necessidade de alertar a sociedade sobre a degradação do planeta ficou ainda mais evidente, demonstrada através de uma urgente mudança de comportamento e paradigmas relacionados entre a saúde e o meio ambiente, onde alguns hábitos precisam ser ressignificados para garantir nosso futuro comum, que já não tem espaço para retroceder para o “antigo normal” (FELISARDO; SANTOS, 2021; BET et al., 2020).

Durante a pandemia, algumas estratégias foram adquiridas para prevenir a contaminação da população. No que diz respeito, ao gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos foi recomendado a separação prévia desse material que deveria ser embalado em duas sacolas e devidamente amarrado para evitar contágio dos profissionais que fazem a coleta. No período de pico do contágio usinas de reciclagem e separação de orgânicos foram fechadas já que o vírus pode sobreviver por algumas horas nos materiais recicláveis e em casos de COVID-19 suspeitos ou confirmados, foi recomendado que os resíduos gerados deveriam ter um descarte diferenciado (ARAÚJO; SILVA, 2020).

Logo, os países que não possuem o descarte adequado dos resíduos orgânicos têm maior potencial de contaminação com o SARS-CoV-2, igualmente os países que ainda possuem grande dificuldade na gestão dos resíduos, que está diretamente ligado às questões de saneamento. A EA direcionada ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos orgânicos evita ou minimiza diversos impactos negativos à saúde humana e qualidade do ambiente (AUAD et al., 2021; ARAÚJO; SILVA, 2020).

No que toca ao meio ambiente, são grandes os desafios encontrados pela sustentabilidade a fim de mitigar esses impactos na natureza. A EA participa de todas as etapas do processo de gestão dos resíduos sempre em busca de reduzir, reutilizar e reciclar todos os materiais e resíduos de um processo produtivo. Através de mudanças viáveis a EA visa orientar a população sobre a destinação correta dos resíduos, e conscientizá-la quanto à prática e consequências do consumo em excesso (FELISARDO; SANTOS, 2021).

Nesse sentido, é urgente a propagação de medidas efetivas de combate ao excesso de consumo pela população, bem como a destinação correta para imensa quantidade de resíduos

produzidos durante e após a pandemia de COVID-19 (FELISARDO; SANTOS, 2021). Sendo necessário o envolvimento de diferentes atores da sociedade como escolas, associações, autoridades locais, igrejas, ONG's e comunidade em geral (CONJO et al., 2021). Assim, mais do que cuidar do meio ambiente, a gestão correta dos resíduos orgânicos envolve o cuidado e respeito ao próximo, desenvolvendo um olhar mais sensível e humanizado, através de tratamento adequado e que não coloque em risco os catadores que podem ser contaminados pelo SARS-CoV-2.

Desta forma, a EA desempenha um papel essencial e transformador, pois dissemina no mundo a ideia do cuidado, do compartilhamento, da legitimação do ser humano em cuidar do planeta, e recusa o paradigma da dominação dele. Assim, a EA está diretamente ligada ao comportamento humano e reflete em muitos aspectos a relação pessoa-ambiente, a partir de um movimento transformador onde as questões ambientais são ressignificadas não só durante a pandemia, mas em tempos futuros (CONJO et al., 2021).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para um futuro pós-pandemia, é fundamental que haja mudança nos padrões de vida da sociedade. Com relação ao gerenciamento dos resíduos orgânicos, que antes já enfrentava sérios problemas no que concerne à adequada gestão se agravou ainda mais, devido ao aumento das quantidades produzidas durante o isolamento social. O que impacta negativamente o meio ambiente provocando propagação de pragas, vetores, doenças, gases de efeito estufa entre outros.

A implementação de ações sustentáveis durante todas as etapas do gerenciamento deste tipo de resíduo é imprescindível, visto que as problemáticas ambientais tendem a piorar. A Educação Ambiental pode ser o caminho essencial na disseminação do conhecimento e adequação deste processo. Ainda, é capaz de modificar a percepção equivocada quanto aos padrões de produção, consumo e destinação apropriada dos resíduos, proporcionando a reflexão dos envolvidos, além disso, incentivando a construção da ética e do respeito com o meio ambiente e as futuras gerações, promovendo a sustentabilidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Esta obra foi desenvolvida com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). Os autores agradecem pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-SHAFY, H. I.; MANSOUR, M. SM. Solid waste issue: Sources, composition, disposal, recycling, and valorization. **Egyptian journal of petroleum**, v. 27, n. 4, p. 1275-1290, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2018.07.003>. Acesso em: 20 de out. 2021.
- ALDACO, R. *et al.* Food waste management during the COVID-19 outbreak: a holistic climate, economic and nutritional approach. **Science of the Total Environment**, v. 742, p. 140524, 2020.
- ARAÚJO, E. C. dos S.; SILVA, V. F. A gestão de resíduos sólidos em época de pandemia do covid-19. GeoGraphos: **Revista Digital para Estudantes de Geografia y Ciencias Sociales**, v. 11, n. 129, p. 192-215, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14198/geogra2020.11.129>. Acesso em: 22 de out. 2021.
- ARGOLO, T.M. N.; MENDES, G. G. JESUS, P. U. S. LOPES, K. S. A gestão de resíduos sólidos domiciliares durante a pandemia no município de Itapetinga – Bahia. *In*: Congresso Nacional Do Meio Ambiente, 17., 2020, Poços das Caldas. **Anais [...]**. Poços das Caldas: Sbeb, 2020. v. 12, p. 1-5.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. Disponível em <https://abrelpe.org.br/panorama-2020>. Acesso em: 10 out. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro-RJ, 2004.
- AUAD, G. A. ; MARQUES, R. F. de P. V.; RITA, F. S.; ALCANTRA, E.; OLIVEIRA, A. S. de .; FREITAS, A. S. de .; RODRIGUES, L. dos S. Reflections on the national solid waste policy and the COVID-19 pandemic: proper management. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e42101018653, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18653>. Acesso em: 10 de nov. 2021.
- BET, L. G.; PRADO, R.; PRADO, M.; BENAQUE, H. P. Educação Ambiental aplicada à gestão de resíduos sólidos: a iniciativa inovadora do Programa Condomínio Sustentável. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 15, n. 5, p. 282–298, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.10791>. Acesso em: 10 de nov. 2021.
- BORDIN, L. *et al.* Educação ambiental em tempos de Covid-19: processos e produtos da interação remota assíncrona. **Revista Conexão UEPG**, v. 17, n. 1, p. 15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5212/rev.conexao.v.17.17757.56>. Acesso em: 28 de out 2021.
- BORGES, R. F. **Mudança de hábitos alimentares durante a pandemia de covid-19**. Orientador: Adriana Régia Marques de Souza. 2020. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia de Alimentos, Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás - UFG, Goiânia. 2020. Disponível em: <[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/72/o/MUDAN%C3%87A\\_DE\\_H%C3%81BITOS\\_ALIMENTARES\\_DURANTE\\_A\\_PAN.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/72/o/MUDAN%C3%87A_DE_H%C3%81BITOS_ALIMENTARES_DURANTE_A_PAN.pdf)> Acesso em: 12 de nov. 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Congresso Nacional, 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 10 out. 2021.

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. **DOU de 3.8.2010**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm). Acesso em: 12 de out. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **DOU de 28.4.1999**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm). Acesso em: 12 out 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos**: manual de orientação [recurso eletrônico] / Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio/SC. -- Brasília, DF: MMA, 2018. Disponível em: <[https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem\\_Manual\\_2018\\_11\\_26\\_digital\\_figuras\\_c\\_titulo.pdf](https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem_Manual_2018_11_26_digital_figuras_c_titulo.pdf)> Acesso em: 12 de nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Melhoria da Gestão Ambiental Urbana no Brasil** –Proposta Metodológica de Caracterização Nacional dos RSU, 2013. Disponível em: <[https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80058/produtos\\_consultores/planonacional/mariosa\\_ffer\\_proposta%20metodologica%20de%20caracterizacao%20nacional%20dos%20rsu.pdf](https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80058/produtos_consultores/planonacional/mariosa_ffer_proposta%20metodologica%20de%20caracterizacao%20nacional%20dos%20rsu.pdf)> acesso em: 27 de out. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº481, 3 de outubro de 2017**. Estabelece critérios e procedimentos para garantir o controle e a qualidade ambientado processo de compostagem de resíduos orgânicos, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19344546/do1-2017-10-09-resolucao-n-481-de-3-de-outubro-de-2017-19344458](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19344546/do1-2017-10-09-resolucao-n-481-de-3-de-outubro-de-2017-19344458). Acesso em: 12 de out 2021.

CONJO, M. P. F.; JESUS, O. M. de; FUMO, R. I.; CONJO, C. da G. D.; SILVEIRA, V. A. da. O COVID-19 e meio ambiente, educação ambiental como ferramenta alternativa para consciencialização das pessoas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 62–81, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v7i6.1356>. Acesso em: 15 de out. 2021.

COTTA, J. A. de O. *et al.* Compostagem *versus* vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, p. 65-78, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000111864>>. Acesso em: 03 de nov. 2021.

DAL BOSCO, T. C. **Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos**: resultados de pesquisas acadêmicas [livro eletrônico] – São Paulo: Blucher, 2017. 266 p. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/openaccess/9788580392371/completo.pdf>. Acesso em: 04 de nov. 2021.

DOMÍNGUEZ, J.; AIRA, M.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. Vermicomposting: earthworms enhance the work of microbes. In: **Microbes at work**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. p.

93-114. Disponível em: < [https://doi.org/10.1007/978-3-642-04043-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-04043-6_5) > Acesso em: 20 de out. 2021.

FELISARDO, R. J. A.; SANTOS, G. N dos. Aumento da geração de resíduos sólidos com a pandemia do COVID-19: desafios e perspectivas para a sustentabilidade. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.3, n.3, p.30-36. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Questions and answers**. COVID-19 pandemic - impact on food and agriculture. Disponível em: <<http://www.fao.org/2019-ncov/q-and-a/en>. Acesso em: 24 de out. 2021.

GALANAKIS, C. M. *et al.* Innovations and technology disruptions in the food sector within the COVID-19 pandemic and post-lockdown era. **Trends in Food Science & Technology**, v. 110, p. 193-200, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.002>. Acesso em: 20 de out. 2021.

GAO, Y., JIANG, J., MENG, Y., YAN, F., AIHEMAITI, A. A review of recent developments in hydrogen production via biogas dry reforming. **Energy Conversion and Management**, v. 171, p. 133-155, 2018.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem**: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro/RJ. Embrapa Solos, 2009. 156p

IZZO, L. *et al.* An Italian survey on dietary habits and changes during the COVID-19 lockdown. **Nutrients**, v. 13, n. 4, p. 1197, 2021.

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

KARLSSON, T. **Manual básico de biogás**. Lajeado: Ed. Da Univates, 2014. 69p. Disponível em: [https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/71/pdf\\_71.pdf](https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/71/pdf_71.pdf). Acesso em: 03 nov. 2021.

MATA-ALVAREZ, J; DOSTA, J; ROMERO-GÜIZA, M. S; FONOLL, X; PECES, M; ASTALS, S. A. Critical review on anaerobic co-digestion achievements between 2010 and 2013. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n.36, p.412–427, 2014.

MINGHUA, Z. *et al.* Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. **Waste Management**. 2009; vol. 29, p. 1227-1233, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.016>. Acesso em: 13 de nov. 2021

NETO, H. C. A. *et al.* Caracterização de resíduos sólidos orgânicos produzidos no restaurante universitário de uma instituição pública (estudo de caso). **In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2007, Foz do Iguaçu, PR.

O'HARA, S.; TOUSSAINT, E. C. Food access in crisis: food security and COVID-19. **Ecological Economics**, v. 180, p. 106859, 2021.

OLIVEIRA, A. C. DE; MEIRA, J. C. Impactos ambientais decorrentes da falta de compostagem do lixo orgânico no município de Morrinhos/Goiás. *In: SIMPÓSIO INTERDISCIPLINAR EM AMBIENTE E SOCIEDADE*, I, 2017, Morrinhos. **Anais [...]**, 2018 p. 28–41.

OLIVEIRA, M.S.J.L. *et al.* Meio ambiente e educação ambiental na percepção de professores de ensino fundamental e médio. **BioFar Revista de Biologia e Farmácia**, v.3, n.1, p. 88-104, 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS) - **World Health Organization Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19** -11 March 2020. Disponível em: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>. Acesso em: 05 out. 2021.

PEREZ-RODRIGO, C. *et al.* Cambios en los hábitos alimentarios durante el periodo de confinamiento por la pandemia COVID-19 en España. **Revista Española Nutrición Comunitaria**, 26 (2), p.101-111, 2020. Disponível em: [https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC\\_2020\\_2\\_0X\\_Cambios\\_habitos\\_alimentarios\\_estilos\\_vida\\_confinamiento\\_Covid-19\(1\).pdf](https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2020_2_0X_Cambios_habitos_alimentarios_estilos_vida_confinamiento_Covid-19(1).pdf). Acesso em: 10 de out. 2021.

PHAM, T. P. T. *et al.* Food waste-to-energy conversion technologies: current status and future directions. **Waste management**, v. 38, p. 399-408, 2015.

RAPHAELLI, C. O. *et al.* A pandemia de COVID-19 no Brasil favoreceu o consumo de alimentos ultra processados? **Brazilian Applied Science Review**, v. 5, n. 3, p. 1297-1313, 2021.

RICCI, M. **Manual de vermicompostagem**. Embrapa Rondônia-Documentos (INFOTECA-E), 1996, 24p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/698959>. Acesso em: 16 de nov. 2021.

ROSA, L. da O. da *et al.* Análise da gestão dos resíduos sólidos em uma concessionária automobilística no município de Pelotas–Rio Grande do Sul. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 9, n. 3, p. 146-159, 2019.

SANTOS, E. M. N. dos *et al.* Geração de resíduos sólidos e vazão de esgoto durante a pandemia de COVID-19 em uma residência no sul de Minas Gerais. **Revista Augustus**, v. 26, n. 53, p. 11-23, 2021.

SIBILIO, S. *et al.* Sistema de trigeração integrado ao edifício: avaliação do desempenho dinâmico, energético, ambiental e econômico para aplicações residenciais italianas. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 68, p. 920-933, 2017.

SILVA, M. M. C. da; MENDES, M. F.; GUEDES, L. da S. A agricultura urbana em Ananás/TO: subsídios para a segurança alimentar e geração de renda. **Geografia em Questão**, v. 14, n. 1, p. 77-97, 13 abr. 2021.

SILVA, W. K. A. S.; TAGLIAFERRO, E. R. Aterro sanitário-a engenharia na disposição final de resíduos sólidos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 12216-12236, 2021.

SOOBHANY, N. Insight into the recovery of nutrients from organic solid waste through biochemical conversion processes for fertilizer production: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 241, p. 118413, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118413>. Acesso em: 07 nov. 2021.

SOUSA, T. de O. *et al.* Agricultura urbana: contribuições para segurança alimentar e a renda familiar das famílias horticuloras de Palmas-TO. **Humanidades & Inovação**, v. 7, n. 14, p. 62-71, 2020.

SOUZA, G. S.; MACHADO, P. B.; REIS, V. R.; SANTOS, A. S.; DIAS, V. B. Educação ambiental como ferramenta para o manejo de resíduos sólidos no cotidiano escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 118–130, 2014.

WESTON, S.; FRIEMAN, M.B. COVID-19: knowns, unknowns, and questions. **Mosphere**, v. 5, n. 2, p. e00203-20, 2020.

ZAMBRANO-MONSERRATE, M. A.; RUANO, M. A.; SANCHEZ-ALCALDE, L. Indirect effects of COVID-19 on the environment. **Science of the Total Environment**, v. 728, p. 138813, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138813>. Acesso em: 10 de out. 2021.

# CAPÍTULO 17

## SUSTENTABILIDADE NA ROTA DOS BUTIAZAIS: AS REPRESENTAÇÕES SOCIAIS A PARTIR DO OLHAR DE INTEGRANTES CHAVE<sup>4</sup>

Márcia Kaster Portelinha  
Caroline Vasconcellos Lopes  
Camila Almeida  
Rosa Lia Barbieri

### RESUMO

A Rota dos Butiazais é uma rede que apoiou iniciativas de sustentabilidade e empoderamento de comunidades locais, fornecendo subsídios para políticas públicas. Este trabalho tem objetivo de descrever as representações sociais de integrantes chave da Rota dos Butiazais em relação à sustentabilidade. Estudo qualitativo e abordagem descritiva, com a coleta de dados desenvolvida de março a abril/2020. Pesquisa composta por 20 integrantes chave da Rota dos Butiazais. Foi utilizado o referencial teórico da Teoria das Representações Sociais de Serge Moscovici e a análise de conteúdo temática de Laurence Bardin. Os integrantes relataram que a Rota dos Butiazais mudou muitos aspectos relacionados ao butiá em diversos locais, comentaram que ele sendo protegido, conjuntamente, protege toda a natureza associada e contribui para a sustentabilidade do seu entorno. Apresentaram situações de trabalho, compartilhamento de saberes, conexões, debates e avanços em todas as áreas, inclusive tecnológicas. As representações sociais dos integrantes chave a respeito do butiá trazem que, para estas pessoas, conservar a planta, conjuntamente com o manejo das áreas do seu entorno, influencia na sustentabilidade, na preservação dos ecossistemas e, conseqüentemente, na saúde como um todo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodiversidade; Extinção; Ecossistema; Palmeira; Preservação.

### INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), almejando atingir até 2030 o equilíbrio das três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental (ONU, 2015).

Neste sentido, no contexto mundial, países e partes interessadas pensaram que atuando em parceria colaborativa poderiam libertar a humanidade da pobreza e da penúria e, com isso,

---

<sup>4</sup> Apoio financeiro do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) ao projeto da Rota dos Butiazais (processo 441493/2017-3).



curar e proteger o planeta (ONU, 2015). No sentido de fazer com que estes objetivos fossem efetivados, os países estimularam a elaboração de projetos regionais alinhados às metas dos ODSs, como, por exemplo, a conservação pelo uso sustentável de ecossistemas naturais, entendendo que ações como estas conduziriam para o desenvolvimento local (ONU, 2015).

No Bioma Pampa, os ecossistemas de butiazais (compostos prioritariamente por palmeiras do gênero *Butia*, com grande diversidade de espécies da flora e fauna nativa associadas), estão ameaçados pela expansão das áreas agrícolas e urbanas (BARBIERI et al., 2015, p. 202). Esses ecossistemas apresentam possibilidades de geração de renda quando associados ao turismo, paisagismo, alimentação, artesanato e recursos genéticos, contextos com ampla perspectiva de exploração associada à conservação dos butiazais (SOSINSKI et al., 2015, p. 30).

A lista de plantas ameaçadas de extinção aponta as espécies de butiá como integrantes deste grupo. Nesse sentido, instituições como Embrapa e universidades (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Pelotas, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Universidade do Vale do Rio dos Sinos) buscaram realizar avanços no conhecimento e sensibilizar a sociedade a respeito da importância de sua conservação (MARCHI et al., 2018, p. 8).

Com o risco de extinção das espécies de butiá e reconhecendo que estas plantas sempre foram uma potencialidade do Bioma Pampa, foi proposta e organizada uma rede, que recebeu o nome de Rota dos Butiazais (MARCHI, BARBIERI e SOSINSKI, 2019, p. 4). Esta rede tem o intuito de contribuir para os ODSs, por meio da conservação e do uso sustentável da biodiversidade associada ao potencial para geração de renda em territórios relacionados com remanescentes de ecossistemas de butiazais (BARBIERI, SOSINSKI e MARCHI, 2017, p. 27).

A Rota dos Butiazais se organiza a partir dos butiás, entendendo que estas plantas representam uma alternativa econômica para extrativistas, agricultores, artesãos e pequenas agroindústrias que produzem e comercializam alimentos e artesanato a partir desta palmeira (BARBIERI et al., 2015, p. 202).

A Teoria das Representações Sociais (TRS), de Moscovici (2015, p. 404) é organizada a partir de um conjunto de conceitos, e pode ser vista como uma versão contemporânea do senso comum. A partir desta Teoria e tendo como intuito conhecer os atores que estruturam esta rede, que se inter-relaciona a partir do butiá, e suas conexões com a sustentabilidade destes locais,

este estudo teve o objetivo de descrever as representações sociais de integrantes chave da Rota dos Butiazais em relação à sustentabilidade.

## **METODOLOGIA**

Este artigo compõe a tese “Rota dos Butiazais: inter-relações com a sustentabilidade e a saúde na perspectiva dos integrantes chave”, que é proveniente do projeto “A Rota dos Butiazais no Bioma Pampa: conectando pessoas para a conservação e uso sustentável da biodiversidade” (PORTELINHA, 2020, p. 164).

Os participantes foram 20 integrantes chave da Rota dos Butiazais. O estudo é qualitativo com abordagem descritiva. A coleta e análise dos dados foi desenvolvida de março a abril/2020. Os critérios de seleção foram: ter idade superior a 18 anos; integrar ativamente a Rota dos Butiazais; concordar com a divulgação e publicação dos resultados nos meios acadêmicos, científico e sociais; permitir a gravação da entrevista (quando presencial) e aceitar receber e enviar via e-mail (quando não presencial). Os critérios de exclusão foram: estar impossibilitado de se comunicar e/ou não aceitar responder na sua totalidade a entrevista.

O estudo foi organizado a partir de entrevistas semiestruturadas com 12 questões, aplicadas de duas maneiras: presencialmente e via WhatsApp/e-mail.

Foram realizadas oito entrevistas presenciais, aplicadas durante a realização do VII Seminário da Rota dos Butiazais, em março/2020, no município de Tapes (RS). Uma entrevista foi realizada em Santa Vitória do Palmar (RS). Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas pela pesquisadora.

A aplicação das entrevistas necessitou ser repensada, a partir das medidas de distanciamento social orientadas pela Organização Pan-Americana da Saúde (2020) e apoiadas pela Organização Mundial de Saúde, assumidas no intuito proteger a vida e também para ajudar os governos na tomada de decisão com relação às medidas não farmacológicas na prevenção ao COVID-19. Considerando os cuidados impostos no enfrentamento da pandemia, que modificou o mundo em 2020, e na intenção de dar prosseguimento à coleta de dados, 11 entrevistados foram contatados via *WhatsApp*. Inicialmente, foi enviado um convite para participação no estudo, após a resposta acusando interesse em participar, o questionário auto aplicado e o Consentimento Livre e Esclarecido foram enviados e respondidos via e-mail.

Os dados foram organizados a partir da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016, p. 279). O estudo foi balizado pelo referencial teórico de Moscovici (2015, p. 404), que trata da Teoria das Representações Sociais (TRS), o qual auxiliou no entendimento da relação dos integrantes

da Rota dos Butiazais com a sustentabilidade, relacionando esse conceito com o butiá. Essa teoria foi escolhida porque Moscovici busca compreender o sentido da produção de conhecimentos plurais, os quais constituem e reforçam as identidades dos grupos, influenciam nas suas práticas e reconstituem seus pensamentos (MOSCOVICI, 2003, p. 40).

Foram analisadas as 12 questões da tese, buscando responder o objetivo deste artigo, que foi descrever as representações sociais de integrantes chave da Rota dos Butiazais em relação à sustentabilidade.

Os preceitos éticos previstos na Resolução número 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde, que dispõe sobre Pesquisas com seres humanos e o Código de Ética dos Profissionais da Enfermagem (2017) foram respeitados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Santa Casa de Misericórdia de Pelotas, sob o parecer de número 3.926.894 e CAAE: 29494320.1.0000.5337.

## RESULTADOS

O perfil dos integrantes chave da Rota dos Butiazais, que compuseram esta pesquisa, demonstra que 17 eram brasileiros, e residem em diferentes municípios do Rio Grande do Sul: seis em Tapes, três em Porto Alegre, dois em Pelotas, dois em Santa Vitória do Palmar e um em Giruá Barra do Ribeiro, Caxias do Sul e Rio Grande. Dois eram argentinos, do Departamento de Entre Rios, um de *Colón* e um de *Ubajay*, e um era uruguaio, da cidade de *Rocha*. Dos 20 entrevistados, 13 eram mulheres. As idades variaram de 27 a 65 anos (Tabela 1).

**Tabela 1:** Identificação dos entrevistados, com as iniciais, sexo, idade, município, país e ocupação.

	Iniciais	Gênero	Idade	Residência	País	Ocupação
01	CHB	Feminino	65	Porto Alegre	Brasil	Agropecuarista
02	FVA	Feminino	49	Tapes	Brasil	Extensionista rural
03	MAB	Feminino	30	Giruá	Brasil	Empresária (estilista)
04	RBP	Feminino	41	Tapes	Brasil	Professora universitária
05	JV	Masculino	51	Tapes	Brasil	Ambientalista
06	NF	Feminino	56	Barra do Ribeiro	Brasil	Extensionista rural
07	FTP	Feminino	41	Tapes	Brasil	Empresária (turismo rural)
08	GCS	Feminino	47	Porto Alegre	Brasil	Professora universitária
09	MMG	Masculino	56	Caxias do Sul	Brasil	Ambientalista e artista plástico
10	JSM	Feminino	38	Tapes	Brasil	Cozinheira
11	SR	Masculino	58	Tapes	Brasil	Gestor Público
12	EESJ	Masculino	54	Pelotas	Brasil	Pesquisador
13	MEP	Feminino	49	Colón	Argentina	Agropecuarista e empresária (turismo rural e gastronomia)
14	MAMP	Feminino	56	Ubajay	Argentina	Ambientalista
15	RCV	Masculino	27	Rio Grande	Brasil	Artesão

16	SAN	Feminino	62	Santa Vitória do Palmar	Brasil	Artesã
17	MBI	Feminino	53	Santa Vitória do Palmar	Brasil	Artesã
18	CNP	Masculino	51	Pelotas	Brasil	Pesquisador
19	MR	Feminino	58	Rocha	Uruguai	Professora universitária
20	LMU	Masculino	39	Porto Alegre	Brasil	Técnico ambiental

Fonte: Portelinha, 2020.

Quanto às ocupações dos entrevistados, três eram ambientalistas, três artesãos, três professoras universitárias, dois agropecuaristas, duas extensionistas rurais, dois pesquisadores, duas empresárias, uma cozinheira, um gestor público e um técnico ambiental.

A relação dos integrantes chave da Rota dos Butiazais com a sustentabilidade, aborda o entendimento dos integrantes chave a respeito do tema. As falas serão dispostas a seguir, por aproximação no contexto. Logo após, será realizado um resumo a respeito dos relatos expostos.

*“Eu aprendi também que o butiá é muito generoso, mesmo parecendo rude, porque ele sustenta muita vida.” (CHB, 01).*

*“O pessoal que trabalha com alimentação, o turismo, eu acho que agrega muito (com a sustentabilidade).” (FVA, 02).*

*“Foi essa a mudança, uma mudança muito da minha forma de pensar, do meu olhar para o artesanato, para a natureza, para a sustentabilidade, para esse tipo de coisa.” (MAB, 03).*

*“Á medida que esse butiá, que o butiazal, é conservado, está diretamente relacionado [...] à questão ambiental mesmo, à proteção desses ambientes que estão em torno dele, das águas, [...], dos animais que se alimentam desse fruto, [...], porque ele faz parte de um ecossistema natural nativo, que precisa ser preservado.” (RBP, 04).*

*“Para a questão da importância da conservação, com certeza ela (Rota dos Butiazais, por meio de seus integrantes) mudou muita coisa, alterou os processos, ela mudou os rumos que a cidade estava dando para o assunto.” (JV, 05).*

Esses integrantes relataram que o butiá sustenta muitas vidas, expressaram que os integrantes da Rota dos Butiazais que trabalham com alimentação, com o turismo, agregando muito com a sustentabilidade. Também comentaram que participar desta rede impulsionou mudança na forma de pensar a natureza, o artesanato e a sustentabilidade. Colocaram também que a medida que o butiá, os butiazais são conservados, abrangem a proteção para o *ecossistema natural nativo*, do seu entorno.

*“O meu conhecimento de butiá era aquele, assim, comer o fruto lá no cacho, quebrar um coquinho ou, no máximo, uma cachacinha. A Rota dos Butiazais mostra outras possibilidades, ela mostra um outro olhar, tanto da sustentabilidade, da preservação, quanto do uso de uma forma sustentável.” (NF, 06).*

*“A gente queria criar uma coisa, uma empresa que pudesse mostrar para o mundo essa beleza que está guardada dentro das propriedades rurais, mas mostrar com*

sustentabilidade. Então cresceu, nasceu a nossa empresa “Butiá Turismo Rural”, que é para fazer um turismo sustentável, com caminhadas. São trilhas, passeios dentro do butiazal, das propriedades rurais, agregando os proprietários ao butiazal e valor às propriedades.” (FTP, 07).

“Começar a preservar, e aí começou o meu trabalho, o meu amor não somente pelo fruto, mas pelo butiazeiro. Então aí se estendeu a coisa, e eu creio que daqui para frente é só crescer mais e mais, porque é um amor que a gente não sabe explicar, tanto pelo butiazeiro, quanto pelo fruto, e em tudo ali. Então a gente tira aquela venda negativa que a gente tinha antes e passa a colocar um amor sobre a planta, sobre a nossa natureza que a gente desconhecia.” (JSM, 10).

“Então é isso que está me chamando a atenção (sobre a sustentabilidade), não têm de inventar nada, está pronto, é uma riqueza natural.” (SR, 11).

“Quando descobri a Rota dos Butiazais, foi uma grande surpresa, uma grata surpresa, porque encontrei um monte enorme de pessoas que estão vendo como cuidar das palmeiras, dos butiás, como preservá-los, como usá-los com sustentabilidade!” (MEP, 13).

A Rota dos Butiazais mostra outras formas de ver a sustentabilidade, a preservação, e possibilita um olhar e uso de uma forma sustentável. Relatam que o turismo, poderia mostrar para o mundo a beleza que está guardada dentro das propriedades, fazendo um turismo sustentável, com caminhadas, trilhas, passeios dentro do butiazal, das propriedades rurais, agregando os proprietários do butiazal valores.

“Eu vejo que as pessoas apreciam meu trabalho, elogiam, elas veem além da importância de (o artesanato) ser um bichinho feito de coquinho. Elas que aquele trabalho está valorizando a palmeira.” (RCV, 15).

“Profissionalmente, essa iniciativa mostrou a mim que é possível articular conteúdo, conhecimento, soluções tecnológicas integradas ao saber popular e promover desenvolvimento com sustentabilidade, valorizando as instituições e as pessoas, com articulação institucional e pessoal, com indução à construção de marcos legais e normativos necessários.” (CNP, 18).

“Se percebe nas sutilezas do comportamento dos participantes um orgulho, identificação, e prazer em trocar conhecimento, generosidade desde ensinar receitas de bolos, técnicas de artesanato, até debates acadêmicos sobre formas de conservação dos ecossistemas ou de produção de mudas de butiazeiros.” (LMU, 20).

Relatos trouxeram que o artesanato da palmeira butiá é apreciado, elogiado. Foi citado que a iniciativa Rota dos Butiazais, mostrou que é possível articular conteúdo, conhecimento, soluções tecnológicas integradas ao saber popular e que essa soma pode promover desenvolvimento com sustentabilidade. Também se observou nas falas um orgulho e prazer de somar, trocar conhecimento em áreas como artesanato, receitas, tecnologia, esse movimento em prol da conservação dos ecossistemas.

## DISCUSSÃO

O gênero *Butia* agrega 22 espécies de palmeiras (família Arecaceae), conhecidas popularmente como butiazeiros, que produzem frutos comestíveis conhecidos como butiás (HEIDEN, ELLERT-PEREIRA e ESLABÃO, 2020, p. 1). Estas espécies são nativas na América do Sul, ocorrendo no Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai (SOSINSKI et al., 2015, p. 30). Dentre estas, *Butia odorata* apresenta distribuição mais ao sul, sendo nativa no Bioma Pampa, ocorrendo no Brasil e no Uruguai (RIVAS e BARBIERI, 2014, p. 59).

Neste estudo observou-se a participação feminina ativa e expressiva, e nesta ideia, Almeida e Cereda (2017, p. 12) trazem aspectos sobre a participação feminina, na busca por igualdade no mundo do trabalho, autonomia econômica, o fortalecimento e a participação nos espaços de poder e decisão, no desenvolvimento sustentável com igualdade econômica e social, conjuntamente com o direito à terra e igualdade para as mulheres do campo e da floresta.

A amplitude na faixa etária dos entrevistados evidenciou conexões de pessoas da rede da Rota dos Butiazais com o butiá. Figueira (2017, p. 27) expõe que alguns trabalhos fortalecem laços sociais e comunitários em objetivos sociais, culturais, econômicos e produtivos comuns. Uma das formas de fortalecimento destes laços é por meio da valorização socioeconômica, incentivo à criatividade baseada em ações coletivas e colaborativas, cujo potencial criativo de cada integrante é destacado por meio de uma prática conjunta e associada.

As ocupações dos integrantes chave da Rota dos Butiazais relatadas nas entrevistas, são diversas. Segundo Iepsen (2017, p. 45), a utilização da matéria prima do butiá, como as folhas para artesanatos e os frutos para utilização em receitas, também a comercialização *in natura*, na produção da cachaça, licores, sucos, geleias, sorvetes, bolos e bombons, mostram as diversas possibilidades do manejo e uso da planta.

A Rota dos Butiazais é uma rede composta por uma diversidade de integrantes, os quais estabelecem nas suas formas de comunicação, ligação e conexão, representações desta sociedade (MARCHI, BARBIERI e SOSINSKI, 2019, p. 4). Moscovici (2015, p. 404) explica que as Representações Sociais estão na cotidianidade dos sujeitos, a teoria parte do princípio de que existem formas diferentes de se conhecer algo e de se comunicar a partir de alguma coisa, e que estas interlocuções são dinâmicas.

O teórico expõe que as Representações Sociais são como conjuntos dinâmicos, com alicerce na produção de comportamentos, nas relações com o ambiente, na reação aos estímulos externos e que estas ações modificam a todos continuamente. Moscovici (2012, p. 456) também

explica que os membros de uma sociedade podem ser considerados como uma espécie de cientistas amadores.

Para Moscovici (2012, p. 456) todos podem ser amadores em um domínio ou outro, podendo transitar no mundo da conversação, com hábitos de arquivista, um pouco autodidatas e trazendo características de enciclopedista. Neste contexto, acredita-se que os integrantes chave da Rota dos Butiazais trafegam por conversas entre si e com outros, constroem, compartilham e armazenam seus conhecimentos relacionados ao butiá e aos butiazais.

A Teoria das Representações Sociais, associada à Análise de Conteúdo Temática, permitiu olhar para o arcabouço de dados trazidos pelos entrevistados, organizar os resultados e sistematizá-los. Moscovici (2015, p. 404) expõe que o conhecimento popular faz parte do universo consensual, do saber popular, traz práticas interativas do cotidiano. As interpretações predominantes do senso comum são produzidas espontaneamente por um grupo ou uma coletividade. Nesta ideia, o conhecimento dos integrantes chave da Rota dos Butiazais está no seu cotidiano, e vem sendo construído na coletividade.

Para Moscovici (2015, p. 404), o conhecimento que é feito no dia a dia, onde qualquer pessoa pode falar qualquer coisa, e quando vai falando, vai discutindo, com elementos do cotidiano, vai produzindo o universo consensual. A assimilação de um novo conhecimento na sociedade, inclusive o científico, faz-se pela via do senso comum, do saber popular. É nesta perspectiva que este estudo foi elaborado, buscando descrever o conhecimento dos integrantes chave da Rota dos Butiazais a respeito do butiá.

Dando continuidade as explicações da Teoria das Representações Sociais, o teórico coloca que o conhecimento científico é parte do universo reificado, e que o saber se forma levando em consideração elementos como a objetividade, o rigor lógico e metodológico, e nesse universo não é qualquer pessoa que produz, que define esse conhecimento, o direito à argumentação vai se dar a partir do grau de qualificação (MOSCOVICI, 2012, p. 456).

Moscovici (2012, p. 456) coloca que para ser representação social precisa estar contemplada em dois mecanismos: a ancoragem e a objetivação. Ancorar é um mecanismo que trabalha ideias estranhas a alguns, e busca reduzi-las a categorias e a imagens comuns, ou seja, colocá-las em um contexto familiar, pois o que não é classificado e não possui nome, é estranho, não existe. Com esta ideia, acredita-se que o conhecimento a respeito do butiá está sendo ancorado pelos integrantes chave da Rota dos Butiazais, quando falam a respeito, divulgam e criam produtos e empreendimentos inovadores ligados ao butiá.

O segundo mecanismo tem a função de objetivar, transformar algo abstrato em algo concreto, transferir algo que está na mente para algo que exista no mundo físico (MOSCOVICI, 2012, p. 456). Neste contexto, quanto maior a divulgação e propagação dos produtos relacionados ao butiá, mais concreto se tornará esse conhecimento.

Na continuidade na discussão dos resultados, a categoria temática: A relação dos integrantes chave da Rota dos Butiazais com a sustentabilidade, aborda que a relação, cuidado e preservação para com o butiá, pode ser um caminho para a sustentabilidade tanto da palmeira quanto da natureza no seu entorno.

Canotilho (2010, p. 12) expõe que os princípios da sustentabilidade são:

A sustentabilidade em sentido amplo procura captar aquilo que a doutrina atual designa por “três pilares da sustentabilidade”: (i) pilar I – a sustentabilidade ecológica; (ii) pilar II – a sustentabilidade econômica; (iii) pilar III – a sustentabilidade social. [...]. É possível, porém, recortar, desde logo, o imperativo categórico que está na gênese do princípio da sustentabilidade e, se preferir, da evolução sustentável: os humanos devem organizar os seus comportamentos e ações de forma a não viverem: (i) à custa da natureza; (ii) à custa de outros seres humanos; (iii) à custa de outras nações; (iiii) à custa de outras gerações (CANOTILHO, 2010, p.12).

Neste contexto, Capra (2006, p. 256) explica que uma sociedade sustentável organiza suas necessidades sem diminuir as perspectivas das próximas gerações. Este é um grande desafio atual, construir ambientes sociais e culturais que consigam conservar a natureza para o futuro.

Sosinski et al. (2015, p. 30) expõe que a conservação do butiá passa pelo reconhecimento da importância dessas áreas, pois estas palmeiras apresentam um elevado potencial de geração de renda quando associados ao turismo, paisagismo, alimentação e recursos genéticos, ainda pouco explorados. É na promoção de seus múltiplos usos com a adoção de boas práticas de manejo que será garantida sua permanência para as gerações futuras e a sustentabilidade do ecossistema, contemplando as perspectivas ambiental, social e econômica.

Os entrevistados trouxeram que o trabalho com o butiá sustenta muitas vidas, trazem sobre as possibilidades alimentares, artesanais e o turismo, tudo isso impulsionando a sustentabilidade do *ecossistema natural nativo*. Essa foi uma das intenções do projeto “A Rota dos Butiazais no Bioma Pampa: conectando pessoas e ecossistemas para a conservação e uso sustentável da biodiversidade” (MARCHI, BARBIERI e SOSINSKI, 2019, p. 4), que atualmente se vê contemplada, mas com possibilidade de ampliação constante. Figueira (2017, p. 27) aponta que diante de algumas situações, e para amenizar as dificuldades financeiras de



diversas famílias locais, foram planejadas, aprovadas e executadas práticas alternativas de trabalho, tal como a produção de artesanato e a elaboração de produtos diversos com base nas palmeiras de butiá encontradas em Santa Vitória do Palmar.

Conforme Rivas e Barbieri (2014, p. 59), os butiazais são importantes para as pessoas que vivem no Bioma Pampa, pois fazem parte do patrimônio histórico e cultural da região e tem como uso tradicional seus frutos e folhas para elaboração de produtos e derivados. Neste sentido, a rede e união de esforços, a Rota dos Butiazais, objetivou produzir avanços no conhecimento científico, divulgar e capacitar as pessoas no uso dos butiás, ideias que almejam sensibilizar as comunidades e, com isso, também incentivar a valorização da biodiversidade existente nos ecossistemas de butiazais (BARBIERI, SOSINSKI e MARCHI, 2017, p. 27)

Os relatos trouxeram que olhar o uso de uma forma sustentável com intuito de preservação, é um dos pilares da Rota dos Butiazais. Relatam que caminhadas, trilhas, passeios dentro do butiazal, das propriedades rurais, pode mostrar a beleza guardada dentro das propriedades, e agregar valores as mesmas. A criação da Rota dos Butiazais (MARCHI, BARBIERI e SOSINSKI, 2019, p. 4), avançou e estimulou a exploração de novos roteiros turísticos e culturais, para o reconhecimento da importância do ecossistema dos butiazais, que além dos butiás também são formados por fauna e flora diversas (PUSTAI, 2017, p. 34).

A inovação das ações dos atores envolvidos nesse movimento vem incentivando novos empreendimentos. Um deles é o Butiazal de Tapes – Turismo Rural, uma microempresa dedicada ao turismo ecológico nos ecossistemas de butiazais no município de Tapes/RS. Práticas promovidas pela Rota dos Butiazais no município de Tapes fortaleceram uma cadeia de interesses voltados ao uso no artesanato e na gastronomia, e manejo sustentável destes recursos naturais, com valorização dos produtos da sociobiodiversidade (LIMA, 2015, p 1). Rivas e Barbieri (2014, p. 59) trazem que o uso e manejo sustentável da biodiversidade é uma estratégia que pode possibilitar a conservação de recursos naturais e estimular a geração de renda.

Foi citado que a Rota dos Butiazais, possibilitou a articulação de conteúdos, conhecimentos, soluções tecnológicas integradas ao saber popular e o orgulho que estas ações afloram nos participantes desta rede. A produção científica está acontecendo nas mais diversas áreas, como por exemplo na área tecnológica, em que a avaliação nutricional do butiá (*Butia yatay*) processado é um exemplo de avanço do conhecimento. Essa pesquisa buscou avaliar se

o processo de despolpa de butiá interfere na composição, no teor das fibras e na estabilidade do ácido ascórbico, durante o armazenamento da polpa (MARTINS et al., 2019, p. 7).

Experiências trazidas por este grupo vêm criando conceitos que estão sendo pulverizados na comunidade. Estas vivências estão instigando ações que estimulam o presente e, com isso, influenciarão o futuro. Neste sentido, a teoria das representações sociais expõe que um repertório de experiências produz a memória individual e coletiva, recurso que nos permite criar conceitos que se reproduzem na comunidade e, portanto, são compartilhados com o mundo exterior, formulando presente e futuro por meio de nosso passado (MOSCOVICI, 2012, p. 456).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As Representações Sociais dos integrantes da Rota dos Butiazais a respeito da sustentabilidade, tras que a preservação é possível por meio da conservação do butiá, e que estas ações, serão refletidas no seu entorno.

Os integrantes trazem que o manejo sustentável, por meio do incentivo ao turismo dentro das propriedades rurais, mostrando as belezas de dentro dos butiazais, foi uma ação que possibilitou agregar renda ao negócio do turismo e com isso, melhorar os ganhos do proprietário conjuntamente. Também foi concluído que a articulação do conhecimento dos participantes da rede, as soluções tecnológicas, foi uma maneira de inovar e instigar a sustentabilidade dos ecossistemas de butiazais.

Outra conclusão é a de que organizar as falas de um grupo, buscar aflorar a subjetividade de contextos vividos cotidianamente, e trabalhar a ideia de organizar os relatos e discutir estas ideias com outros autores, torna esse estudo representativo em relação ao conhecimento deste grupo em específico e deflagra essa possibilidade do saber ser sempre reescrito, reorganizado e ser levado a outras pessoas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C.; CEREDA, A. M. História das Políticas Culturais para Mulheres no Brasil. **RELACult – Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, 3, p.142-153. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319043286\\_Historia\\_Das\\_Politicass\\_Culturais\\_Para\\_Mulheres\\_No\\_Brasil/link/598c93af0f7e9b07d22609c5/download](https://www.researchgate.net/publication/319043286_Historia_Das_Politicass_Culturais_Para_Mulheres_No_Brasil/link/598c93af0f7e9b07d22609c5/download). Acesso em: 30 de dez. 2021.

BARBIERI, R. L. et al. **Vida no Butiazal**. Brasília: Embrapa. p.202, 2015.

BARBIERI, R. L.; SOSINSKI, Ê. E. J.; MARCHI, M. M. **Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento. Conservação, repovoamento e usos dos ecossistemas de butiazais no Rio Grande do Sul.** Fundação de Apoio à Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário Edmundo Gastal. Embrapa Clima Temperado, Pelotas. p. 27. 2017. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201812/04110725-conservacao-repovoamento-e-usos-dos-ecossistemas-de-butiazais-no-rio-grande-do-sul.pdf>. Acesso em: 10 de dez. 2021.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo.** 1.ed. São Paulo: Edições 70. p. 279. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução CNS Nº 466.** Conselho Nacional de Saúde. Brasília, Distrito Federal, 12 dez. 2012. Disponível em: [Reso466.pdf \(saude.gov.br\)](https://www.saude.gov.br/reso466.pdf). Acesso em: 15 de out. 2021.

CAMPOS, J. L. C. J.; PRINTES, R. B. Extrativismo do Butiá no Município de Tapes/RS: Conservação e Uso como alternativa para o desenvolvimento rural sustentável. **Ethnoscientia.** v. 5. 2020. Disponível: <http://ethnoscientia.com/index.php/revista/article/view/327/149>. Acesso em: 20 de out. 2021.

CANOTILHO, J. J. G. O Princípio Da Sustentabilidade Como Princípio Estruturante Do Direito Constitucional. **Revista de Estudos Politécnicos,** Portugal, v. 8, n. 13, p. 7-18. 2010.

CAPRA, F. **A Teia da Vida. Uma Nova Compreensão Científica dos sistemas Vivos.** 1. ed. São Paulo: Editora Cultrix. 256 p. 2006.

COFEN. Conselho Federal de Enfermagem. Código de Ética dos Profissionais de Enfermagem. **Resolução COFEN 564/2017.** 2017. Disponível em: [http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-5642017\\_59145.html](http://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-5642017_59145.html). Acesso em: 20 de set. 2021.

FIGUEIRA, M. C. Economia Solidária, Comércio e Turismo: os produtos artesanais à base de palmeiras de butiá em Santa Vitória do Palmar, RS, Brasil. **Revista de Cultura e Turismo,** n. 2. P. 27. 2017. Disponível em: <https://periodicos.uesc.br/index.php/cultur/article/view/1071/1416>. Acesso em: 17 de ago. 2021.

HEIDEN, G.; ELLERT-PEREIRA, P.E.; ESLABÃO, M.P. **Butia in Flora do Brasil 2020.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15703>. Acesso em: 20 de set. 2021.

IEPSEN, L. A. **Importância do Butiá em Santa Vitória do Palmar: da história à realidade atual.** 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Desenvolvimento Rural) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/179859>. Acesso em: 15 de nov. 2021.

LIMA, F. **Rota dos Butiazais é oficializada em Tapes/RS.** Portal Embrapa: Embrapa Clima Temperado. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/7621812/rota-dos-butiazais-e-oficializada-em-tapesrs>. Acesso em: 16 de out. 2021.

MARCHI, M. M.; BARBIERI, R. L.; SALLÉS, J. M.; COSTA, F. A. Flora herbácea e subarbustiva associada a um ecossistema de butiazal no Bioma Pampa. **Rodriguésia,** v. 69, n. 2, p. 553-560. 2018. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2175-78602018000200553&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2175-78602018000200553&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 16 de nov. 2021.

MARCHI, M. M.; BARBIERI, R. L.; SOSINSKI, Ê. E. J. Recursos Genéticos e a conservação in situ de ecossistemas de butiazais no Sul do Brasil. **Revista RG News**. v. 5, n. 1, p. 1-4. Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1115863/recursos-geneticos-e-a-conservacao-in-situ-de-ecossistemas-de-butiazais-no-sul-do-brasil>. Acesso em: 09 de nov. 2021.

MARTINS, J. S.; MELO, E. M.; FALLAVENA, L. P.; HERTZ, P. F. Avaliação nutricional de Butiá (*Butia yatai*) processado. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 26, p. 1-7. 2019. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8654389>. Acesso em: 10 de nov. 2021.

MOSCOVICI, S. **Representações Sociais: Investigações em Psicologia Social**. Petrópolis: Vozes. 40 p. 2003.

MOSCOVICI, S. **A Psicanálise, sua Imagem e seu Público**. **Psicologia Social**. Petrópolis: Vozes. 456 p. 2012.

MOSCOVICI, S. **Representações Sociais: Investigações em Psicologia Social**. 11. ed. Petrópolis: Vozes. 404 p. 2015.

ONU. Organização das Nações Unidas. **A Agenda 2030**. Nova York. (2015). Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 10 de out. 2021.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Folha informativa COVID-19 - Escritório da OPAS e da OMS no Brasil**. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19>. Acesso em: 06 de nov. 2021.

PORTELINHA, M. K. **Rota dos Butiazais: inter-relações com a sustentabilidade e a saúde na perspectiva dos integrantes chave**. Tese (Pós-Graduação da Enfermagem) Universidade Federal de Pelotas. 164 p. 2020.

PUSTAI, D. L. **PARAGEM DAS FIGUEIRAS: um ponto de parada na Rota dos Butiazais**. 34 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/170112>. Acesso em: 12 de nov. 2021.

RIVAS, M.; BARBIERI, R. L. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do Butiá**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, v. 1. 59 p. 2014.

SOSINSKI, Ê. E. J.; HAGEMANN, A.; DUTRA, F.; MISTURA, C.; COSTA, F. A.; BARBIERI, R. L. **Manejo Conservativo: Bases para a Sustentabilidade dos Butiazais**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. n. 230, 1. ed. Pelotas: Editora Embrapa. 30 p. 2015. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1058122/1/Boletim230.pdf>. Acesso em: 16 de dez. 2021.

# CAPÍTULO 18

## TRAJETÓRIA DE UMA ASSOCIAÇÃO DE CATADORES DE MATERIAL RECICLÁVEL EM GARANHUNS, PERNAMBUCO: HISTÓRICO E CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS E GERENCIAIS

**Marcos Renato Franzosi Mattos**  
**Cláudia Csekö Nolasco de Carvalho**  
**Rafaela Simões Mattos**

### RESUMO

Em nosso país a maior parte do processo de destinação de materiais reaproveitáveis provenientes do lixo para destinação alternativa ao descarte direto é efetuada por meio do trabalho de centenas de milhares de catadores, em sua maioria, proveniente de famílias de baixa renda e em situação de extrema pobreza. Apesar da inquestionável importância social, econômica e ambiental desse segmento e do árduo trabalho desenvolvido por essas pessoas, a maioria das associações e cooperativas não consegue atingir sua sustentabilidade e proporcionar qualidade de vida aos seus membros. Este trabalho visa relatar e discutir a trajetória da Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Material Reaproveitável de Garanhuns Nova Vida - ASNOV, de Garanhuns, Pernambuco, com base na análise de documentos, de informações orais e de publicações científicas relacionadas à mesma. Foi identificado que, mesmo tendo recebido intensos e muitas vezes dispendiosos apoios, a autossustentabilidade da ASNOV jamais foi alcançada. Identificamos que a principal razão das dificuldades enfrentadas é decorrente da falta de instrução e da inabilidade gerencial, que não são alvo das ações públicas e privadas de apoio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reciclagem. Serviço Ambiental. ASNOV, Gestão de Resíduos.

### INTRODUÇÃO

A destinação final de resíduos sólidos urbanos de forma ambientalmente adequada ainda é um problema de difícil solução para a maior parte dos municípios brasileiros. Atrelada a essa destinação, surge a necessidade de otimizar a cadeia de reaproveitamento dos materiais classificados como resíduo, visando sua inserção no sistema industrial, minimizando os custos ambientais relacionados à geração e destinação de novos insumos. A maior parte deste importante processo de reaproveitamento é efetuada pelo trabalho de centenas de milhares de catadores, em sua maioria, provenientes de famílias de baixa renda e em extrema pobreza.

Segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país são destinados para a reciclagem, o que é efetuada por um contingente de cerca de 400 mil pessoas que, em 2010, se autodeclararam como catadores (IPEA, 2017). Já para o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR),

eram cerca de 800 mil catadores em atividade, nesse mesmo ano, responsáveis pela coleta de 90% de tudo que é reciclado (MNCR, 2020). Embora ainda careçam dados oficiais, durante a atual Pandemia do COVID-19, em função da elevação do desemprego e redução da renda, existem inúmeros relatos sobre o aumento substancial de pessoas que passaram a atuar como catadores de recicláveis para ocupação e renda no país (FIGURAS 01 e 02).

Segundo dados obtidos junto aos técnicos da Prefeitura Municipal de Garanhuns (PMG), em 2018 havia um número de 598 famílias que subsistiam da coleta de recicláveis no município, sendo a quase totalidade de pessoas em extrema pobreza. Já em 2021, sem dados efetivos de atualização de cadastro, esses mesmos técnicos estimam que o número se elevou para mais de 1.000 famílias. Considerando a média de pessoas por família, esse contingente de pessoas que sobrevivem da reciclagem de resíduos em Garanhuns é bastante expressivo.

**Figura 01:** Catadores de material reciclável em Garanhuns, Pernambuco atuando sem uso de equipamentos de segurança e em condições insalubres.



A) Família coleta material reciclável diretamente de lixeira, destacando-se a presença de criança de colo e de bebê em carrinho. A família informou que ambos os adultos perderam emprego/ocupação durante a Pandemia do COVID-19, obrigando-os a efetuar seu sustento por meio de coleta de recicláveis descartados vendidos a atravessadores. B) Idoso recolhe material de caçamba de coleta pública de lixo. O idoso reportou necessidade de complementar renda de benefício de prestação continuada com a venda de resíduos à atravessadores.

**Fonte:** os autores (2020).

Garanhuns é um município localizado no Agreste de Pernambuco, distante da capital, Recife, cerca de 230km, com acesso pelas estradas BR 232 e BR 423. Possui área territorial de 458,552km<sup>2</sup>, população estimada de 141.347 pessoas e Índice de Desenvolvimento Humano municipal de 0,664 (IBGE, 2021). Segundo a mesma fonte, a população ocupada em 2019 era de 16,4 %, sendo de 43,8% o percentual da população com rendimento nominal mensal de até 1/2 salário-mínimo em 2010. Considerando o tamanho médio das famílias brasileiras em 2018 de 3,07(BRASIL, 2021) e especificamente de Pernambuco de 3,12 (SIDRA-IBGE, 2018),

quando relacionado ao número oficial de famílias que sobreviviam da reciclagem nesse mesmo ano (598 famílias), pode-se estimar uma população de 1.866 naquele ano e, talvez, mais de 3.000 pessoas no ano de 2021, conforme dados já citados nesse documento. Esse contingente pouco notado de população, quando comparado com a estimativa populacional (141.347), corresponde aos significativos de 1,3% e 2,1 da população municipal nos anos de 2018 e 2021, respectivamente. Sendo uma população em situação de extrema pobreza e baixa instrução, possivelmente o tamanho familiar seja ainda acima da média da região.

**Figura 02:** Criança prensa resíduos recicláveis com os pés dentro de Contentor Flexível ("Big Bag"), em cima de uma carroça de tração animal em Garanhuns, Pernambuco. Os autores identificaram que nem o adulto e nem a criança utilizavam qualquer equipamento de proteção individual e calçavam sandálias plásticas (chinelo de dedo).



Fonte: os autores (2021).

Uma forma de melhorar as condições de trabalho e renda dessas pessoas é a organização em associações e/ou cooperativas. No entanto, apesar da inquestionável importância social, econômica e ambiental desse segmento e do árduo trabalho desenvolvido, a maioria das associações e cooperativas não consegue atingir sua sustentabilidade e manter adequada qualidade de vida aos seus membros, sendo incapazes de se formalizar ou se manter regulares (DEMAJOROVIC & LIMA, 2013). Com dados de 2013 a 2010, o IPEA (2017) identificou que

a maior parte das entidades de catadores encontrava-se na informalidade (40,3%), seguida pela forma de associação (31,3%) e de cooperativa (28,3%). Assim, de forma geral, os catadores atuam em condições extremamente precárias e informais de trabalho e remuneração, evidenciando o caráter socialmente perverso da atividade (MEDEIROS & MACEDO, 2006). Certamente, parte dessa baixa remuneração obtida com o trabalho decorre, dentre outros fatores, às dificuldades de gestão, o que não costuma receber atenção dos gestores públicos, quando do apoio às atividades dessas entidades. Este trabalho tem por objetivo relatar e discutir a trajetória da Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Material Reaproveitável de Garanhuns Nova Vida – ASNOV.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizada a pesquisa de documentos diversos pertencentes à própria ASNOV (CNPJ 06.325.668/0001-95), busca de publicações científicas e de documentos técnicos, com ênfase nos que tratem da questão local em Garanhuns, em especial às relacionadas à referida associação. Foi também efetuada a busca de informações orais diretamente aos catadores da associação, voluntários e servidores públicos que atuaram e/ou atuam no apoio à ASNOV, bem como junto à comerciantes secundários de material reciclável (atravessadores). Por fim foram também realizadas buscas de informações em sites de divulgação de notícias locais. Todas as informações e dados foram confrontados com a literatura e efetuadas proposições de ações que corroborem para melhores condições de trabalho, renda e prestação de serviços ambientais pela associação.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O início da atividade da ASNOV como associação é controverso. Alguns autores e instituições informam que a ASNOV foi criada em 2004, quando houve o fechamento do lixão em Garanhuns (ALEPE, 2005; GARANHUNS, 2006; STEINER et al, 2006; ALENCAR & SANTOS, 2014). Mattos (2021), por outro lado, identificou que as catadoras e os catadores “parceiros”, que há décadas já atuavam na coleta de forma isolada, desorganizada e competitiva, começaram a colaborar mutuamente em 2001, criando a associação que teve seu Estatuto aprovado em outubro de 2003 e registrado em abril de 2004, constando nesse documento 49 sócios fundadores. No entanto, segundo informações orais que obtivemos recentemente de seus membros mais antigos, a ASNOV teve suas atividades iniciadas desde o final dos anos 1990, porém sem se configurar como associação, mas apenas como um grupo de catadores que visou tentar melhorar a comercialização dos produtos obtidos na coleta. Esses catadores informaram



que o nome Associação Nova Vida foi idealizado no final dessa década de 1990, entre os catadores que atuavam no “antigo lixão da Liberdade”, considerando que essa reunião de pessoas, com mesmos objetivos, levaria o grupo a obter uma nova vida. Informaram, ainda, que nessa época houve a participação de pessoas ligadas à Cáritas/CNBB, que ajudaram os catadores a diminuir divergências e de se aliarem em prol dessa “nova vida”.

Considerando as dificuldades de formalização de instituições, sobretudo de associações formadas por pessoas de baixa renda, certamente a instituição já vinha atuando informalmente de forma associativa, antes das assembleias para a aprovação do Estatuto Social, que ocorreram em 2003 e 2004, conforme descrito acima. Corroborando com essa possibilidade, apesar de não constar oficialização de qualquer entidade anterior ao ano de 2003, junto à antigos documentos da ASNOV, identificamos rascunhos e papéis com anotação de vendas, valores e retribuição de lucros, datados de março de 1997, nos quais constam, inclusive, os nomes de dois associados que ainda exercem atividade na ASNOV. Esse achado vai ao encontro com a informação de atuação colaborativa desde o final da década de 1990. Porém, já com os nomes ASNOV e ASNOVI, há vários documentos informais datados do ano de 2001, de forma que consideraremos esse ano como o da criação da Associação já nomeada, mesmo que ainda informalmente e resultado das interações que começaram nos anos 1990.

Já o Aterro Sanitário iniciou suas atividades apenas em 01 de abril de 2004, ou seja, cerca de três anos após a criação informal da Associação, sete anos após as primeiras atuações conjuntas dos catadores que identificamos e seis meses após a aprovação do estatuto da ASNOV. Desta forma, a ASNOV conta hoje com 21 anos de atividade (ou 25 se considerarmos o ano de 1997), dos quais 19 são regidos pelo estatuto e 18 perfeitamente formais, não sendo pertinente associar a sua criação com a atividade do Aterro Sanitário, o que a minimizaria.

A ASNOV, então, nasceu da necessidade de união e ação coletiva de catadores, em sua maioria mulheres, que sobreviviam em extrema vulnerabilidade e na informalidade. Assim como as demais instituições similares, a ASNOV dificilmente teria conseguido se organizar e se manter sem o auxílio e apoio coletivo e, sobretudo, governamental. Neste sentido, são reportados vários apoios recebidos pela ASNOV ao longo desses seus 21 anos de história. A primeira iniciativa de apoio a esse grupo de catadores que identificamos foi a articulação que envolveu o Programa de Erradicação de Trabalho Infantil (PETI) e o Governo do Estado de Pernambuco, por meio do Programa de Geração de Renda (PROGERA), com participação de servidores da PMG, Conselho Tutelar e de Organizações da Sociedade Civil (OSCs/ONGs). Segundo relatos orais, foi quando houve a união entre os assistidos pelo PETI, que se

intitulavam “Família PETI” (25 membros), com os catadores do lixão, “Família Lixão da Liberdade” (41 membros). Dessa articulação e com o apoio da OSC Centro de Articulação Retome Sua Vida e da PMG, houve a citada formalização da ASNOV com a criação, eleição da gestão e aprovação do estatuto. Mattos (2021) considerou que essas articulações permitiram a ampliação de pessoal, organização documental e orientações de catadores, favorecendo a oficialização de uma associação com base no agrupamento informal, ora existente. Mas essa formalização da ASNOV e o apoio aos catadores isolados não foram feitos de forma desarticulada com o início da gestão e controle da destinação de resíduos sólidos em Garanhuns, a partir da primeira década dos anos 2000. De fato, nas normatizações anteriores não consta formalmente o apoio à reciclagem e aos catadores, como na Lei Orgânica Municipal de Garanhuns (Lei 2.436/1990) e no Código de Posturas (Lei 1.439/1969), apesar de ambos disporem, com certo detalhamento e critério, sobre a limpeza urbana. Vinte e quatro anos atrás, em 1998, foi promulgada a Lei Municipal 2.912/1998 que promoveu o ordenamento dos serviços e dispôs sobre os atos ofensivos à limpeza urbana. Nessa Lei o foco principal foi a limpeza, propriamente dita, com pouca menção ao apoio às ações de reciclagem. Ademais, as poucas menções à reciclagem tornaram ambígua a atuação de catadores, ao não determinar qualquer ação e nem mencionar a atividade dessa classe de trabalhadores, além de proibir e sujeitar a multa *"coletar e transportar lixo sem estar devidamente credenciado ou autorizado pelo órgão municipal encarregado pela limpeza urbana"*, ao mesmo tempo em que determinou que o Poder Público deverá *"desenvolver programas educativos, através da divulgação formal e informal, de publicações sobre materiais recicláveis e biodegradáveis."* O Decreto 017/2001, que regulamentou a Lei 2.912/1998 também não sanou essas inconsistências. Porém, no vigor desses instrumentos legais citados, Garanhuns projetou (2002) e construiu (2003) seu Aterro Sanitário que entrou em operação em 01 de abril de 2004, data em que obteve sua primeira Licença de Operação. Recentemente, em 2019, o Aterro Sanitário finalizou sua ampliação para continuar com capacidade de recebimento de resíduos (FIGURA 03).

**Figura 03:** Aterro Sanitário de Garanhuns em 2019, após ampliação.



**Fonte:** Prefeitura Municipal de Garanhuns, 2019 (<https://www.garanhunsnoticias.com.br/noticia/2948/aterro-sanitario-de-garanhuns-tem-licenca-de-operacao-ambiental-renovada>).

Segundo Mattos (2001), essas datas demonstram o pioneirismo municipal, já que esse aterro entrou em operação cerca de 10 anos antes da exigência legal para o fim dos lixões, sendo um dos primeiros do Nordeste do Brasil, sobretudo considerando ser uma cidade não metropolitana. Além do aspecto temporal, o projeto do Aterro Sanitário de Garanhuns foi também avançado quanto aos aspectos sociais, já que estava previsto o apoio aos catadores de materiais recicláveis de forma abrangente (SECTMA, 2006). Nos documentos da época o apoio a entidades de catadores fez parte tanto dos projetos para captação dos recursos federais para a implantação do aterro, quanto dos encaminhados como atendimento das exigências do licenciamento (MATTOS, 2021). Mais especificamente, no Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Garanhuns - item 04 consta o Plano de Inclusão de Catadores (SECTMA, 2006), um minucioso documento com diagnósticos e proposições para uma efetiva inclusão social e econômica dessa classe de trabalhadores dentro do contexto da coleta e destinação de materiais recicláveis em Garanhuns. A existência e conhecimento público desse Plano de Inclusão de Catadores é, em verdade, anterior à 2006, como pode ser verificado em um ofício de um vereador de Garanhuns, entregue na Secretaria Municipal de Assistência Social em novembro de 2005, no qual, ao retransmitir solicitações de apoio da ASNOV ao Governo Municipal, o vereador já menciona que o Projeto/Plano Social de Gerenciamento de Resíduos Sólidos municipal “tem como um dos segmentos prioritários a inserção dos catadores de lixo

no programa de coleta seletiva, de forma a desenvolver condições mais salutaras de vida, a dignidade no ofício que exercem, assim como o desenvolvimento econômico sustentável”.

Ademais, em nível estadual, quatro anos antes da implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Pernambuco promulgou a Lei 13.047/2006, que dispôs "*sobre a obrigatoriedade da implantação da coleta seletiva de lixo nos condomínios residenciais e comerciais, nos estabelecimentos comerciais e industriais e órgãos públicos federais, estaduais e municipais*". Essa Lei tornou obrigatório, em nível estadual, que “CNPJs” (condomínios, empresas e órgãos públicos) celebrem “*contratos de parcerias com associações e cooperativas de catadores de resíduos recicláveis, bem como associações de bairros*” e, também, estabeleceu o incentivo a economia solidária pelo apoio às organizações de catadores de material reciclável, na perspectiva de geração de renda.

Assim, com base nos documentos relacionados à implantação do Aterro Sanitário e na Lei Estadual 13.047/2006 foram obtidos avanços no estreitamento das relações entre a PMG e a ASNOV, apesar da inexistência de instrumentos legais locais que favorecessem essas ações. A Associação então teve maior suporte das equipes de técnicos da PMG, em especial das secretarias de Planejamento, responsável pela implantação do Aterro Sanitário e a de Assistência Social, que promoveu eficiente apoio aos associados e suas famílias.

Nessa época, também foi delimitada e murada uma área, construídas as estruturas físicas e doada documentalmente para a ASNOV que a ocupa até hoje, apesar da não efetivação da doação por questões burocráticas (FIGURA 04).

**Figura 04:** Galpão construído pela Prefeitura Municipal de Garanhuns em terreno doado para a Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Material Reaproveitável de Garanhuns Nova Vida – ASNOV.



**Crédito da imagem:** Fabiana Sales (ASNOV), 2015.

Essas efetivas e significativas ações do Poder Público foram importantes para consolidar a jovem entidade de catadores, apesar dessa promoção da coleta seletiva e apoio aos catadores em nível municipal não se tornarem de fato políticas públicas. Já em 2012, para atendimento da nova legislação federal de resíduos sólidos, a PMG editou o Decreto Municipal 028/2012, que institui o Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos. Nesse decreto constou que o relatório do Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos de Garanhuns era parte integrante do mesmo e foi disponibilizado no site oficial do Executivo ([www.garanhuns.pe.gov.br](http://www.garanhuns.pe.gov.br)). O referido relatório acima citado possui praticamente idêntico texto do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Garanhuns de 2006, dentro do qual consta o igualmente numerado item 04, Plano de Inclusão de Catadores. A única diferença que identificamos entre os documentos de 2006 e de 2012 foi justamente a data constante na página inicial. Dessa forma, por meio do Decreto 028/2012, o Plano de Inclusão de Catadores se tornou, de fato e de direito, uma política pública oficial.

Além dessas iniciativas relacionadas à implantação do Aterro Sanitário e princípio de gestão técnica de resíduos sólidos, a recém-criada e pouco experiente ASNOV foi assistida pelo projeto-piloto “Capacitação e assessoramento de associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis visando sustentabilidade econômica e social nos Estados da Bahia e de Pernambuco”, uma iniciativa das OSC ASPAN e PANGEA (STEINER et al., 2006). Os autores destacaram que, dentre outras atividades, entre fevereiro de 2005 e janeiro de 2006, o projeto promoveu estudos e oficinas de capacitação com membros da ASNOV, como as de relações interpessoais, desenvolvimento institucional, direitos fundamentais e saúde. Atualmente, os associados mais antigos lembram afetuosamente e com profunda gratidão dessa interação com os membros desse projeto (MATTOS, 2021), assim como o apoio dos técnicos da PMG, na época. A Assembleia Legislativa de Pernambuco (ALEPE, 2005) relatou ainda parcerias da ASNOV com a CENTRAL PET e com a ONG Visão Mundial, bem como com a Secretaria de Assistência Social do Estado, porém não obtivemos maiores informações sobre essas parcerias ou colaborações.

Após esses projetos formais, obtivemos informações, mais ou menos detalhadas, de que a ASNOV já recebeu apoio pontual de diferentes e diversas instituições em projetos e oportunidades, sendo que em muitas destas vezes com somas consideráveis de recursos, inclusive provenientes do exterior. Como exemplo, poucos anos após a oficialização da ASNOV, ela recebeu a doação de R\$ 25.000,00 (vinte e cinco mil reais) da Companhia Industrial de Vidro (CIV) para melhoria da infraestrutura de coleta, processamento e

armazenamento de materiais recicláveis, ampliando significativamente o envio de vidro para a CIV e melhorando os ganhos dos associados (ETHOS, 2007; DEMAJOROVIC & LIMA, 2013). Em documentos da ASNOV datados de maio de 2005, identificamos que consta o valor de valor de R\$ 24.547,50 (vinte e quatro mil, quinhentos e quarente e sete reais e cinquenta centavos) e que foi utilizado para benfeitorias nas instalações físicas do muro e de baias/boxes, na compra de 20 carroças, de um carro de som e de EPIs. No entanto, segundo os associados, em poucos anos a ASNOV não dispunha mais das carroças, dos EPIs e nem do carro de som, permanecendo apenas as instalações físicas provenientes desse aporte da CIV. Mattos (2021) relataram ter havido, por mais de uma vez, doação e empréstimos de equipamentos da empresa Frompet Lorenpet Nordeste Indústria e Comercio de Plásticos LTDA, sobretudo de prensa hidráulica, e que tais equipamentos se deterioraram por falhas de manutenção e desgaste, sem reposição. Mais recentemente, em outubro de 2018, a Vara do trabalho da Justiça Federal efetuou a doação de EPI's e de uma prensa para a ASNOV (TRF6, 2018), bem como promoveu a compra de um veículo automotor modelo Kombi (Volkswagen – ainda em uso), por meio de recursos oriundos do Ministério Público do Trabalho provenientes da receita de penas pecuniárias. Identificamos que esta prensa está atualmente em desuso por problemas mecânicos. Também foram relatados pelos catadores diversos apoios de pessoas físicas para ações específicas tais como pagamento de taxas de serviços cartoriais, contas atrasadas, compra de equipamento de proteção individual (EPIs) e a reforma de telhado após episódio de incêndio. Estes apoios de pessoas físicas variaram entre cerca de R\$ 50,00 (cinquenta reais) e R\$ 10.000,00 (dez mil reais).

A iniciativa que apoiou de forma mais longeva a ASNOV certamente foi o Projeto Recicla Pernambuco (MATTOS, 2021). Esse projeto foi executado com recursos de compensação socioambiental provenientes da Petroquímica Suape e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Conforme o Plano Estadual de resíduos Sólidos de Pernambuco (PERS), o Recicla Pernambuco, classificado como Programa, teve como objetivo adotar um modelo de gestão consorciada e sustentável de resíduos sólidos de forma a melhorar a qualidade dos serviços de limpeza urbana e a vida dos habitantes dos municípios de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2012). Alencar (2017) relatou que o projeto Recicla Pernambuco atuou em 11 municípios, dentre eles Garanhuns, e teve suas atividades sob a responsabilidade do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP). De acordo com esse autor, após as etapas iniciais de diagnóstico e formalização das instituições, o projeto focou na implantação da infraestrutura física (pontos de apoio e galpões de triagem) para as entidades

formalizadas, bem como a parte operacional (aquisição de prensas, balanças, caminhões, carroças, triciclos, fardamentos, equipamentos de proteção individuais etc.), objetivando dotar essas organizações das ferramentas de trabalho adequadas. Esse importe de infraestrutura, dentre outras ações, consta também no PERS como parte das ações do Recicla Pernambuco (PERNAMBUCO, 2012). Alencar (2017) salientou ainda que as organizações de catadores contaram com o apoio de técnicos treinados e alocados em cada entidade com o objetivo de apoiar os catadores durante o período do projeto, tornando-se responsáveis pelo registro da frequência dos catadores, pela produção diária (coleta, beneficiamento e comercialização), despesas efetuadas, renda e preços de mercado dos materiais, efetuando-se os registros em planilhas mensais.

Por outro lado, Mattos (2021) salienta que no caso da ASNOV a formalização e a estrutura física já estavam presentes desde muito antes, de forma que o Projeto focou no fornecimento de equipamentos, na coleta de dados logísticos e de apoio de pessoal. Ainda conforme esse mesmo autor, na maior parte do tempo os técnicos contratados não prestavam serviço integral, muitas vezes nem mesmo frequente na associação e os dados coletados não foram fornecidos para a ASNOV para que os associados pudessem compreender seu funcionamento. Independente de intenções, ao que consta, esses técnicos não tiveram a atribuição de efetuar a capacitação e treinamento dos associados para exercerem de forma autônoma essas funções quando findasse o trabalho. Assim, ao final do suporte, a ASNOV possuía os mesmos insuficientes conhecimentos de gestão presentes anteriormente.

Nesse mesmo período foi reportado que em função de várias divergências, falhas de comunicação e até animosidades explícitas entre os apoiadores locais que colaboravam com a ASNOV anteriormente e a equipe do Recicla Pernambuco, houve o afastamento das instituições locais. Dentre esses apoiadores estavam pessoas físicas e entidades que já atuavam apoiando a ASNOV anos antes do início do Projeto Recicla Pernambuco, como a ONG Econordeste, colaboradores da Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns (AESGA), *Lions Club*, dentre outras.

Outra iniciativa bastante interessante foi a produção de capas de livro com papelão reciclado, por parte de associadas, com apoio de escritores e demais voluntários locais. Batizado de Severina Catadora, esse projeto buscou diminuir barreiras entre catadoras e escritores. Os livros, com as capas produzidas pelas catadoras da ASNOV foram vendidos em Garanhuns com o lançamento na Praça da Palavra, durante o Festival de Inverno de Garanhuns (FIG) de 2012. Ao que se sabe, apesar do sucesso e repercussão momentânea em diversas mídias, inclusive

televisiva, até o momento não houve continuidade da ação. Conforme informações da mídia na época, o projeto Severina Catadora se inspirou em outros, sobretudo um brasileiro denominado Coletivo Dulcinea Catadora (COLETIVO DULCINÉIA CATADORA, 2021) e um estrangeiro (argentino). Essa ação promoveu agregação de valor ao papelão, uma vez que, ao preço de venda de 18 centavos o quilograma na época, poderia ser convertido em capas de livros vendidos entre R\$ 7,00 e R\$ 10,00. Na mesma linha, Barreto et al. (2015) também sugeriram o apoio a cooperativas de artesanato, ou as próprias cooperativas de triagem, como forma de reduzir o índice de papel e papelão que é depositado no aterro. Além do Severina Catadora, o projeto Dulcinea Catadora, desenvolvido dentro de uma cooperativa de materiais recicláveis em São Paulo (SP), reporta a produção 150 títulos (livros) com mais de 15.000 exemplares vendidos (COLETIVO DULCINÉIA CATADORA, 2021), comprovando, indubitavelmente, a eficiência real da produção artesanal como fonte de renda aos catadores.

Dentre documentos antigos da ASNOV existem dados sobre doações e mesmo convênios que destinaram recursos para a essa associação (MATTOS, 2021). Dentre estes, de recursos provenientes do Fundo de Pequenos Projetos do Consulado Geral da República Federal da Alemanha (Recife-PE), em valor de R20.000,00 (vinte mil reais), no ano de 2006, a princípio utilizados para compra de equipamentos. Porém, não foram obtidas informações mais concretas sobre a efetiva destinação e os resultados dessas doações. Segundo Mattos (2021), existe dificuldade de identificar quantos foram, quando houve e como foram utilizados os diferentes aportes materiais e econômicos recebidos. Para esse autor, como causa disso, há a falta de um sistema de memória e registro, somado ao fato da maioria dos associados, inclusive alguns que assinaram documentos pela ASNOV em diferentes épocas, serem analfabetos, semianalfabetos e/ou de baixa instrução e com praticamente nenhum conhecimento administrativo e jurídico.

Curiosamente, identificamos que os catadores se recordam de detalhes e valores de doações recebidas em espécie ou em equipamentos diretamente dos doadores, mas não souberam informar os valores recebidos em nenhum dos convênios ou parcerias formais, como os recebidos do Consulado Geral da Alemanha, do Recicla Pernambuco ou da CIV. Essa não ciência pode revelar uma dificuldade de acompanhamento dos trâmites burocráticos envolvidos, tendo sido os catadores efetivamente aptos a compreenderem aquilo que de fato viram se concretizar, o que chegou fisicamente até eles, mas não necessariamente aquilo que constava nos projetos, parcerias e convênios dos quais foram agraciados.



Um aspecto importante de ser destacado é que os apoios recebidos, de forma geral, não focaram na implantação de sistemas de proteção coletiva, inclusive no tocante aos problemas estruturais e de riscos de incêndio, o que já foi salientado por Mattos (2021) como sendo uma preocupação recorrente por anos. Foram identificados diagnóstico e projeto de implantação de sistemas de prevenção e combate a incêndio, bem como de controle da contaminação do solo (ECONORDESTE, 2018), mas que não foram implementados. Nem mesmo a simples estocagem de parte dos materiais em boxes e caçambas fechadas e a eliminação dos riscos de curto-circuito elétrico foram consideradas (MATTOS, 2021). Relatos orais recebidos de membros da ONG Econordeste, de assistentes sociais do município e de colaboradores da AESGA reportam que essa necessidade foi amplamente discutida desde, pelo menos, o ano de 2010, inclusive durante as discussões que embasaram a implantação do Projeto Recicla Pernambuco, mas que não foram de fato consideradas.

Infelizmente, na madrugada do dia 16 de novembro de 2016 ocorreu um incêndio criminoso na área da ASNOV que culminou com a perda de absolutamente todos os equipamentos então presentes, parte da estrutura física e cerca de 30 toneladas de materiais processados e estocados (FIGURA 05). Neste desastre, a maior parte do material processado e estocado que foi perdido, em especial o plástico, já havia sido negociado e o valor da venda já havia sido recebido e distribuído entre os associados (MATTOS, 2021). Na época a ASNOV estimou que a perda de equipamentos, materiais e estrutura foi de R\$ 500 mil reais (G1, 2016).

**Figura 05:** Destinação de resíduos potencialmente recicláveis gerados pelo setor comercial e destinados de forma inadequada ao serviço de limpeza urbana, com destino ao Aterro Sanitário em Garanhuns (A). Galpão de triagem sob uso da ASNOV logo após o incêndio ocorrido em novembro de 2016 (B).



Fontes: A) Os autores, 2019. B) G1 (2016).

Anualmente, com regularidade, a PMG promove a contratação dos catadores da ASNOV para efetuar coleta dos materiais recicláveis durante os eventos do FIG. Tal

contratação, que esteve ausente nos anos de 2020 e 2021 em função das restrições ocasionadas pela Pandemia do COVID-19, geralmente é realizada por meio da Secretaria de Desenvolvimento Econômico e sempre foi muito bem recebida pela ASNOV. O valor de remuneração do último FIG (2019) foi de R\$ 3.600,00 (três mil e seiscentos reais) pelos 9 dias de trabalho (400 reais/noite) de grupos de 10 catadores por noite, resultando em R\$ 40,00 (40 reais) líquido para cada catador por noite trabalhada. Apesar de ser uma remuneração significativamente baixa, sobretudo para trabalho com algum risco e que se estende pelo período noturno, quando somado ao valor dos produtos recolhidos, grande parte de latas de alumínio que possuem bom valor de venda, se torna uma operação desejável pelos catadores (MATTOS, 2021). Além desses apoios citados, destacamos que de longa data a PMG fornece motorista para o caminhão da ASNOV/ITEP e pagamento do combustível, o que é bastante significativo. O outro lado da moeda é que essa mesma ação promove dependência da associação para com a PMG, prejudicando o desenvolvimento de sua autonomia. Importante destacar que essa contratação de catadores para atuar no FIG teve seu início não por livre iniciativa dos gestores do executivo municipal, mas sim em um compromisso firmado em 08/05/2006 entre várias partes, por intermédio do Ministério Público (3ª Promotoria de Justiça), “objetivando a proteção dos direitos das crianças e adolescentes”. Conforme documentos do MPPE (2006), a ASNOV se comprometeu a efetuar a coleta “para evitar que crianças e adolescentes catem o material reciclável no evento”. De forma semelhante, o apoio com motorista e combustível para o caminhão também foi fruto de cobrança de ações por parte do MPPE. O que se percebe é que, apesar da longevidade da organização e da grande quantidade e diversidade de apoios recebidos, as reais condições socioeconômicas dos catadores atualmente ainda são baixas. Para Mattos (2021), a ASNOV não foi capaz de manter dignamente a ocupação e renda dos membros, apesar de alguns apoios e avanços pontuais. Esse mesmo autor relata a carência de dados pretéritos sobre a remuneração dos catadores, tendo sido encontrados dados apenas de 2016 e, mesmo assim, divergentes. Estudando a ASNOV, Feitosa & Silva (2018) relataram a remuneração dos associados em média de R\$450,00 em 2016. De forma divergente, também em 2016, dados obtidos pelo Projeto Recicla Pernambuco informaram a remuneração bruta média de R\$387,30/mês, inferior aos R\$459,34/mês de rendimento médio dos catadores nordestinos (PERNAMBUCO, 2018) e cerca de apenas 44% do valor do salário-mínimo nacional então vigente, de R\$880,00. Nesse ano de 2016, a ASNOV integrava o projeto Recicla Pernambuco, mais especificamente esse foi o ano final do projeto, quando apresentava suas melhores condições de trabalho, com um dos maiores números de catadores (cerca de 30 famílias) e com o maior volume de material sob processamento

(MATTOS, 2021). Ainda para o autor, esse avanço resultou do apoio da gestão municipal, dos membros da ONG Econordeste e dos equipamentos fornecidos pelo projeto Recicla Pernambuco. Atualmente (2022), os associados informaram aos autores do presente estudo que, de forma geral, o rendimento total familiar costuma estar abaixo ou ao redor de um salário-mínimo, incluindo nesse valor os de assistência governamental. Importante destacar que para obter esses rendimentos, conforme dados do MNCR, na Região Nordeste os catadores percorrem em média 20 a 30 quilômetros/dia, dependendo do porte e características geográficas da cidade, com cargas transportadas que variam de 150 a 170 quilos, o que origina vários tipos de doenças decorrentes do transporte e de seu excesso de peso (PERNAMBUCO, 2018). Dados similares foram relatados por MAGERA (2003), em outra região do país, demonstrando que essa realidade, infelizmente, é generalizada.

O histórico do número de associados da ASNOV em efetiva atuação tem direta relação com o volume de material processado pela instituição e, conseqüente remuneração aos associados. Segundo Mattos (2021), quando o volume de material aumenta, a demanda de trabalho e o retorno de recursos monetários oriundos da venda promovem o retorno de catadores afastados da ASNOV, quadro que se altera imediatamente quando da redução do volume de material processado. De forma semelhante, Steiner et al. (2006) informam que em 2004 a ASNOV contava com 65 associados, enquanto apenas dois anos depois contava com apenas 35, sendo 13 homens e 22 mulheres (63%) que realmente trabalhavam na coleta seletiva. O restante permanecia inativo, às vezes solicitando ingressar na coleta por ocasião de desemprego ou para complementar, eventualmente, a renda familiar. Já um documento interno escrito à próprio punho pela gestão da ASNOV, datado de janeiro de 2005, verificamos que nele era mencionado que ASNOV possuía apenas 17 catadores. Por outro lado, um documento (panfleto) de divulgação da coleta seletiva no município (GARANHUNS, 2006), elaborado pela PMG ao final do ano de 2006, retoma a informação do número de 65 famílias.

Já em 2014, Alencar & Santos relataram haver apenas 18 catadores, atribuindo ser a evasão deste público, uma característica marcante. Em 2015, Lima & Miranda informaram que a ASNOV possuía 17 pessoas ativas, enquanto nesse mesmo ano, em julho, foram reportadas 21 famílias (GARANHUNS, 2015), passando para cerca de 30 famílias em 2016 (Mattos, 2021). Foi encontrada uma citação de um estudo realizado com aproximadamente 80 trabalhadores da ASNOV (PERNAMBUCO, 2018), porém não há informação sobre a fonte original desses dados nem o ano em que foram obtidos. Na memória dos associados atuais, alguns destes filiados desde a criação, não houve recordação da associação ter mais de 65

membros. Mais recentemente, no período de julho de 2019 a julho de 2021 os catadores nos informaram número de associados bastante flutuante, variando entre 11 e 27, sendo o de menor número o relatado em julho de 2021. Comparando-se apenas os dados dos meses de maio e de julho de 2021 pode-se ter uma ampla ideia da variação ou flutuação de associados. Com dados obtidos em maio de 2021, Mattos (2021) mencionou que a ASNOV contava com 22 associados ativos, dos quais 16 mulheres (72,7%) com idades entre 18 e 62 anos, enquanto em julho, o número que nos foi relatado foi de apenas 11 associados, ou seja, metade do que havia apenas dois meses antes. Em abril de 2022 a ASNOV nos relatou a existência de apenas 14 associados ativos.

Esse percentual de mulheres entre os associados da ASNOV de 63 e 72,7% reportados, respectivamente, por Steiner et al. (2006) e Mattos (2021), assemelha-se aos 70% descritos em nível nacional (MNCR, 2020). Porém, um pouco inferior aos 80% descritos por Rosa (2014) para uma cooperativa na cidade de Franca/SP. Consideramos que maiores estudos são necessários para melhor compreensão das razões e da importância dessa prevalência feminina dentre os membros da ASNOV, sobretudo no tocante ao papel dessas mulheres no sustento econômico e estabilidade estrutural das famílias, inclusive no aspecto emocional. Nesse sentido, a realidade da ASNOV em Pernambuco parece semelhante à descrita por Rosa (2014) em São Paulo quando destacou que no aspecto econômico, a própria renda auferida pelo trabalho na reciclagem compunha a maior ou a total renda familiar para 72% das catadoras, fazendo destas o arrimo de suas famílias. Já Mattos (2021) mencionou que a quase totalidade dos associados da ASNOV, dos quais 72,7% de mulheres, são os arrimos das famílias ou, no mínimo, contribuem significativamente com o sustento das mesmas, sendo esses recursos provenientes da comercialização dos recicláveis e, também, dos auxílios financeiros públicos, em especial a Bolsa Família, atual Auxílio Brasil.

Além da variabilidade no número de membros ativos, o nível de instrução e escolaridade dos associados da ASNOV merece ser abordado. Diferentes estudos indicam que os catadores de material reciclável no Brasil são, em sua maioria, analfabetos ou semianalfabetos e muitos com idade avançada e potencialmente inadequada com o esforço físico e emocional requerido pela atividade (MAGERA, 2003; MEDEIROS & MACEDO, 2006; DEMAJOROVIC & LIMA, 2013). Medeiros & Macedo (2006) relatam a idade dos catadores variando entre 30 e 60 anos, enquanto na ASNOV, segundo Mattos (2021), variou 18 a 62. Embora sejam dados semelhantes na idade mais alta (60 *versus* 62), consideramos as idades mínimas discrepantes

(18 *versus* 30), já que nessa idade (18) é desejável e esperado que os cidadãos estejam frequentando o ensino médio ou universitário, ou ingressando no mercado de trabalho formal.

Semelhante à média nacional, a ASNOV também conta com uma maioria de membros analfabeta ou semianalfabeta, possuindo apenas conhecimento básico para efetuar operações de soma e subtração, ainda que de forma limitada (MATTOS, 2021). Segundo Alencar & Santos (2014), 45% dos catadores da ASNOV cadastrados em 2014 eram analfabetos e apenas 19% informaram que eram efetivamente alfabetizados. Contudo, esses autores ressaltaram que os catadores que se intitulam como alfabetizados não apresentam fluida leitura e geralmente escrevem o próprio nome com grande dificuldade na escrita, caracterizando-os como analfabetos funcionais. Em nossa experiência com esses catadores identificamos que, talvez por sentimento de vergonha, aqueles que sabem escrever o próprio nome se autointitulam como alfabetizados, o que dificulta a identificação dessa realidade. Certamente essa falta de instrução reflete diretamente na perda de memória e registro do histórico financeiro da instituição, dos bens e aportes recebidos, situação já mencionada, mas também interfere significativamente na atual gestão administrativo-financeira (MATTOS, 2021) e conseqüente renda, tornando-os também mais susceptíveis a diversos tipos de erros administrativos, perda de oportunidades, golpes e fraudes. Nesse sentido, já foram repetidamente informadas oralmente, pelos associados, situações em que eles se consideram vítimas de negociações que classificaram como sendo desvantajosas e fora do acordado, sendo difícil saber o quanto dessas situações se deveriam a essa dificuldade de com a alfabetização. Tais situações também constam em atas de várias Assembleias da ASNOV, nas quais se subentendem que, supostamente, a associação foi enganada por prestadores de serviços, compradores de material processado ou vendedores de equipamentos. Há ainda pelo menos um processo judicial no 1º Juizado Cível de Garanhuns, tratando da não entrega de equipamento adquirido e pago pela ASNOV.

Acreditamos, portanto, que essa somatória perversa de baixa remuneração e baixa instrução e escolaridade se retroalimentam de forma a perpetuar a situação de miserabilidade dos catadores não apenas dos associados à ASNOV, mas de forma geral. A baixa instrução, que também é relatada como preponderante em catadores em todo o Brasil (MAGERA, 2003; MEDEIROS & MACEDO, 2006; DEMAJOROVIC & LIMA, 2013), dificulta sobremaneira a gestão, sobretudo financeira, mas também a confecção de relatórios, recibos, balancetes, ofícios e demais documentos, o que interfere negativamente na consecução de convênios e parcerias. Também explica o porquê de, apesar dos vários apoios pontuais e outros mais duradouros junto à ASNOV, inclusive com o fornecimento de infraestrutura física e equipamentos, esses recursos

não sanaram as dificuldades gerenciais e sociais da Associação e não promoveram melhoria da qualidade de vida nem significativa e nem duradoura.

Nessa mesma linha, Mattos (2021) destacou que mesmo com esses apoios, a má gestão técnica e a falta de controle administrativo-financeiro dos recursos desencadearam a perda de praticamente todos os bens/equipamentos adquiridos ao longo dos anos. Para esse autor, apesar da experiência ter ensinado algumas necessidades para parte dos associados, não foi possível para eles compreenderem e, menos ainda, executarem práticas de gestão, ocasionando essa perda de equipamentos por falta de manutenção, falta de recursos para pagamento de despesas fixas, falta de reserva de recursos para contornar as depreciações, pagamento de taxas e impostos etc., sendo constante o endividamento da associação e dos associados.

Conforme já citado, houve momentos pontuais de aporte direto de recursos na ASNOV, sob a forma de equipamentos ou mesmo um “apadrinhamento”, como ocorrido pelo Projeto Recicla Pernambuco. Porém, os projetos quase não promoveram ganhos que eliminassem ou dirimissem os limitantes estruturais presentes de longa data, como a falta de equipamentos e estruturas de proteção coletiva, as dificuldades de calçamento da entrada e do acesso de caminhões ao galpão e nem da falta de piso cimentado/concretado nas áreas de trabalho e deposição de materiais. Também não houve implantação de um sistema de drenagem no piso que evite a contaminação ambiental pelos resíduos dos materiais trabalhados e nem a aquisição ou construção de estruturas adequadas de disposição temporária dos resíduos potencialmente contaminantes, dentre outros problemas estruturais, como as graves deficiências no sistema hidráulico e elétrico. Essas deficiências estruturais não apenas prejudicam a saúde dos trabalhadores, mas também impossibilitaram, e ainda impossibilitam, a ASNOV de cumprir as exigências dos órgãos reguladores a fim de obter a necessária e obrigatória licença ambiental. Por sua vez, sem a licença ambiental os grandes geradores informam impossibilidade de destinar seus materiais para a ASNOV, em função das exigências legais para cumprimento dos Planos de Gerenciamento de Resíduos, bem como das exigências das certificações, o que retroalimenta as dificuldades da ASNOV no recebimento de materiais diretamente das empresas, principalmente as de maior porte.

Esses projetos, de forma geral, também foram tímidos nas ações de organização e treinamento gerencial dos associados e/ou de seus familiares na mesma proporção dos aportes de equipamentos. Como exemplo, o Recicla Pernambuco promoveu substancial aporte de equipamentos, como um caminhão, triciclo motorizado, balança, prensa, equipamentos de proteção individual, bem como fardamento. Também custeou um técnico para atuar como apoio

das atividades financeiras da ASNOV, mas não para atuar de forma integral na Associação e, também, não direcionado a capacitar, educar ou transmitir os conhecimentos gerenciais aos associados ou seus familiares para que esses pudessem assumir as funções gerenciais da associação. Os catadores informaram, também, que houve muita alternância de técnicos durante os anos de projeto, havendo alguns mais ou menos presentes e com maior ou menor afinidade com a associação e com os associados. Mattos (2021) identificou que o foco da atuação dos técnicos contratados foi o de obter dados de produção e outros para a prestação de contas dos recursos. Relatou que, segundo membros da ASNOV, não foram fornecidas cópias desses dados de produção e de prestação de contas para a associação, apesar dos associados terem assinado tais documentos em nome da instituição. Para esse autor, aparentemente, os dados coletados tiveram a finalidade principal de subsidiar a confecção publicações científicas, técnicas e apresentações de palestras/seminários.

Dessa forma, findado o projeto Recicla Pernambuco em 2016, também findou a capacidade gerencial da ASNOV, denotando, a nosso ver, evidente falha no objetivo principal do projeto, ou seja, de atingir a sustentabilidade da instituição. De forma trágica, no mesmo ano em que houve o fim do apoio gerencial da ASNOV houve o incêndio criminoso. Com isso houve a simultânea somatória da perda dos equipamentos pelo incêndio, com a perda da capacidade gerencial do fim do projeto e com o endividamento da associação e dos associados pela perda do material já vendido e pago. Mattos (2021) ressalta que a intensa desestruturação organizacional e endividamento dos membros eram ainda não contornadas até 2021, o que constatamos também no presente ano. Também é nítido, mas difícil de mensurar, o desestímulo e sentimento de fracasso decorridos dessa simultânea e repentina perda de todo o apoio gerencial, de equipamentos e do endividamento, com a apatia e conformismo de catadores que antes eram muito proativos. Ademais, recentemente os associados da ASNOV identificaram que o caminhão doado pelo projeto Recicla Pernambuco não teve sua transferência de propriedade efetuada para a Associação, como consta no Projeto, estando ainda em nome da instituição que gerenciou o projeto (ITEP). Surpreendentemente os associados relataram que não puderam efetuar recentemente a transferência do bem, pois encontra-se penhorado por dívidas trabalhistas do ITEP, dívidas estas sem qualquer relação com a ASNOV, havendo o real risco de perda definitiva do bem.

Com base em dados em nível nacional, obtidos entre os anos de 2006 e 2009, verificou-se que cerca de 60% das entidades de catadores apresentavam situação de baixa ou baixíssima eficiência produtiva (IPEA, 2017). Na mesma linha, estudando especificamente a ASNOV,

Feitosa & Silva (2018) já haviam identificado ineficiência e destacado a necessidade de avaliar e intervir na organização, objetivando ampliar o volume alcançado e, conseqüentemente, sua receita. Esses autores recomendaram avaliar se esse objetivo poderia ser alcançado através de melhor gerenciamento do processo produtivo, ou se só seria possível a partir de ações, como ampliação das instalações, contratação de mão de obra e de novos equipamentos, sendo que Mattos (2021) considerou que ambas as situações são adequadas e possíveis.

A necessidade de um gerente administrativo local e de um contador para efetuar as atividades gerenciais foi considerada por Mattos (2021) como a mais importante ação a ser efetuada e foi alvo de solicitação da ASNOV para a Prefeitura Municipal de Garanhuns, por meio do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (CODEMA), com recursos do Fundo Municipal do Meio Ambiente – FMMA (CODEMA, 2021). O apoio com recursos do FMMA para corroborar com ações de reciclagem em Garanhuns já foi aventado em diversas assembleias do CODEMA, como na ampla discussão ocorrida na 128ª Assembleia Geral Ordinária, de junho de 2018 (CODEMA, 2018) e foi considerada uma alternativa viável (MATTOS, 2021), mas ainda não efetuada. Curiosamente identificamos nos documentos da ASNOV diversos documentos/ofícios em que a própria Associação solicitou apoio gerencial para instituições entre os anos de 2004 e 2008, direcionados ao SEBRAE, SESC, diferentes secretarias da PMG, Câmara Municipal de Vereadores, Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns (AESGA), dentre outros órgãos estaduais e entidades privadas. Ao que tomamos conhecimento, apenas a AESGA atendeu parcialmente essa solicitação. Em um ofício de um vereador de Garanhuns, de novembro de 2005, entregue para a Secretaria de Assistência Social, consta a solicitação, por parte da ASNOV, a solicitação de apoio às atividades gerenciais, mas também o apoio logístico para envio de material para compradores na capita do Estado e a necessidade de regularizar a doação do terreno à associação.

A melhoria das atividades gerenciais poderá também modificar a situação atual da ASNOV de ser majoritariamente um grupo de catadores associados e, em menor escala, como entidade intermediária, pois não efetuam a melhor preparação dos materiais para venda às indústrias recicladoras (MATTOS, 2021). Assim, geralmente necessitam da intermediação de atravessadores para essa destinação final, o que reduz significativamente o preço da venda. Feitosa & Silva (2018) relatam que o papelão vendido pela ASNOV para atravessadores rendia 40% a menos do que o valor que seria pago se vendido diretamente às indústrias recicladoras. Já estudo de GRIMBERG et al (2005) revelou que, em outras localidades, os atravessadores podem obter margem de lucro de até 100%, considerando-se os preços pagos aos catadores e



os obtidos nas vendas finais. Essa venda por sobrepreço de até 100% do valor pago pelos atravessadores aos catadores também foi encontrada por Mattos (2021) e, também nos foi reportado informalmente no Município de Garanhuns, especialmente considerando que poucos atravessadores centralizam grande volume de material de diferentes fontes (FIGURA 06).

**Figura 06:** Material reciclável amplamente disposto sobre o solo em frente a um dos galpões de comerciante secundário de material reciclável (atravessador), nas margens da BR 424, em Garanhuns, Pernambuco.



**Fonte:** Os autores (2021).

Estudando diretamente a ASNOV, Feitosa & Silva (2018) destacaram que o melhor gerenciamento do processo produtivo pode promover justamente esse alcance da venda direta às indústrias, sobretudo considerando-se que a oferta de resíduos sólidos urbanos recicláveis de Garanhuns é várias dezenas de vezes superior ao então coletado e destinado pela ASNOV. Assim, consideramos que ações gerenciais que direcionem a venda direta para as indústrias é uma meta que deve, necessariamente, ser atingida para a sustentabilidade da ASNOV.

Pela experiência de acompanhamento da ASNOV, Mattos (2021) identificou que normalmente os catadores estão acostumados ao pagamento imediato pelos produtos coletados, o que acontece quando vendem aos atravessadores. Já nas cooperativas ou associações, o pagamento diário pelos produtos obtidos é substituído pelo pagamento quinzenal ou mensal.

Essa dificuldade de se adaptar ao pagamento programado em datas fixas também é citada de forma nacional por DEMAJOROVIC & LIMA (2013) como um problema, ao exigir mudança dos hábitos normais dos catadores na sua programação de uso de seus rendimentos. Mattos (2021) informou a ocorrência de situações pontuais de conflitos em função dessas diferenças de pensamento, ou seja, quando os catadores, então gestores da ASNOV, efetuam o pagamento da remuneração apenas após a concretização da venda dos produtos (“em grosso”). Desta forma, alguns associados se sentem insatisfeitos, prejudicados e, até mesmo, ludibriados, pelo que consideram como pagamento não imediato pelo serviço, especialmente quando parte desses recursos é retida para pagamento de taxas e custos fixos da Associação. Esse autor também informou que quando há momentos de baixa de rendimento da coleta ou de dificuldades de comercialização, aumentam os conflitos ou discordâncias entre os catadores, o que é agravado pela condição de vulnerabilidade social dos associados. Como consequência, eventos de desunião e venda apressada de produtos a baixos preços costumam ser frequentes, prejudicando a sustentabilidade administrativa e econômica da entidade. De forma semelhante, Ribeiro et al. (2009 – apud DEMAJOROVIC & LIMA, 2013) destacaram as dificuldades que os integrantes das cooperativas ainda encontram para resolver problemas pessoais entre eles, prejudicando os processos de tomada de decisão. Essa mesma realidade foi encontrada por nós na ASNOV.

É muito difícil efetuar mudanças nesses hábitos culturais, sobretudo considerando que os catadores são pessoas adultas e em vulnerabilidade. Assim, além da necessidade de um apoio técnico específico da Secretaria de Assistência Social, é desejável e conveniente também promover ações que visem a alfabetização dos adultos predispostos para tal, além de fomentar o conhecimento de informática e contabilidade básicas, tanto para os catadores quanto para seus familiares em idade escolar. O rigor do trabalho de catador e a baixa e inconstante remuneração determinam que apenas pessoas com menor formação e instrução e/ou pessoas sem qualquer outra possibilidade de labor ingressem no ramo, o que dificulta a obtenção de resultados nos treinamentos gerenciais, bem como amplia e promove persistência do círculo de dificuldades.

Acreditamos que as deficiências de gestão e limitações já abordadas são a principal causa dessa incapacidade de autossustentação, mas também a falta de cumprimento das legislações ambientais, em especial as que tratam de gerenciamento de resíduos sólidos. Nesse sentido uma eficiente forma de efetuar relevante melhora da renda dos catadores organizados em associações é o cumprimento das obrigações advindas da entrada em vigor da Lei Federal 12.305/2010 e estaduais 13.047/2006 e 14.236/2010, juntamente com seus Decretos regulamentadores. A obrigatoriedade da implementação dos Planos de Gerenciamento de

Resíduos Sólidos (PGRS) por parte das pessoas jurídicas públicas e privadas, bem como a preferência de destinação legal estabelecida às associações e/ou cooperativas formadas por pessoas de famílias de baixa renda, por si só, permitiria significativa e duradoura melhoria na renda de catadores de recicláveis, sejam eles da ASNOV ou não, o que poderia, em tese, desvencilhar da necessidade de qualquer investimento público direto para a ASNOV.

Em nível de legislação e normas municipais, a partir do Decreto Municipal 028/2012 entrou em vigor o “Plano de Inclusão de Catadores” a ele anexo. Assim, as ações previstas no referido Plano deveriam de fato ter sido implantadas, não sendo, portanto, um favor ou um apoio voluntário dos gestores, mas sim uma obrigação legal a ser cumprida. O mesmo vale para o cumprimento do disposto nas demais legislações pertinentes, inclusive os planos Estadual e Federal de Resíduos Sólidos.

Corroborando com essa obrigação legal, o estudo de caracterização de Resíduo Sólido Urbano (RSU) realizado por Barreto et al. (2015) no Aterro Sanitário de Garanhuns evidenciou a necessidade de fortalecer a cadeia de reciclagem de papel e papelão, plásticos, vidros e têxteis em Garanhuns, recomendando a implantação políticas públicas de gestão de resíduos sólidos para essa necessidade. De forma semelhante, estudo realizado na ASNOV em 2016 por Feitosa & Silva (2018) considerou necessário o fortalecimento da participação da população e de organizações locais no sistema de coleta seletiva. As autoras deram destaque à necessidade de apoio maior e mais contundente do poder público municipal à ASNOV sugerindo a disponibilização de infraestrutura adequada e apoio financeiro capazes de garantir a sua sustentabilidade. Importante salientar que esse estudo foi efetuado antes das instalações da ASNOV sofrerem o incêndio, ou seja, antes da significativa piora das condições estruturais, laborais e de endividamento.

Para favorecer a atuação dos atores públicos responsáveis pela fiscalização e controle municipais e para orientar as pessoas jurídicas na destinação correta de resíduos, o CODEMA editou e publicou a Resolução CODEMA nº 06/2018 que estabeleceu e normatizou a obrigatoriedade do atendimento da logística reversa, destinação e disposição final adequadas para os resíduos reaproveitáveis originados de atividades comerciais, industriais e da produção agropecuária no âmbito do Licenciamento Ambiental Municipal. O cumprimento por parte das instituições públicas e privadas das legislações precitadas e da resolução CODEMA nº 06/2018 seriam suficientes, por si só, para promover uma significativa melhora das condições de ocupação e renda de catadores de material reciclável, incluindo a ASNOV e, conforme já mencionado, sem a necessidade de qualquer investimento adicional.

No tocante à sensibilização e educação ambientais da população, apesar de haver bons e relevantes projetos no âmbito municipal, esses geralmente se dão por meio de ações isoladas de professores e/ou escolas e algumas ações pontuais de algumas secretarias municipais. Ou seja, ocorrem de forma descentralizada, sem a efetivação de um programa mais continuado, articulado, direcionado e coordenado a esse fim. Nesse sentido, Lima & Miranda (2015) relataram que 64% da comunidade de uma escola que pratica educação ambiental em Garanhuns e da população do seu entorno desconhece a existência da coleta seletiva no município e que mais de 80% desse público afirma nunca ter recebido informações do poder público local acerca do tema, o que demonstra alcance limitado das práticas atuais de educação ambiental nessa temática. Essa conscientização ambiental sobre os resíduos não só permitiria um fortalecimento direto do sistema de coleta por meio do reconhecimento e da maior destinação de materiais recicláveis domiciliares aos catadores como também permitiria um fomento indireto a conscientização dos funcionários e gestores de empresas e instituições públicas e privadas, tendendo a, em médio e longo prazos, promover maior sustentabilidade à cadeia logística. As restrições ocasionadas pela Pandemia do Novo Coronavírus (COVID-19) agravaram ainda mais a situação ao restringir atividades escolares e, também, o contato entre catadores, população e empresas, em função do distanciamento social.

Por fim, consideramos que a PMG deve avaliar a necessidade de remuneração pelos serviços ambientais prestados pelos catadores de material reciclável, uma vez que efetuam um relevante serviço público de coleta e destinação de resíduo sólido urbano de forma alternativa à deposição no aterro sanitário, com benefícios sociais, ambientais e econômicos ao município. Quanto a esse último aspecto - o econômico - pode-se inferir diretamente sobre os custos da limpeza urbana, já que cada tonelada de material reciclada pelos catadores é uma tonelada a menos que o município gasta de recursos públicos para coletar, transportar, dispor e manter indefinidamente no Aterro Sanitário, o que configura uma desoneração real. Desta forma nada mais justo do que retribuir aos catadores por seus serviços executados, da mesma forma que se remuneram as empresas que prestam o serviço contratado de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, uma vez que se trata de mesma atividade. Ou seja, a entidade de catadores (cooperativa e/ou associação) receberia o recurso equivalente ao da desoneração do pagamento por serviços limpeza urbana prestados por pessoa jurídica no município de Garanhuns. Mattos (2021) reporta que propostas de projetos de lei com essa finalidade foram, por mais de uma vez, encaminhados ao Legislativo, em 2009 e em 2018, sem haver ciência de que tenha havido suas tramitações.

## CONCLUSÕES

A ASNOV, única associação de catadores de materiais recicláveis formada por famílias de baixa renda que atua formalmente em Garanhuns, já foi objeto de muitos apoios e projetos, com dispêndio de expressivos recursos. No entanto, passados 21 anos de sua existência formal, com ingresso e saída de muitas pessoas e tendo passado por várias gestões, a ASNOV ainda não foi capaz de atingir sua sustentabilidade econômica.

Os recursos investidos na ASNOV sob a forma de equipamentos e materiais foram quase todos perdidos em, relativamente, pouco tempo, de forma que resta comprovado que apenas fornecer as estruturas não é suficiente para efetivamente melhorar a qualidade de vida dos catadores.

Desta forma, é necessário que essas experiências negativas e positivas sirvam de base para as todos os novos investimentos que se façam em apoio direto à associação estejam, indissociavelmente, vinculados ao apoio e treinamento gerencial com a finalidade de evitar que os recursos econômicos e de pessoal dispendidos não sejam, novamente, perdidos integralmente.

Além disso, o Executivo Municipal de Garanhuns necessita fortemente cumprir o disposto nas legislações federais, estaduais e municipais de resíduos sólidos, o que faz hoje timidamente, já que não dispõe de sistema efetivo de coleta e destinação de materiais recicláveis nem de tratamento de resíduos orgânicos por compostagem. Também não promove o pleno e adequado apoio às associações de catadores formadas por famílias de baixa renda de que dispõe as legislações federais e estaduais em vigor, nem as intermediações entre essas associações e o setor produtivo, sobretudo na exigência, quando do licenciamento ambiental, de cumprimento da criação e execução dos PGRS. Consideramos que esse não cumprimento da legislação em vigor e não cobrança dos PGRS das empresas é um agravante para as condições sociais dos catadores, um desestímulo para a geração de ocupação e renda e um grande prejuízo ambiental e econômico ao promover gasto de recursos públicos desnecessários, o que é sugere a possibilidade de responsabilização dos gestores por improbidade.

Por fim, também é necessário implementar uma forma justa de remuneração pelos serviços ambientais prestados pelos catadores de forma a favorecer a melhoria da qualidade de vida dessa expressiva parcela da população, com reflexos benéficos também nos âmbitos econômico, social e ambiental.

## REFERÊNCIAS

- PERNAMBUCO. Assembleia Legislativa do Estado. **Lixo – Aurora destaca coleta seletiva.** Publicado em 02/09/2005. Disponível em: <<https://www.alepe.pe.gov.br/2005/09/02/lixo-aurora-destaca-coleta-seletiva>>. Acesso em 15/07/2021.
- ALENCAR, B. S.; SANTOS, R. M. M. *Avaliação do Modelo de Coleta Seletiva no Município de Garanhuns/PE, Brasil.* In: El-Deir; Soraya Giovanetti (orgs). Resíduos sólidos: perspectivas e desafios para a gestão integrada. Recife: EDUFRPE, p. 174-183, 2014.
- ALENCAR, B. S. *Avaliação da coleta seletiva com organização de catadores de materiais recicláveis: estudo de caso do projeto Recicla Pernambuco.* In: Gina Ripzpah Besen; Luciana Freitas e Pedro Roberto Jacobi (Org.). Política Nacional de Resíduos Sólidos: Implementação e Monitoramento de Resíduos Urbanos. São Paulo, IEE USP:OPNRS, p.143-152. 2017.
- BARRETO, E. V.; MELO, E. S. R. L.; ALCÂNTARA, G. F. Análise de composição de resíduos sólidos urbanos como instrumento de gestão em política pública de saneamento. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTA, 6. 2015. Porto Alegre. **Anais...**, Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), 2015, p.1-6.
- BRASIL. **Observatório das Famílias. Fatos e Números. Famílias e filhos no Brasil.** Secretaria Nacional da Família. Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos. 2021. 9p. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdh/pt-br/navegue-por-temas/observatorio-nacional-da-familia/fatos-e-numeros/familias-e-filhos-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 12/12/2021.
- CODEMA. Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Garanhuns. **Ata da 128 Assembleia Geral Ordinária de junho de 2018.** Diário Oficial dos Municípios do Estado de Pernambuco de 11/06/2018. 2018. Disponível em: <<http://www.diariomunicipal.com.br/amupe>>. Acesso em 11/06/2021.
- CODEMA. Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Garanhuns. **Ata da 159 Assembleia Geral Ordinária de julho de 2021.** 2021. Disponível em: <<http://www.diariomunicipal.com.br/amupe>>. 3p. Acesso em: 11/06/2021.
- COLETIVO DULCINÉIA CATADORA. **O Coletivo Dulcinéia Catadora.** 2021. Disponível em: <<http://www.dulcineiacatadora.com.br>>. 3p. Acesso em: 08/05/2021.
- DEMAJOROVIC, J.; LIMA, M. *Cadeia de Reciclagem: um olhar para os catadores.* SENAC. São Paulo. 2013. Edições SESC. 155p.
- ETHOS. **Vínculos de Negócios Sustentáveis em Resíduos Sólidos (Catálogo).** Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social. São Paulo, 2007.30p. <[https://www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2012/12/04\\_.pdf](https://www3.ethos.org.br/wp-content/uploads/2012/12/04_.pdf)>. Acesso em: 08/05/2021.
- ECONORDESTE. **Projeto Fenix: das cinzas à dignidade.** Proposta de Trabalho submetida ao chamamento 2019-2020 para a formação de Banco de Projetos do Fundo de Defesa de Direitos Difusos do Ministério da Justiça. 7p. Cadastrado em 17 de outubro de 2018.
- FEITOSA, I. S. C. S; SILVA, G.L. Análise do processo produtivo e capacidade operacional de uma organização de coleta seletiva de resíduos sólidos. - estudo de caso ASNOV Garanhuns. **Revista Produção Online.** Florianópolis, SC, v. 18, n. 4, p. 1344-1373, 2018.

GARANHUNS. **Coleta Seletiva**. Participe. Documento (panfleto) de divulgação da coleta seletiva no município de Garanhuns. 2006.

GARANHUNS. **Coleta seletiva é implantada no distrito de Iratama**. 2015. Disponível em: <<https://garanhuns.pe.gov.br/coleta-seletiva-e-implantada-no-distrito-de-iratama/>>. Acesso em: 12/07/2021.

GRIMBERG, E.; TUSZEL, L.; GOLDFARB, Y. Gestão sustentável de resíduos sólidos e inclusão social: estudo de caso sobre as cooperativas das centrais de triagem do Programa Coleta Seletiva Solidária da cidade de São Paulo. 2005. Disponível em: <<http://www.institutopolis.org.br/download/80.pdf>>. Acesso em: 12/12/ 2021.

G1 CARUARU. Incêndio destrói 30 toneladas de materiais recicláveis em Garanhuns. **Globo.com**. 2016. Disponível em <<http://g1.globo.com/pe/caruaru-regiao/noticia/2016/11/incendio-destroi-30-toneladas-de-materiais-reciclaveis-em-garanhuns.html>>. Acesso em: 15/07/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades e Estados**. Garanhuns. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/garanhuns.html>; Acesso em: 10/12/2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. IPEA. **Organização coletiva de catadores de material reciclável no brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária**. Sandro Pereira Silva (Org.). Texto para Discussão 2268. Rio de Janeiro, 2017. 48p.

LIMA, S. M. P.; MIRANDA, M. H. R. Prática docente, pesquisa e iniciação científica: um olhar para questões ambientais na escola pública. **Ambivalências**, v.3, n.6, p.237-254. 2015.

MAGERA, M. **Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade**. Campinas. Átomo, 2003. 185p.

MATTOS, M. R. F. **Relatório Preliminar da gestão de resíduos pela ASNOV**. Documento integrante do Procedimento Administrativo (PA) n. 02088.000.060/2021 – Política e Gestão dos resíduos sólidos no Município de Garanhuns do Ministério Público de Pernambuco (MPPE), Promotoria de Justiça de Garanhuns (PE). 22p. Datado de 16 de junho de 2021.

MEDEIROS, M. L. F.; MACEDO, K. B. Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência? **Psicologia & Sociedade**, v.18, n. 2, p. 62-71, 2006.

MNCR. Quantos catadores existem em atividade no Brasil? **Movimento Nacional dos Catadores(as) de Materiais Recicláveis - MNCR**. Publicação de 14/09/2020. Disponível em: <<http://www.mncr.org.br/sobre-o-mncr/duvidas-frequentes/quantos-catadores-existem-em-atividade-no-brasil>>. Acesso em: 20/07/2021.

PERNAMBUCO. Ministério Público de, 3ª Promotoria de Justiça Cível da Comarca de Garanhuns. **Ata de Audiência Pública em Garanhuns**. Realizada no dia 08/05/2006.

PERNAMBUCO. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco**. Recife. 2012. 306p. Disponível em: <[www.semam.pe.gov.br](http://www.semam.pe.gov.br)>. Acesso em: 15/07/2021

PERNAMBUCO. Secretaria das Cidades. **Plano de Resíduos Sólidos da Região de Desenvolvimento Metropolitana de Pernambuco, incluindo Programa de Coleta Seletiva. Produto 05.** Programa de Coleta Seletiva da RDM/PE. Caruso JR LTDA. Recife. 2018. 88p. Disponível em: [https://www.lai.pe.gov.br/wp-content/uploads/sites/108/2019/09/Produto-5\\_Programa-de-Coleta-Seletiva.pdf](https://www.lai.pe.gov.br/wp-content/uploads/sites/108/2019/09/Produto-5_Programa-de-Coleta-Seletiva.pdf). Acesso em: 15/07/2021

RIBEIRO, H. et al. **Coleta seletiva com inclusão social: cooperativismo e sustentabilidade.** (Coleção Cidadania e Meio Ambiente). Annablume. São Paulo, 2009. 114p.

ROSA, B. O. Mulheres invisíveis: identidade das catadoras de materiais recicláveis. *Gênero*, v.14. n.2, 2014. p.91-104. Disponível em: <<https://periodicos.uff.br/revistagenero/article/download/31191/18280/106462>>. Acesso em: 10/08/2021.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Município de Garanhuns.** Recife. Pernambuco. (Sectma) & Geosistemas, 2006.

SIDRA-IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática** – SIDRA. Pesquisa de Orçamentos Familiares, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6977#resultado>>. Acesso em 12/12/2021.

STEINER, A.; SILVA, P.M.; SANTOS, J.O.; ARAÚJO, A. Definições e interpretações de Meio Ambiente e Natureza por catadores de material reciclável de uma associação de Garanhuns, Pernambuco. **OLAM Ciência & Tecnologia**, v.6. n. 1. p. 35-47. 2006.

VT. Vara do Trabalho de Garanhuns promove entrega de prensa e EPIs para associação de catadores. **Tribunal Regional do Trabalho da 6ª Região.** Publicado em 18/10/2018. Disponível em: <<https://www.trt6.jus.br/portal/noticias/2018/10/18/vt-de-garanhuns-promove-entrega-de-prensa-e-epis-para-associacao-de-catadores>>. Acessada em: 05/05/2021.



# CAPÍTULO 19

## RIO SÃO FRANCISCO EM PETROLINA - PE E JUAZEIRO - BA: ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA UTILIZADA NA AGRICULTURA IRRIGADA

Mary Ann Saraiva Bezerra Fornelos Pereira  
Melina Fernanda Silva Costa

### RESUMO

A necessidade em se conhecer a qualidade da água do rio São Francisco reflete a importância desse corpo hídrico, responsável pelo sucesso da agricultura irrigada do polo Petrolina - PE e Juazeiro - BA, além da formação de diversas comunidades que existem em razão dele. O rio São Francisco é fonte de sobrevivência para com aqueles que utilizam suas águas na agricultura, navegabilidade e geração de energia. O presente trabalho objetivou analisar amostras de água do rio sob parâmetros físicos, químicos e microbiológico em 6 pontos de coleta na área de estudo. Os parâmetros que estiveram acima do recomendado pela Resolução do CONAMA de nº 257/05 para um corpo de água doce de Classe I foram: Fósforo Total, D.B.O., Nitrogênio Amoniacal, Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli*, Chumbo, Ferro e Óleos e Graxas. Tais parâmetros indicam um “status” de poluição do rio São Francisco, devendo todos os envolvidos colaborar para a conservação da qualidade da água do rio nos municípios de Petrolina - PE e Juazeiro - BA, garantindo seus usos múltiplos, sobretudo na agricultura irrigada, uma vez que alguns desses contaminantes são muito danosos à saúde humana, pois ficam bioacumulados nos alimentos produzidos no polo irrigado de Petrolina - PE e Juazeiro - BA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da água, Impacto ambiental, CONAMA.

### INTRODUÇÃO

Há uma urgente necessidade em se conhecer a qualidade da água do rio São Francisco no polo Petrolina - PE e Juazeiro - BA, pela importância de seus usos múltiplos, com destaque para: abastecimento, agricultura irrigada, navegabilidade e geração de energia.

O rio São Francisco possui uma extensão estimada em 2.700 km, e uma vazão média anual de  $2.980 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , com volume médio anual da ordem de 94 bilhões de  $\text{m}^3$  lançados no Oceano Atlântico. A área de drenagem é de  $640.000 \text{ km}^2$ , que representa 7,5% do território nacional; 83% da área da Bacia distribuem-se nos Estados de Minas Gerais e Bahia, 16% nos estados de Pernambuco, Alagoas e Sergipe e, o restante, 1%, no Estado de Goiás e Distrito Federal (SILVA; GALVÍNCIO; ALMEIDA, 2010).

A água é um dos recursos naturais mais importantes do planeta por constituir a matéria predominante nos organismos vivos e, lamentavelmente, vem sendo alterada com as mudanças

demográficas, a velocidade e a extensão da globalização e com o desenvolvimento socioeconômico impulsionado pelo avanço tecnológico. Esses fatores têm sido observados como preponderantes para o aumento da demanda sobre os recursos hídricos, refletindo na sua escassez e na deterioração dos mananciais (VASCONCELOS; SOUZA, 2011).

Como a água era considerada pelo homem como um recurso inesgotável, não existia a preocupação de fazer um uso sustentável. Dessa maneira, com o passar dos anos, problemas ambientais foram se acumulando nos mananciais aquáticos, parte pela omissão de governos, parte pelas ações das pessoas. Hoje, a água própria para uso humano é um bem escasso no planeta e seu uso é objeto de discussão e permanente preocupação.

De acordo com Lucas; Folegatti; Duarte (2010) o grande desafio da humanidade no início do novo milênio vai ser conviver com a baixa disponibilidade de água causada pelo uso excessivo e poluição dos corpos hídricos. O uso do monitoramento é uma forma de se conhecer a qualidade da água para se obter informações necessárias ao gerenciamento e ações de intervenções para recuperação ou preservação dos mananciais garantindo a sustentabilidade dos ecossistemas.

Porém, a agricultura existe em função da água; a agricultura irrigada prescinde de corpos hídricos com baixos índices de poluição, sob risco de contaminar os alimentos e comprometer a saúde humana. No polo Petrolina - PE e Juazeiro - BA, de acordo com Ornellas (2014) em 2013 exportou 145 mil toneladas de uva e de manga para o seleto mercado internacional, tal contaminação pode comprometer a obtenção de selos de qualidade ambiental e segurança alimentar, exigidos pelos países importadores para que as frutas produzidas no Vale do São Francisco tenham acesso ao mercado internacional.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

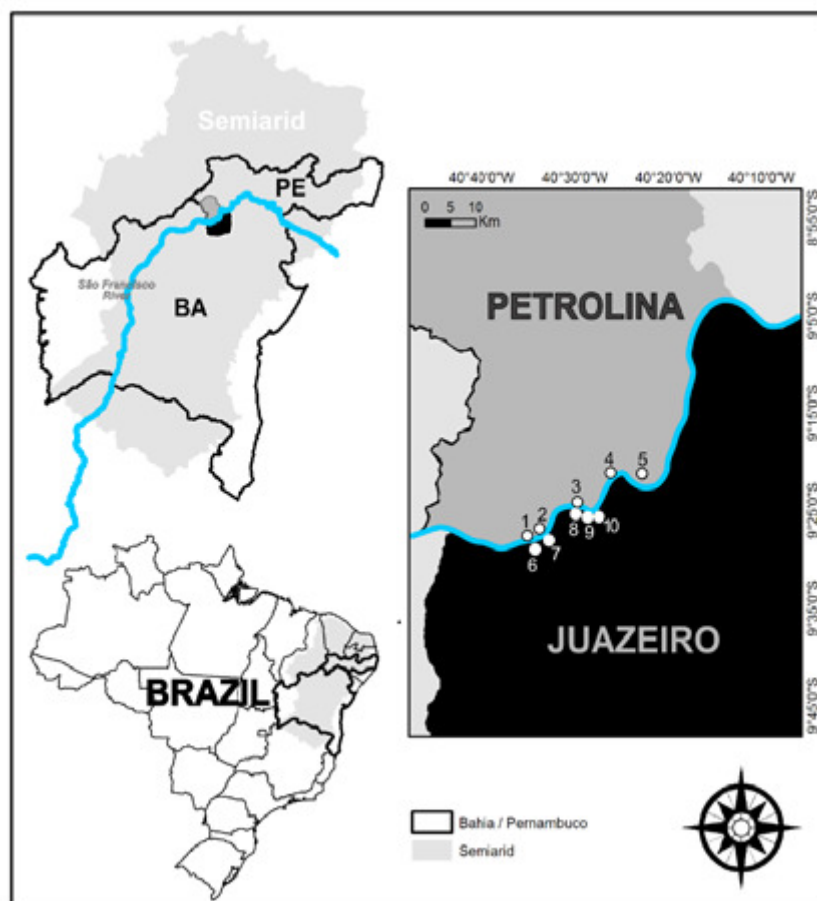
A área de pesquisa de análise de parâmetros físico-químicos e biológicos da água do rio São Francisco está compreendida entre os paralelos 09° 24' 08,6" e 09° 20' 24,6" em Petrolina - PE e 09° 24' 34,8" e 09° 25' 07,3" em Juazeiro - BA.

Os municípios de Juazeiro e Petrolina formam um importante polo agroeconômico do estado da Bahia e Pernambuco, respectivamente. Ambos fazem parte do designado Submédio São Francisco e juntos possuem uma população de aproximadamente 508.710 habitantes (IBGE, 2013). Estão inseridos no semiárido do nordeste brasileiro, cujo clima predominante é do tipo Bsw<sup>h</sup> conforme a classificação de Köppen.

## Zonas de monitoramento ambiental para coleta de água

As Zonas de Monitoramento Ambiental estabelecidas foram definidas como 6 zonas de monitoramento ambiental (3 na margem esquerda e 3 na margem direita), conforme Figura 1.

**Figura 1:** Mapa dos pontos de amostragem da água do rio São Francisco nos municípios de Petrolina - PE e Juazeiro - BA, 2015.



Fonte: Ellori Mota, 2016.

Foi utilizado o GPS (Global Position System) portátil, de marca Garmin, para se estabelecer com precisão geográfica os pontos de amostragens ou de observações em cada um dos setores que margeavam pela direita e pela esquerda o rio São Francisco, conforme posicionados na Figura 1.

As 6 zonas de monitoramento ambiental da qualidade da água foram localizadas 3 em cada município, sendo 1 amostragem na área urbana e 2 nas áreas rurais da margem esquerda (Petrolina - PE) e 1 amostragem na área urbana e 2 nas áreas rurais da margem direita (Juazeiro - BA). As zonas foram numeradas de modo a facilitar a identificação das duas margens do rio (Tabela 1).

**Tabela 1:** Caracterização das Zonas de Monitoramento Ambiental (Z.M.A.), locais de coleta de águas nas margens esquerda e direita do rio São Francisco, 2015.

Zonas de Monitoramento Ambiental (Z.M.A.)	Distância entre os pontos (Km)	Nome da área	Pontos de georreferenciamento	Áreas
P1	2,50	Roçado - PE	S 09° 27' 55,09" W 40° 35' 24,08"	Rural
P2	10,60	Orla - PE	S 09° 24' 28,08" W 40° 29' 76,07"	Urbano
P3	11,90	Serrote do Urubu - PE	S 09° 21' 19,03" W 40° 23' 48,01"	Rural
P4	2,50	Rodeadouro - BA	S 09° 28' 14,01" W 40° 34' 30,03"	Rural
P5	10,12	Orla - BA	S 09° 24' 57,04" W 40° 30' 24,07"	Urbana
P6	4,40	Ponto do Esgoto - BA	S 09° 25' 29,09" W 40° 28' 00,36"	Rural

Fonte: Autor, 2015.

### Coleta e análise de amostras de água do Rio São Francisco

A coleta foi realizada conforme preconizado, fazendo-se a pré-lavagem dos recipientes com água dos pontos de coleta (zonas de monitoramento). Usou-se garrafas de polietileno (1000 mL) para as análises de natureza físico-química e recipiente de vidro (250 mL) para as análises microbiológicas e de metais, a uma profundidade média de coleta de 0,15cm. Assim, em cada um dos seis pontos coletou-se uma amostra de 1000 mL e uma amostra de 250 mL. Em seguida, as amostras foram conduzidas ao laboratório do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) em Petrolina-PE para realização das análises.

Os parâmetros analisados compreenderam: D.Q.O (Demanda Química de Oxigênio), Fósforo Total, Cloretos Totais, Sulfatos, D.B.O5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido – OD, Condutividade Elétrica, pH, Cor Aparente, Turbidez, Sólidos Totais, Nitrogênio – Amoniacal, Nitrogênio – Nitratos, Nitrogênio – Nitritos, Coliformes Totais TM (águas), Coliformes Termotolerantes TM (águas), *Escherichia coli* TM (águas), *Salmonellaspp*, Cromo (Cr) Total, Cobre (Cu) Total, Manganês (Mn) Total, Zinco (Zn) Total, Ferro (Fe) Total e Cádmio (Cd) Total. Foram adotadas as metodologias.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos das análises físicas, químicas e microbiológicas da água das margens direita e esquerda do rio São Francisco estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Características físico-químicas e biológicas da água do rio São Francisco, em Petrolina -PE e Juazeiro - BA, 2015.

Característica Analisadas	Unid.	Limite de Quantificação	Zonas de monitoramento ambiental						Limite Aceitável	Método de Determinação
			Petrolina - PE			Juazeiro - BA				
			P1	P2	P3	P4	P5	P6		
D.Q.O (Demanda Química de Oxigênio)	mg/L	0	287,5	245,0	245,0	295,0	315,0	272,5	-	SM 5220D
Óleos e Graxas Totais	mg/L	0	3,0	2,9	1,8	3,1	3,4	1,9	Ausência	SMWW-550B
Fósforo total	mg/L	0	0,08	0,13	0,09	0,14	0,12	0,50	0,030 máx.	SMEWW 4500/E ME-3.19.19
Cloretos Totais	mg/L Cl	0,57	6,84	18,10	12,23	5,87	12,23	66,53	250 máx.	ME-3.19.11 (SMEWW 4500-Cl-B)
Sulfatos	-	-	3,08	15,18	4,32	4,81	19,50	56,91	250 máx.	SM-4500 SO4
D.B.O5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio)	mg/L O2	0	5,0	5,0	10,0	45,0	5,0	5,0	5 máx.	SMWW 22ª ed. 2013 (5210B)
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/L O	0	7,8	7,3	7,5	7,2	8,8	7,2	Maior que 6,0	SMWW 4500 O C
Condutividade Elétrica	µS/cm	0	93,9	162,2	122,5	96,1	194,4	537,0	-	SMEWW-2510
pH	-	-	8,09	6,71	7,17	7,0	6,96	6,94	6,0 – 9,0	ME-3.19.15 (SMEWW - 4500 H+B)
Cor Aparente	mg/Pt-Co/L	2,0	8,0	22,0	7,0	27,0	15,0	53,0	-	ME-3.19.18 (SMEWW 2120A/B)
Turbidez	NTU	0,02	5,35	10,7	2,68	9,72	7,28	23,7	100 máx.	ME-3.19.19 (SMEWW-2130B)
Sólidos Totais	mg/L	0	99,0	132,0	96,0	94,0	116,0	350,0	500 máx.	ME-3.19.24 (SMEWW-2540)
Nitrogênio – Amoniacal	mg/L-N NH3	0	1,12	1,68	1,12	1,12	1,12	4,48	2 máx.	SMEWW 4500/C
Nitrogênio - Nitratos	mg/L NO3	0	0,35	0,69	0,34	0,45	1,77	0,92	10 máx.	SMEWW 4500/B ME-3-19-39
Nitrogênio – Nitritos	mg/L NO2	0	0,05	0,05	0,04	0,06	0,08	0,10	1 máx.	SMEWW 4500/B ME-3-19-35
Coliformes Totais TM (águas)	AusênciaNMP/100mL	AusênciaNMP/100mL	1,3x10 <sup>3</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	2,3x10 <sup>3</sup>	3,5x10 <sup>4</sup>	1,7x10 <sup>4</sup>	>1,6x10 <sup>5</sup>	-	ME-3.19.01 (SMEWW 9221)
Coliformes Termotolerantes TM (águas)	AusênciaNMP/100mL	AusênciaNMP/100mL	2x10 <sup>2</sup>	4,9x10 <sup>3</sup>	4,5x10 <sup>2</sup>	1,7x10 <sup>4</sup>	7,9x10 <sup>3</sup>	>1,6x10 <sup>5</sup>	1000 máx.	SM 9221 – 3.19.01
Escherichia Coli TM (águas)	AusênciaNMP/100mL	AusênciaNMP/100mL	<1,8	<1,8	<1,8	7,9xx10 <sup>3</sup>	1,3x10 <sup>3</sup>	Ausência	1000 máx.	SM 9221 – 3.19.01
Salmonellasp	Ausência/25mL	Ausência/25mL	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	ND	Ausência	ME-3.19.06
Cromo (Cr) Total	mg/L	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	ME-3-19-31
Cobre (Cu) Total	mg/L	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,009	ME-3-19-31
Chumbo (Pb) Total	mg/L	0,005	ND	0,058	ND	ND	0,052	ND	0,01	ME-3-19-31
Manganês (Mn) Total	mg/L	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,1	ME-3-19-31
Zinco (Zn) Total	mg/L	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,18	ME-3-19-31
Ferro (Fe) Total	mg/L	0,001	0,180	0,307	0,142	0,303	0,257	0,529	0,3	ME-3-19-31
	mg/L	0,0004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,001	ME-3-19-31

Fonte: Autor, 2015.

### **D.Q.O (Demanda química de oxigênio)**

Trata-se da característica que estabelece a quantidade de oxigênio necessário para a oxidação da matéria orgânica, por meio de um agente químico (MEDEIROS et al., 2009).

Verificou-se que os valores médios encontrados oscilaram entre 245 mg L-1 à 287,5 mg L-1 de O<sub>2</sub> de Petrolina - PE situados na margem esquerda e de 272,5 mg L-1 à 315,0 mg L-1 de O<sub>2</sub> de Juazeiro - BA, situados na margem direita do rio São Francisco.

Siqueira; Aprile; Miguéis (2012), em trabalho sobre diagnóstico de qualidade de água do rio Parauapebas - PA encontraram resultados de D.Q.O. muito baixo variando de 14,40 a 59,76 mg L-1, revelando um rio com pouca carga orgânica lançada por dejetos. Assim, no parâmetro D.B.Q., o rio São Francisco já apresenta teores muito elevados.

### **Óleos e graxas totais**

Entre as contribuições negativas dos lançamentos de esgoto pelas cidades encontraram-se inúmeros poluentes industriais como os materiais graxos de origem animal, vegetal e de hidrocarbonetos originados do petróleo (PEREIRA, 2004).

O estudo revelou que em todas as Z.M.A.(s) foram detectados teores de óleos e graxas, o que revela um dado absolutamente incompatível para água de boa qualidade, considerando que como o rio São Francisco é um corpo de água doce de classe I e que a Resolução 357/05 do CONAMA determina que deve haver ausência destas substâncias para se ter limite aceitável.

Como tal, esses resultados indicam grandes impactos, principalmente, para os peixes presentes na água do rio São Francisco, afetando diretamente na sobrevivência dos ribeirinhos que se alimentam e tiram seu sustento da pesca. Esse parâmetro pode comprometer a biota do rio e sua sustentabilidade, uma vez que os óleos e graxas por terem menor densidade que a água formam uma fina lâmina sobre a água, limitando a fotossíntese, gerando consequências muito danosas ao corpo hídrico. Assim também acontece na pesquisa realizada por Maranhão (2011) que foi encontrado a presença de óleos e graxas em todos os pontos de coleta em Igarapé Val-de-Cães.

### **D. B. O. (Demanda bioquímica de oxigênio)**

A demanda bioquímica do oxigênio (DBO) é indiretamente uma maneira de se avaliar o grau de poluição de um ambiente, pois quanto maior a concentração de microrganismos, maior o consumo de oxigênio em processo de respiração pelas bactérias aeróbias (PINTO et al., 2009).

A concentração de D.B.O nos pontos amostrais variou de 5,0 mg L<sup>-1</sup> a 10 mg L<sup>-1</sup> em Petrolina - PE, estando o valor mínimo exatamente no limite aceitável pelo CONAMA nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I que é de 5 máx. e o máximo correspondendo ao dobro. Em Juazeiro - BA, os valores de D.B.O teve variação de 5,0 mg L<sup>-1</sup> a 45 mg L<sup>-1</sup>, ou seja, o valor mínimo também esteve no limite aceitável, porém, o valor máximo foi de 9 vezes a mais que o permitido pela legislação.

No rio Araguari – AP os autores Bárbara et al. (2010) também encontrou teores de D.B.O acima do limite, porém com justificativa de que os rios amazônicos são naturalmente ricos em teores de matéria orgânica e substâncias húmicas e que por isso tal comportamento não se referiria a efeitos de ações antrópicas como a atual pesquisa abordou.

### **Oxigênio dissolvido**

Os baixos valores na taxa de oxigênio dissolvido (inferior à 4mg L<sup>-1</sup>) indicam um provável consumo deste gás devido ao metabolismo microbiano, que leva ao excesso de matéria orgânica ou à depleção do oxigênio dissolvido, pois essa necessita de oxigênio para se decompor e, com isso, a biota aquática é prejudicada. Além disso, pode ocorrer um crescimento excessivo de algas, uma vez que a decomposição de matéria orgânica libera fósforo e nitrogênio na água, minerais estes que estimulam a proliferação de algas (ALMEIDA et al., 2004).

Todos os resultados para este parâmetro estiveram dentro do limite aceitável pelo CONAMA nº357/05 para um corpo de água doce de Classe I, que corresponde a valores maiores que 6,0 onde a variação foi de 7,3 mg L<sup>-1</sup> a 7,8 mg L<sup>-1</sup> na margem esquerda do rio em Petrolina-PE e de 7,2 mg L<sup>-1</sup> a 8,8 mg L<sup>-1</sup> na margem direita do rio em Juazeiro - BA.

Por se encontrar dentro do limite aceitável, o parâmetro OD não causa impacto no trecho do rio São Francisco estudado. Diferente do registrado por Lucas; Folegatti; Duarte (2010) que encontraram valores para o oxigênio dissolvido na microbacia hidrográfica do rio Piracicaba - SP de no mínimo 0,76 mg L<sup>-1</sup> a 6,80 mg L<sup>-1</sup>.

### **Fósforo total**

De acordo com Medeiros et al. (2009) teores elevados de fósforo em corpos d'água podem estar associados a lançamento de esgotos ou ao carreamento de sedimentos de terras agrícolas adubadas.

Constatou-se em todas as Z.M.A.(s) que os teores médios de fósforo encontrados estavam acima dos valores (limites) aceitáveis para um corpo de água doce de classe I.

Os valores obtidos para fósforo total muito elevado em relação ao limite aceitável da Resolução 357/05 do CONAMA deve-se provavelmente ao lançamento de esgoto bruto no rio São Francisco, e, principalmente ao carreamento dos excedentes de adubação química utilizada no polo agrícola de Petrolina - PE e Juazeiro - BA. A Z.M.A. designada Ponto de Esgoto em Juazeiro apresenta teor de fósforo total 16,6 vezes (0,5 mg L<sup>-1</sup>) maior que o limite máximo aceitável (0,03 mg L<sup>-1</sup>) enquanto as Orlas de Juazeiro e Petrolina apresentaram teores totais 4,66 e 4,3 vezes mais que o limite aceitável da Resolução CONAMA/2005.

De acordo com Queiroz (2010) em Cascavel - PR, na microbacia hidrográfica rural, o parâmetro fósforo total analisado apresentou valor máximo fora do enquadramento aceitável, sendo nesse polo agrícola paranaense de 0,36 mg L<sup>-1</sup>. Nesse contexto, os dados encontrados em Petrolina - PE e Juazeiro - BA são absolutamente elevados se comparados com outra região agrícola do país, como Cascavel - PR, cujas atividades de agronegócio são mais antigas do que no polo sanfranciscano.

### **Cloretos totais**

O teor de cloretos é um indicador de poluição por esgotos domésticos nas águas (VASCONCELOS; SOUZA, 2011).

Em todos os pontos amostrados a concentração de cloretos esteve bem abaixo do limite aceitável pelo CONAMA nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I que corresponde a 250 máx., sendo o maior valor encontrado na pesquisa o de 66,53 mg.L<sup>-1</sup> no Ponto do Esgoto, margem direita do rio. Com isso, o respectivo parâmetro não está aparentemente gerando impacto às águas de rio São Francisco, no trecho estudado.

Nesse mesmo foco, Bárbara et al. (2010) estudando o rio Araguari - AP também afirmam não ter encontrado presença de cloretos na água; em nenhum ponto os valores ultrapassaram o recomendado pela legislação

### **Sulfatos**

De acordo com Ramos et al. (2007) os sulfatos têm interesse sanitário para águas de abastecimento público por sua ação laxativa, como o sulfato de magnésio e o de sódio. Ainda, segundo os mesmos autores afirmam que o sulfato de alumínio é utilizado no tratamento químico das águas, porém, essas estão cada vez mais turvas devido à poluição dos rios.



O sulfato possui valor máximo permitido pelo CONAMA nº357/05 para um corpo de água doce de Classe I de 250 máx., em todas as coletas feitas foram detectados este parâmetro, porém em nenhum desses valores estiveram acima do limite aceitável.

Assim, também foi verificado por Carmo; Boaventura; Oliveira (2005) nas águas da Bacia hidrográfica do rio Descoberto em Brasília - DF onde os teores de sulfatos encontrados de maiores concentrações foram na época chuvosa, porém, não ultrapassaram os limites estabelecidos.

### **Condutividade elétrica**

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons (partículas carregadas eletricamente) dissolvidos na água. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. (SILVA; SOUSA; KAYANO, 2007).

A Resolução do CONAMA de nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I não especifica um limite aceitável para o parâmetro da condutividade elétrica, porém nesse trabalho foi verificada uma variação de 93,9  $0\mu\text{S cm}^{-1}$  à 162,2  $0\mu\text{S cm}^{-1}$  na margem esquerda do rio em Petrolina - PE e de 96,1  $\mu\text{Scm}^{-1}$  até 537,0  $\mu\text{Scm}^{-1}$ na, margem direita do rio em Juazeiro - BA.

Apesar de não se ter um valor como parâmetro de limite aceitável pelo CONAMA, nota-se resultados bastante altos, principalmente em Juazeiro, que possui como ponto de coleta o ponto do esgoto, como grande quantidade de fontes inorgânicas que pode ter contribuído para o resultado. Com isso, o impacto causado afeta diretamente na irrigação e avaliação indireta da salinidade onde irá prejudicar todos os ribeirinhos. Porém no rio Vacacaí os valores de condutividade elétrica analisados por Marchesan et al. (2009) variaram de 33,38 a 115,51  $0\mu\text{S/cm}$  e do Vacacaí - Mirim de 42,8 a 118,9  $0\mu\text{S/cm}$ .

### **pH**

O pH pouco ácido ou alcalino pode ser benéfico ou prejudicial a algumas espécies da fauna e flora aquática. A fauna e a flora se adaptam de acordo com o meio, mas este não pode sofrer variações bruscas, que podem causar danos desastrosos como a morte de algumas espécies de peixes e vegetação (ALMEIDA et al., 2004).

Valores de pH determinado como limite aceitável de acordo com o CONAMA nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I é de 6,0-9,0. Todos os pontos amostrados obtiveram valores enquadrados nesse intervalo com o mínimo de 6,71 e o máximo de 8,09 na margem

esquerda do rio em Petrolina - PE e uma mínima de 6,94 e máximo de 7,0 na margem direita do rio em Juazeiro - BA.

Sendo assim, nenhum impacto por meio desse parâmetro pode causar ao rio São Francisco e ribeirinhos. Para corroborar com esta pesquisa nas amostras de água analisadas por Marchesan et al. (2009) no rio Vacacaí e no rio Vacací - Mirim as amostras de água também mantiveram níveis de pH dentro da faixa estabelecida (6 a 8,5), ou seja, não apresentando variações tão marcantes entre si.

### **Cor aparente**

É determinada a coloração da água através dos sólidos dissolvidos, decomposição da matéria orgânica que libera compostos orgânicos complexos como ácidos húmicos e fúlvicos (75 a 85% dos casos), ferro e manganês (PEREIRA, 2004).

O valor permitido para cor o CONAMA de nº357/05 para um corpo de água doce de Classe I não é estabelecido, mas nessa pesquisa foi determinada e detectada com uma variação de 7,0mgPt-Co/L a 22,0mgPt-Co/L na margem esquerda em Petrolina - PE e de 15,0mgPt-Co/L a 53,0 mgPt-Co/L na margem direita do rio em Juazeiro - BA.

A variação do parâmetro de cor na água da microbacia hidrográfica rural em Cascavel - PR pesquisada por Queiroz et al. (2010) foi de 22,0 a 139mgPt-Co/L.

### **Turbidez**

A turbidez da água está associada principalmente à presença de materiais sólidos em suspensão (silte, argila, sílica, coloides), da matéria inorgânica e orgânica, dos organismos microscópicos e algas, os quais têm origem no uso agrícola do solo; na mineração; nas indústrias; ou no esgoto doméstico, lançados no manancial sem tratamento e que diminuem a claridade e reduzem a transmissão da luz no meio (MEDEIROS et al., 2009).

Para a concentração dos valores da turbidez, o mesmo esteve presente em todas as amostras de água, porém, com valores bem abaixo do limite aceitável pelo CONAMA de nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I que corresponde a 100 máx. A variação desse parâmetro foi de 2,68 NTU a 10,7 NTU na margem esquerda em Petrolina - PE e de 7,28 NTU a 23,7 NTU na margem direita do rio em Juazeiro - BA.

Portanto, este parâmetro não causa impacto para o rio São Francisco e para corroborar com esta pesquisa na água de uma microbacia hidrográfica rural em Cascavel - PR, Queiroz et

al. (2010) encontraram também variação de valores muitos baixos para o permitido, que foi de 5,7 a 23,1 NTU.

### **Sólidos totais**

Segundo Pereira 2004, p.10 “Os resíduos podem afetar as características físico-químicas da água ou advertir para a qualidade dos efluentes em determinados locais”.

Em todos os pontos foram detectados a presença de sólidos totais na água, porém, todos estiveram abaixo do limite aceitável pelo CONAMA nº357/05 para um corpo de água doce de Classe I que corresponde a 500 máx. A variação de 96,0 mg L-1 a 132,0 mg L-1 na margem esquerda do rio em Petrolina - PE e de 94,0 mg L-1 a 350,0 mg L-1 na margem direita do rio em Juazeiro - BA.

Sendo assim, o parâmetro de sólidos totais não provoca impactos ao rio São Francisco no trecho amostrado e para corroborar com esta pesquisa Carvalho; Ferreira; Stapelfeldt (2004) em coleta de um tempo chuvoso também encontraram valores de variação semelhantes de sólidos totais que foram de 93 a 348 mg L-1.

### **Nitrogênio amoniacal**

O nitrogênio amoniacal se encontra em duas formas dissolvidas: o amoníaco ou amônia não-ionizada ( $\text{NH}_3$ ) e o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), cujas magnitudes dependem do pH, da temperatura, e da salinidade presentes no ambiente (PEREIRA, 2004).

Para o nitrogênio amoniacal o valor limite estipulado pelo CONAMA nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I corresponde a 2 máx. e em todos os pontos os resultados estiveram abaixo do limite aceitável, exceto no Ponto do Esgoto, margem direita do rio em Juazeiro - BA, onde esse valor ultrapassou chegando a ser mais que o dobro do permitido, sendo ele de 4,48 mg L-1- $\text{NNH}_3$ .

Esse resultado se explica pelo canal de esgoto se unir ao rio São Francisco e causar impacto a toda uma cadeia alimentar presente nas águas do rio. Para Carvalho; Ferreira; Stapelfeldt (2004) em amostragem no tempo nublado também obteve em um dos seus seis pontos de coleta o valor de 2,12 mg L-1-N  $\text{NH}_3$ ultrapassando o limite aceitável pela Resolução CONAMA.

### **Nitrogênio nitratos**

O nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é um íon altamente solúvel, encontrado nas águas como resultado da oxidação de compostos nitrogenados como a amônia. Apesar de serem nutrientes essenciais

para as plantas, podem, em excesso, juntamente com o fósforo, acelerar a eutrofização do corpo hídrico (GONÇALVES; SARDINHA; BOESSO, 2011).

Os valores de nitratos têm 10 máx. como limite aceitável pela Resolução CONAMA de nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I. Na atual pesquisa todos os valores referentes a esse parâmetro mantiveram-se bem abaixo do permitido, tendo como variação 0,34 mg L<sup>-1</sup>-N NO<sub>3</sub>a 0,69 mg L<sup>-1</sup>-N NO<sub>3</sub>na margem esquerda em Petrolina - PE e 0,45 mgL<sup>-1</sup>-N NO<sub>3</sub>a 1,77 mg L<sup>-1</sup>-N NO<sub>3</sub> na margem direita do rio em Juazeiro - BA.

Portanto, de acordo com esses resultados, esse parâmetro não está impactando o trecho estudado do rio São Francisco. Nos resultados sobre nitratos na pesquisa de Marchesan et al. (2009) no rio Vacacaí e no rio Vacacaí - Mirim, os valores encontrados também mantiveram-se enquadrados abaixo do valor permitido com uma variância de 0,03 a 5,71 mg L<sup>-1</sup>-N NO<sub>3</sub>.

### **Nitrogênio nitritos**

Segundo Queiroz (2010) o aumento da concentração do nitrito na água do rio é resultado da chuva que pode ter formado escoamento artificial e carregado para dentro do corpo d'água excremento animal e resíduos de adubação.

Em todos os pontos de coleta os teores de nitritos estiveram muito abaixo do recomendado pelo CONAMA nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I, que corresponde a 1 máx., que teve como variação o valor 0,04 mg L<sup>-1</sup>-N NO<sub>2</sub>a 0,05 mg L<sup>-1</sup>-N NO<sub>2</sub> na margem esquerda do rio em Petrolina - PE e 0,06 mg L<sup>-1</sup>-N NO<sub>2</sub>a 0,10 mg L<sup>-1</sup>-N NO<sub>2</sub> na margem direita do rio em Juazeiro - BA.

Dessa forma, este parâmetro não causa impacto ambiental ao rio São Francisco no trecho estudado. Assim, como nas águas da Bacia Hidrográfica do rio Descoberto em Brasília - DF, Carmo; Boaventura; Oliveira (2005) que determinaram os teores de nitritos, mas não foi detectado em nenhum ponto por conta da oxidação do nitrato e da amônia que é bastante rápida em função das condições oxidantes do meio.

### **Coliformes**

Os coliformes representam um parâmetro microbiológico. Eles são capazes de desenvolver ácido, gás e aldeído, na presença de sais biliares ou agentes tensoativos (detergentes). São considerados indicadores primários da contaminação fecal das águas as bactérias do grupo coliforme (PEREIRA, 2004).

Na presente pesquisa foram analisados parâmetros de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes (fecais), sendo que para o primeiro parâmetro o CONAMA de nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I não estabelece um valor como limite aceitável, mas vale ressaltar que em todos os pontos amostrados obteve valores para este parâmetro, sendo a variação de 1300 NMP/100mL a 13000 NMP/100mL na margem esquerda do rio em Petrolina - PE e 17000 NMP/100mL a mais de 160000 NMP/100mL na margem direita do rio em Juazeiro - BA.

Para os fecais o limite aceitável pela Resolução é de 1000 máx. e na presente pesquisa somente em dois pontos da margem esquerda de Petrolina esses valores estiveram enquadrados no limite, que foram: 200 NMP/100mL e 450 NMP/100mL, porém no terceiro e último ponto de coleta esse valor foi de 4900 NMP/100mL. Na margem direita todos os pontos estiveram bem acima do limite, sendo a variação de 7900 NMP/100mL a mais de 160000 NMP/100mL.

Corroborando com a pesquisa, no rio Arari na Ilha de Marajó, Alves et al. (2012) encontraram concentrações de 2.400 NMP 100 ml-1 durante o período menos chuvoso e de 1.200 NMP 100 ml-1 em direção a Murutucú.

### ***Escherichia coli***

A *Escherichia coli* pertence à flora normal do intestino humano e pode contaminar, colonizar e, subsequentemente, causar infecções extra-intestinais, sendo ele um dos principais agentes etiológicos de septicemias, meningites e infecções do trato urinário (KAZMIRCZAK; GIOVELLI; GOULART, 2005).

Os resultados encontrados para este parâmetro na margem esquerda em Petrolina - PE foram todos os pontos de coleta de <1,8 NMP/100 mL indicando estarem dentro do valor estabelecido pelo CONAMA nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I que estabelece um limite aceitável de 1000 máx., porém, em todos os pontos de coleta da margem direita do rio em Juazeiro - BA os resultados ultrapassaram o permitido, tendo eles uma variação de 1300 NMP/100 mL a mais de 160000 NMP/100 mL.

Na avaliação da qualidade de água da bacia do rio Pirapó no município de Maringá, Estado do Paraná, Alves et al. (2008) obtiveram resultados para a determinação de E. coli com uma variação de ND (Não Detectado) a 3.000 n° de colônias 100mL-1, atingindo, também valores de coliformes fecais acima do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para um corpo de água doce de Classe II (1.000 100 mL-1) que corresponde a Classe do referido estudo.

### ***Salmonellas sp***

“As Salmonellas são amplamente distribuídas na natureza, sendo o trato intestinal do homem e dos animais o principal reservatório natural” (CHISTÉ et al., 2007, p.268).

Não foram detectadas concentrações de salmonelas em nenhuma das coletas de água realizadas para este estudo, sendo assim, todos os resultados se enquadraram no limite aceitável pelo CONAMA de nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I que é de ausência para este parâmetro. Portanto, esse parâmetro biológico não causa impacto ao rio São Francisco no trecho analisado.

### **Cromo (Cr)**

A presença de cromo em águas subterrâneas normalmente está associada à contaminação de origem antrópica, ligada a atividades como indústrias de metal e de tratamento de madeira, curtumes, mineração e processos de beneficiamento do metal, indústrias de manufaturas de pigmentos, de filmes fotográficos e de inibidores de corrosão, entre outras (BERTOLO; MARCOLAN; BOUROTTE, 2009).

Embora determinado, não foi detectado em nenhum dos pontos amostrados a presença do cromo na água do rio São Francisco, mesmo tendo o limite aceitável de 0,05 mg L-1 pelo CONAMA de nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I. Com isso, não causa impacto ambiental, assim também com a pesquisa realizada por Santos; Lenzi; Coelho (2008) na bacia do rio Ivaí, na região do Terceiro Planalto Paranaense, em alguns dos meses determinados, também não foi detectada a presença deste parâmetro.

### **Cobre (Cu)**

O cobre representa uma ameaça para a biota aquática em concentrações elevadas, pois tem uma grande capacidade de se bioacumular em determinados tecidos vivos, magnificando suas concentrações ao longo da cadeia trófica, atingindo o homem. E ainda, pode desestruturar algumas proteínas enzimáticas essenciais ao ser vivo (PEREIRA, 2004).

Os teores de cobre foram determinados, mas não foram detectados em nenhum dos pontos de coleta realizada, mesmo o CONAMA nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I estabelecendo um valor limite aceitável de até 0,009 mg L-1. Com esses resultados, este parâmetro não causa impacto ao rio São Francisco, o mesmo acontece com o trabalho desenvolvido por Carmo; Boaventura; Oliveira (2005) o cobre foi determinado e foi detectado, porém em concentrações muito abaixo do limite aceitável.

## **Chumbo (Pb)**

O chumbo é um metal ligado à poluição e é tóxico, bioacumulativo e sem função biológica conhecida, tanto para as plantas como para os seres humanos. Uma fração significativa de chumbo insolúvel pode ser incorporada em material particulado de superfície de escoamento, como íons sorvidos (adsorvidos e absorvidos) ou ainda na cobertura de superfície em sedimentos. A maior parte do chumbo é retida nos sedimentos e muito pouco são transportadas nas águas de superfícies ou subterrâneas (OLIVEIRA; HORN, 2006).

Dentre os seis pontos coletados para análise de água, apenas em dois deles foram detectados valores para a concentração de chumbo, e estes valores foram acima do limite aceitável pelo CONAMA de nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I que corresponde a 0,01 mg L<sup>-1</sup>. Os resultados foram de 0,052 mg L<sup>-1</sup> na margem esquerda do rio em Petrolina - PE e de 0,058 mg L<sup>-1</sup> na margem direita do rio em Juazeiro - BA.

No estudo de Parra et al. (2007) os autores também encontraram o chumbo como metal pesado acima do limite aceitável ao longo do rio Conceição no Município de Santa Bárbara, Minas Gerais.

## **Manganês (Mn)**

O manganês (Mn) tem ocorrência natural nas matrizes ambientais não-poluídas. É um micronutriente e participa no ciclo biogeoquímico natural. Neste ciclo, é liberado durante a decomposição das plantas e animais. Os microrganismos têm uma função importante na oxidação e redução do manganês. Algumas dezenas de mg L<sup>-1</sup> podem ser encontradas em águas petrolíferas ou águas termais altamente mineralizadas. O ser humano utiliza o manganês combinado com outros elementos na produção de pilhas, agentes oxidantes, pirotecnia, catalisadores, desinfetantes, desodorizantes e medicamentos (SANTOS; LENZI; COELHO, 2008).

Não foi encontrada concentração de manganês em nenhum dos pontos de coletas de água, mesmo o limite aceitável pelo CONAMA de nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I corresponder a 0,1 mg L<sup>-1</sup>. Com isso, o manganês não causa impacto ao rio São Francisco, assim também como na bacia do rio Ivaí na região do Terceiro Planalto Paranaense que em alguns dos meses avaliado por Santos; Lenzi; Coelho (2008) não foram encontrados concentrações de manganês.

## **Zinco (Zn)**

O zinco (Zn) também tem ocorrência natural em matrizes ambientais não-poluídas. Apesar de o Zn ser um micronutriente necessário à biota, em determinadas condições, ele pode ser considerado como indicador da ação antrópica, isto é, de poluição proveniente de indústrias metalúrgicas, acabamentos de metais, mineração e carvão (SANTOS; LENZI; COELHO, 2008).

Para o zinco não foram detectados teores em nenhum dos pontos das coletas de água realizada, mesmo o CONAMA nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I de água doce estabelecer um limite aceitável de 0,18 mg L<sup>-1</sup>. Sendo assim, o zinco não causa impacto ao rio São Francisco, no trecho estudado, pois tais atividades poluidoras não ocorrem com ênfase na região do estudo. Todavia, na pesquisa de Santos; Lenzi; Coelho (2008) na bacia do rio Ivaí na região do Terceiro Planalto Paranaense, todas as coletas foram detectadas a presença deste parâmetro, embora tenha se enquadrado no limite aceitável para um corpo de água doce de Classe II conforme o tipo de água estudado.

## **Ferro (Fe)**

O ferro é objetável nos sistemas públicos de água, devido ao sabor que provoca e a sua propriedade de sujar os acessórios das tubulações, provoca mancha na roupa lavada e acumular depósitos no sistema de distribuição (AZEVEDO, 2006).

Na análise do teor de ferro, em todos os pontos amostrados foram encontrados sua substância presente na água, na margem esquerda em Petrolina - PE, sua variação foi de 0,142 mg L<sup>-1</sup> a 0,307 mg L<sup>-1</sup>, ficando esse último resultado acima do limite aceitável pelo CONAMA nº 357/05 para um corpo de água doce de Classe I, que corresponde a 0,3 mg.L<sup>-1</sup>. Já na margem direita em Juazeiro-BA, os resultados em ordem crescente foram de 0,257 mg L<sup>-1</sup>, 0,303 mg L<sup>-1</sup> e de 0,529 mg L<sup>-1</sup>; sendo o primeiro resultado bem próximo, o segundo um pouco acima e o terceiro ponto bem acima do limite aceitável.

Para corroborar com esta pesquisa temos um estudo realizado por Castro; Lima (2010) na cidade de Piracanjuba - GO na água dos córregos dos açudes, onde foi encontrado valores de 2,16 mg L<sup>-1</sup> na área rural e 0,63mg L<sup>-1</sup> na área urbana.

## **Cádmio (Cd)**

Segundo Oliveira; Horn, 2006, p.62 “O cádmio é extremamente tóxico e potencialmente carcinogênico para o homem”.



Não foram detectados em nenhum dos pontos os teores de Cádmio, embora tenha sido determinado e o CONAMA de nº 257/05 para um corpo de água doce de Classe I estabelecer um valor limite aceitável de 0,001 mg L<sup>-1</sup>. Com isso, o cádmio não causa impacto ao rio São Francisco já na pesquisa realizada por Carmo; Boaventura; Oliveira (2005) o cádmio foi detectado com valores muito abaixo do limite de detecção.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros que estiveram acima do limite aceitável pela Resolução em todos ou em alguns dos pontos da coleta foram: Fósforo Total, D.B.O, Nitrogênio Amoniacal, Coliformes Termotolerantes, *Escherichia coli*, Chumbo, Ferro e Óleos e Graxas.

Já os parâmetros que se enquadraram para o limite aceitável pela Resolução, ou seja, os que tiveram substâncias encontradas na água, porém, em um limite aceitável onde não causaria problemas a nenhum dos seres vivos, foram: Cloretos Totais, Sulfatos, Oxigênio Dissolvido, pH, Turbidez, Sólidos Totais, Nitrogênio Nitratos e Nitrogênio Nitritos. Sendo assim, todos eles estão em conformidade pela legislação brasileira.

Os parâmetros de qualidade da água que não foram detectados em nenhuma das coletas, foram: *Salmonellaspp*, Cromo, Cobre, Manganês, Zinco e Cádmio. Indicando ausência em todos os pontos para estas substâncias e favorecendo para uma melhor qualidade para os corpos d'água e para quem os utiliza de forma direta ou indiretamente.

E por fim, tiveram os parâmetros que embora determinados e encontrado nos pontos de coleta, o CONAMA não estabeleça um valor como limite aceitável, ficando assim, impossibilitado de fazer comparações e de informar o grau que se encontra o rio, foram eles: D.Q.O, Condutividade Elétrica, Cor Aparente e Coliformes Totais.

Registra-se que, embora o número de amostras tenha sido limitado face ao elevado custo das análises laboratoriais, as instituições de pesquisa que estão no polo Petrolina - PE e Juazeiro - BA, o Ministério Público, bem como os órgãos ambientais dos municípios de Petrolina - PE e Juazeiro - BA devem assumir uma análise sistematizada da qualidade da água do rio São Francisco, para que a poluição desse rio seja minorada e, aos poluidores, sejam aplicadas as medidas legais já estabelecida na Lei das Águas (Lei Nº 9.433/1997).

Não se pode pensar no uso de um rio pela agricultura irrigada que não perpassa pelo modelo da sustentabilidade. A produção de alimentos é vital à nossa economia; a conservação do rio São Francisco é imprescindível para que exista produção de alimentos nos parâmetros da segurança alimentar.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. M. A. A. De; HUSSAR, G. J.; PERES, M. R.; FERRANI JÚNIOR, A. L. Qualidade microbiológica do córrego “ribeirão dos porcos” no município de Espírito Santo do Pinhal –SP. **Eng.ambient.**, Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, p.051-056, jan./dez., 2004.

ALVES, E. C.; SILVA, C. F. Da; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G.; SOUZA FILHO, E. E. De; CARNIEL, A. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Sci. Technol.** Maringá, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.

ALVES, I. C. C.; EL-ROBRINI, M.; SANTOS, M. De L. S.; MONTEIRO, S. De M.; BARBOSA, L. P. F.; GUIMARÃES, J. T. F. Qualidade das águas superficiais e avaliação do estado trófico do Rio Arari (Ilha de Marajó, norte do Brasil). **ACTA AMAZONICA**, v.42, n.1, p. 115-124, 2012.

AZEVEDO, R. P. De. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central. **ACTA AMAZONICA**, v.36, n.3, p.313-320, 2006.

BÁRBARA, V. F.; CUNHA, A. C. Da; RODRIGUES, A. S. De L.; SIQUEIRA, E. Q. De. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. **REVISTA BIOCÊNCIAS**, UNITAU. v. 16, n. 1, 2010.

BERTOLO, R. A.; MARCOLAN, L. N. O.; BOUROTTE, C. L. M. Relações Água-Rocha e a Hidrogeoquímica do Cromo na Água Subterrânea de Poços de Monitoramento Multiníveis de Urânia, SP, Brasil. **Geol. USP, Sér. cient.**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 47-62, junho, 2009.

CARMO, M. S. Do; BOAVENTURA, G. R.; OLIVEIRA, E. C. Geoquímica das águas da bacia hidrográfica do rio Descoberto, Brasília/DF – Brasil. **Quim. Nova**, v. 28, n. 4, p. 565-574, 2005.

CARVALHO, C. De F.; FERREIRA, A. L.; STAPELFELDT, F. Qualidade das águas do ribeirão Ubá- MG. **REM: R. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 57, n. 3, p.165-172, jul. set. 2004.

CASTRO, M. L. L. De; LIMA, J. P. R. Influência da cidade de Piracanjuba-GO sobre a qualidade da água do córrego dos açudes. **Gl. Sci. Technol.**, v. 03, n. 02, p.105-16, mai/ago. 2010.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. De O.; MATHIAS, E De A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.27, n.2, p.265-269, abr./jun. 2007.

GONÇALVES, J. C. De S. I.; SARDINHA, D. De S.; BOESSO, F. F. Modelo numérico para a simulação da qualidade da água no trecho urbano do rio Jaú, município de Jaú (SP). **REA – Revista de estudos ambientais**, v.13, n. 2, p. 44-56, jul./dez. 2011.

**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=261110&idtema=119&search=pernambuco%7Cpetrolina%7Cestimativa-da-populacao-2013>. Acesso em: 25/05/2014.

**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=291840&idtema=119&search=bahia%7Cjuazeiro%7Cestimativa-da-populacao-2013>. Acesso em: 25/08/2014.

KAZMIRCZAK, A.; GIOVELLI, F. H.; GOULART, L. S. Caracterização das Infecções do Trato Urinário Diagnosticadas no Município de Guarani das Missões – RS. **RBAC**, v. 37, n.4, p. 205-207, 2005.

LUCAS, A. T.; FOLEGATTI, M. V.; DUARTE, S. N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.14, n.9, p.937–943, 2010.

MARANHÃO, R. A. Impactos da ocupação urbana e qualidade das águas superficiais na microbacia de Val-de-Cães (Belém/PA). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 12, n. 38 p. 176-186, jun., 2011.

MARCHESAN, E.; SARTORI, G. M. S.; REIMCHE, G. B.; AVILA, L. A. De; ZANELLA, R. MACHADO, S. L. De O.; MACEDO, V. R. M.; COGO, J. P. Qualidade de água dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.39, n.7, out, 2009.

MEDEIROS, G. A. De; ARCHANJO, P.; SIMIONATO, R.; REIS, F. A. G. V. Diagnóstico da qualidade da água na microbacia do córrego recanto, em americana, no estado de São Paulo. **Geociências**, São Paulo, UNESP, v. 28, n. 2, p. 181-191, 2009.

OLIVEIRA, M. R. De; HORN, A. H. Comparação da concentração de metais pesados nas águas do rio São Francisco em Três Marias, desde 1991 até hoje, relacionando a atuação da CMM-Três Marias. **GEONOMOS**, v. 14, n.1,2, p. 55-63, 2006.

ORNELLAS, I. **Vale do São Francisco deve sofrer retração nas exportações de frutas.** Disponível em: <http://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/2014/09/vale-do-sao-francisco-deve-sofrer-retracao-nas-exportacoes-de-frutas.html>. Acesso em: 27/03/2016.

PARRA, R. R.; LEITE, M. G. P.; NALINI JÚNIOR, H. A.; GUIMARÃES, A. T. A.; PEREIRA, J. C.; FRIESE, K. Influência antrópica na geoquímica de água e sedimentos do rio conceição, quadrilátero ferrífero, minas gerais – brasil. **Geochim. Brasil**, v. 21, n.1, p. 036-049, 2007.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**. IPH-UFRGS. v. 1, n. 1. p. 20-36. 2004.

PINTO, A. G. N.; HORBE, A. M. C.; SILVA, M. Dos S. R. Da; MIRANDA, S. A. F.; PASCOALOTO, D.; SANTOS, H. M. Da C. Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. **ACTA AMAZONICA**, v.39, n. 3, p. 627-638, 2009.

QUEIROZ, M. M. F. De; IOST, C.; GOMES, S. D.; BOAS, M. A. V. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde**, Mossoró-RN, v.5, n.4, p. 200-210, outubro /dezembro de 2010.

RAMOS, G. D. M.; GASPAR, A.; GUERRA, C. A.; CHAGAS, V. R. S. Qualidade da água utilizada em indústrias de alimentos localizadas no estado do Rio de Janeiro. **Rev. Univ. Rural**, Sér. Ci. da Vida, RJ, EDUR. v. 27 n. 1, p. 33-39, jan-jun., 2007.

SANTOS M. L. Dos; LENZI, E.; COELHO, A. R. Ocorrência de metais pesados no curso inferior do rio Ivaí, em decorrência do uso do solo em sua bacia hidrográfica. **Acta Sci. Technol.** Maringá, v. 30, n. 1, p. 99-107, 2008.

SILVA, D. F. Da; GALVÍNCIO, J. D.; ALMEIDA, H. R. R. De C. A qualidade de água na totalidade da bacia hidrográfica do rio São Francisco e suas causas. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 4, p. 133-151, out. /dez. 2010.

SILVA, D. F.; SOUSA, F. De A. S. De; KAYANO, M. T. Avaliação dos impactos da poluição nos recursos hídricos da bacia do rio Mundaú (AL e PE). **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 24, n. 3, set/dez. 2007.

SIQUEIRA, G. W.; APRILE, F.; MIGUÉIS, A. M. Diagnóstico da qualidade da água do rio Parauapebas (Pará – Brasil). **ACTA AMAZONICA**, v.42, n. 3, p. 413-422, 2012.

VASCONCELOS, V. De M. M.; SOUZA, C. F. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 305-324, 2011.

# CAPÍTULO 20

## SANEAMENTO EM COMUNIDADES ISOLADAS - TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE ESGOTO DOMÉSTICO NA ILHA GRANDE/RJ

Rayssa Vogeler Berquó Jacob  
Maria Clara Vieira Pereira De Souza  
Daniel Loureiro Pacheco da Rocha  
André Luís de Sá Salomão

### RESUMO

Historicamente os investimentos públicos em serviços de saneamento no Brasil concentraram-se nos grandes centros urbanos. A fim de minimizar as consequências da falta do acesso ao saneamento básico nas áreas rurais, uma prática comum em todo mundo é a adoção de soluções descentralizadas de tratamento de efluentes domésticos, como um dos caminhos para a universalização do serviço de esgotamento sanitário. O presente estudo teve como objetivo apresentar um sistema compacto para o tratamento descentralizado de esgotos domésticos, com menores custos de implantação, além de simples operação e manutenção, em relação às tecnologias convencionais adotadas no país. A Unidade de Tratamento Descentralizado Ecossistema Engenheirado (UTDEE) foi dimensionada para uma população de 16 habitantes da Vila de Dois Rios, Ilha Grande (IG) no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, onde também está localizado o Centro de Estudos Ambientais e de Desenvolvimento Sustentável (CEADS), *Campus* da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O dimensionamento hidráulico-sanitário foi feito utilizando os parâmetros estabelecidos na NBR 7229/1993 e na NBR 13969/1997, tendo a combinação de tecnologias convencionais com caixa de gordura (CG), tanque séptico (TS) e filtro anaeróbio submerso (FAS) e tecnologia ecológica com o *wetland* construído horizontal (WCH) de fluxo subsuperficial (tanque vegetado). A UTDEE ocupará uma área total de 25,2 m<sup>2</sup> com uma eficiência de tratamento satisfatória, estando em conformidade com os limites estabelecidos pela legislação vigente do estado do Rio de Janeiro, NOP-45, com redução de 96% de DBO, 67% de N-amoniaco, 97% de SST e 94,5% de O.G.. Além de ter os custos relativamente baixos, sendo a implantação estimada em R\$ 6.080,00 e a operação e manutenção em R\$ 376,00/ano (ou R\$ 31,33/mês), mostrando como o uso de tecnologias com ausência de um sistema de aeração artificial pode diminuir os investimentos, assim como a complexidade da instalação e manutenção, possibilitando a construção em lugares remotos. Deste modo, a combinação das tecnologias propostas atendeu aos princípios da engenharia ecológica, apresentando bons resultados na remoção da carga orgânica e de nutrientes, além de ser um sistema de baixo custo, simples implantação e manutenção. Tornando-se uma alternativa atrativa e interessante, principalmente para pequenos geradores que não têm acesso a uma rede de coleta de esgotos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento rural; Esgoto doméstico; *Wetland* construído horizontal; Ecossistema Engenheirado.

### INTRODUÇÃO

Ao longo do último século, os investimentos públicos em ações de saneamento no Brasil concentraram-se nos grandes centros urbanos, devido à economia de escala. Historicamente, as

populações das áreas rurais e as pequenas comunidades isoladas permaneceram à margem desses serviços, carecendo assim de ações públicas essenciais para a garantia de serviços de saneamento, como a coleta e tratamento dos efluentes domésticos (BRASIL, 2019). Tendo em vista que o novo Marco Legal do Saneamento, Lei Federal Nº 14.026/ 2020 (BRASIL, 2020), apresenta a adoção de mecanismos para “garantia de meios adequados para o atendimento da população rural, por meio da utilização de soluções compatíveis com as suas características econômicas e sociais peculiares”, a adoção de sistemas descentralizados pode contribuir para a universalização do saneamento nestas áreas.

Diante da deficiência no setor de saneamento básico no Brasil, a Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) ressalta que somente 43% da população brasileira possui esgoto coletado e tratado, 12% são atendidas por soluções individuais (sistema descentralizado), 18% da população tem seus esgotos coletados, mas não tratados e 27% é totalmente desprovida destes serviços. Nesse contexto, considera-se que somente 55% da população tem acesso a algum tipo de tratamento de esgoto. Esse cenário revela que 45% da população não possui atendimento satisfatório de serviços de esgotamento sanitário. Ressalta-se que de acordo com as Nações Unidas este é um direito básico ao cidadão (UNITED NATIONS, 2010).

O tratamento de esgoto, mais do que um item fundamental para a proteção do meio ambiente e garantia de disponibilidade hídrica, é uma questão de saúde pública. Dados retirados do Painel Saneamento Brasil (2018) apontam que em 2018 foram registradas 115.151 internações de crianças e adolescentes de até 14 anos por causas relacionadas à falta de água tratada e ao contato com esgoto a céu aberto. Tais números representam cerca da metade de todas as internações por doenças de veiculação hídrica no país. A fim de minimizar as consequências da falta do acesso ao saneamento básico, nomeadamente em áreas rurais, têm-se optado por soluções descentralizadas de tratamento de efluentes domésticos, uni ou multifamiliar, como um dos caminhos para a universalização do serviço de esgotamento sanitário (TONETTI, 2018; RABELLO et al., 2019; HONORATO et.al., 2021).

Desta forma, este estudo teve como objetivo propor um sistema compacto para o tratamento descentralizado de esgotos domésticos, com menores custos de implantação e operação e de simples manutenção, em relação às tecnologias convencionais adotadas no país.

O sistema foi baseado nos princípios da engenharia ecológica, para ser aplicado em comunidades isoladas, visando também atender às exigências de disposição final dos efluentes

sanitários em corpos receptores, conforme critérios estabelecidos na legislação do estado do Rio de Janeiro, NOP-INEA-45 (RIO DE JANEIRO, 2021).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

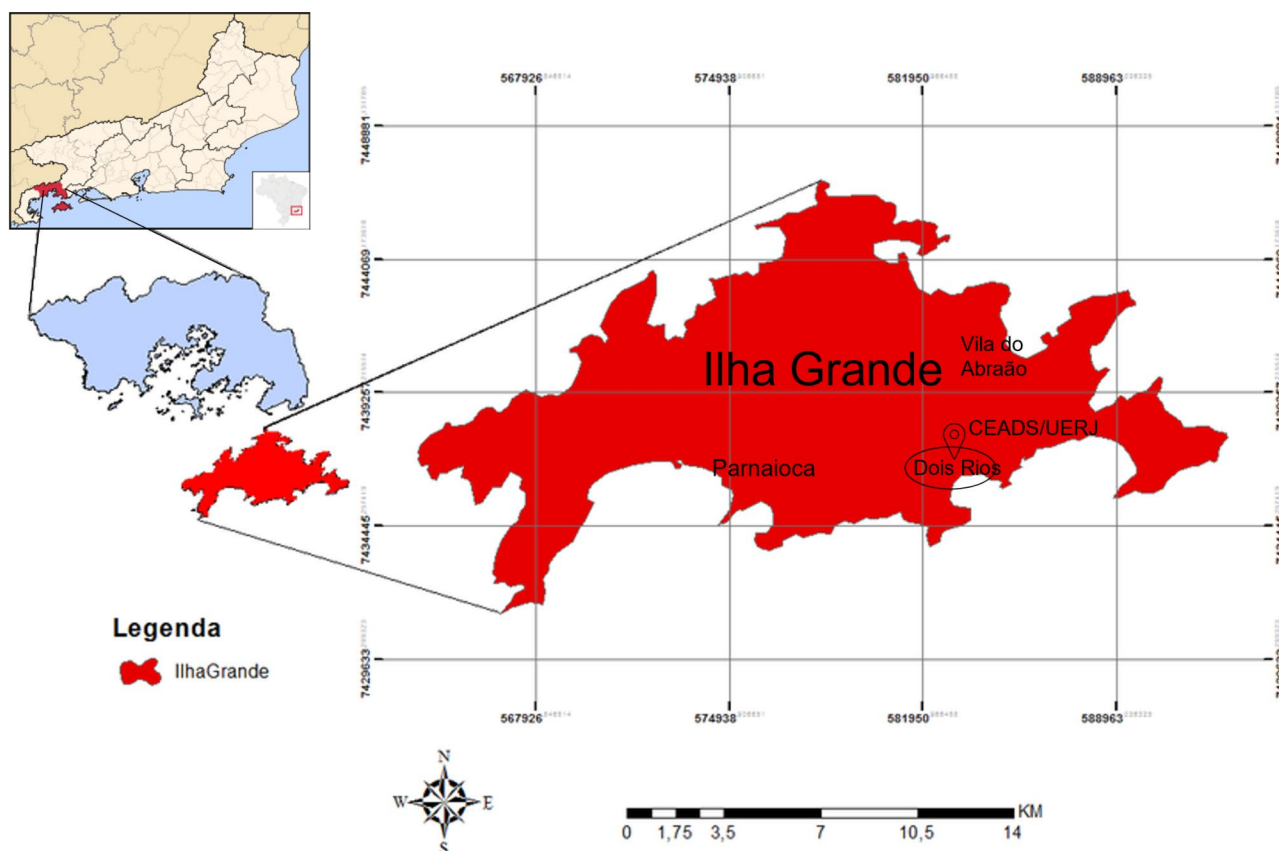
### **Local de estudo**

A Ilha Grande (IG) possui aproximadamente 7.000 habitantes, agrupados em 13 núcleos (povoados ou comunidades) distribuídos ao redor da ilha e dispersos nas proximidades das praias costeiras. Os principais centros populacionais estão concentrados nas comunidades de Abraão e Provetá (ILHA GRANDE, 2020). No entanto, a situação geral do esgotamento sanitário das comunidades da ilha, quando existente, é baseada principalmente em sistemas de tanques sépticos (ou fossas sépticas) e sumidouros, mal dimensionados e sem manutenção adequada ou periódica, antes da disposição final no meio ambiente.

Uma das exceções do local é a Vila de Abraão, que possui o esgotamento sanitário realizado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). Neste caso, o tratamento é composto por uma etapa preliminar (gradeamento e desarenador) e uma etapa primária avançada composta por reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), com disposição final por emissário submarino (ILHA GRANDE, 2020). Entretanto, este sistema atende apenas uma parte das edificações da vila, e as áreas não atendidas pela rede possuem sistemas descentralizados.

Dessa forma, o local escolhido para proposta do sistema descentralizado foi a Vila de Dois Rios, Ilha Grande (23°18' S, 44° 19' O), município de Angra dos Reis, no estado de Rio de Janeiro (Figura 1), onde está também localizado o Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável (CEADS), *Campus* de pesquisas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Esta vila faz parte de uma área de proteção ambiental, que pertence à Rede Mundial de Reservas da Biosfera da UNESCO desde 1992. Com isso, o sistema estudado foi desenvolvido para atender uma população média de 16 habitantes/dia, de um grupo de até 4 residências unifamiliares.

**Figura 1:** Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável (CEADS/UERJ), na Vila de Dois Rios, Ilha Grande – RJ.



Fonte: Adaptado Google Earth, 2022.

### Unidade de tratamento descentralizado ecossistema engenheirado (UTDEE)

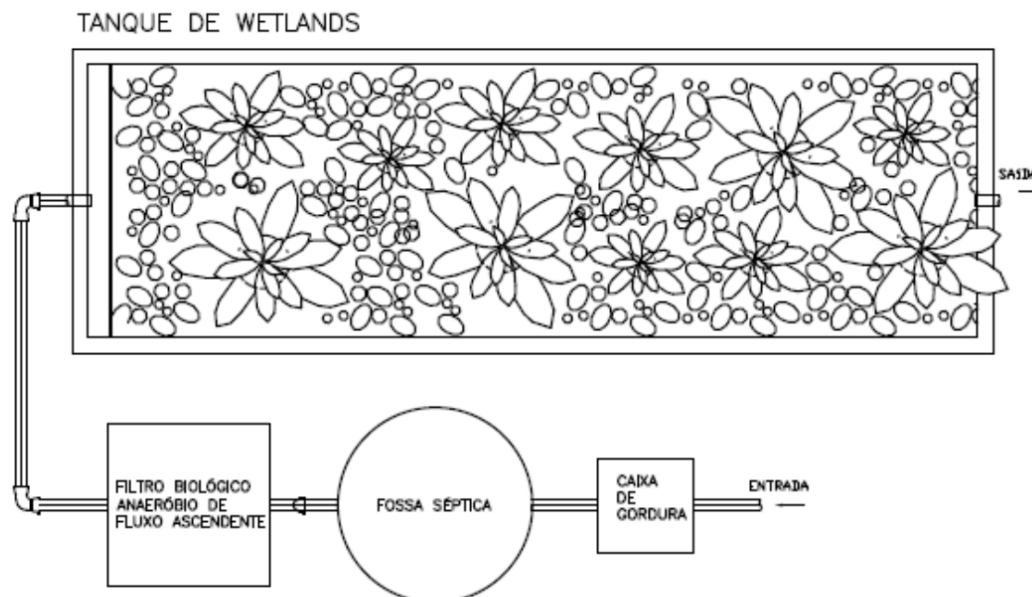
O sistema descentralizado de tratamento de esgoto, denominado Unidade de Tratamento Descentralizado Ecossistema Engenheirado (UTDEE) foi desenvolvido a partir da experiência acumulada com o dimensionamento, implantação e operação do Ecossistema Engenheirado (EE) no CEADS (Salomão et al., 2012).

A UTDEE proposta é uma unidade de tratamento de esgoto doméstico composta por tanques em fibra de vidro, que combina tecnologia convencional de tratamento com caixa de gordura (CG), tanque séptico (TS) e filtro anaeróbio submerso (FAS) com tecnologia ecológica, com o *wetland* construído horizontal (WCH) de fluxo subsuperficial (tanque vegetado) (Figura 2). Sendo assim, este sistema foi projetado para promover um tratamento mais completo e eficaz, unindo os três tipos de tratamento (primário, secundário e terciário) em um só sistema (SALOMÃO, 2010; SALOMÃO et al., 2012) a fim de alcançar os padrões de disposição final dos efluentes sanitários em corpos receptores estabelecidos na legislação do estado do Rio de



Janeiro, NOP-INEA-45 do ano de 2021, que define a qualidade do efluente em função das faixas de carga orgânica bruta do afluente (RIO DE JANEIRO, 2021).

**Figura 2:** Esquema sequencial da Unidade de Tratamento Descentralizada Ecossistema Engenheirado (UTDEE) proposta para as necessidades de atendimento de comunidades isoladas na Ilha Grande - RJ.



Fonte: Autoria própria, 2019.

### Parâmetros de dimensionamento da UTDEE

O sistema foi dimensionado para o atendimento de um grupo de até 4 residências unifamiliares com um total de 16 moradores da Vila de Dois Rios. A vazão *per capita* de efluente utilizada nos cálculos foi referente à uma residência de padrão baixo, que segundo a NBR 7229/1997 (ABNT, 1997) deve-se adotar 100 L/hab.dia. Além disso, por estar localizado em uma região insular, foi projetado para ser composto por tanques em fibra de vidro, em busca de maior facilidade de transporte e instalação.

A UTDEE foi projetada para ser posicionada no centro das 4 casas, com distância igual entre o sistema e cada uma das moradias. A NBR 7229 determina uma distância mínima de 1,5 m entre a localização de TS e edificações, uma distância mínima de 15 m entre TS e poços freáticos ou corpos d'água de qualquer natureza e uma distância mínima de 3 m para redes de abastecimento público de água e de árvores (ABNT, 1993).

Foram adotados os parâmetros estabelecidos na NBR 7229/1993 (ABNT, 1993) e na NBR 13969/1997 (ABNT, 1997), para o dimensionamento hidráulico-sanitário de cada unidade de tratamento. O projeto foi realizado para as seguintes unidades: caixa de gordura; tanque séptico; filtro anaeróbio submerso e *wetland* construído horizontal de fluxo subsuperficial.

A etapa preliminar foi representada pela caixa de gordura, sendo recomendada sempre que o efluente possuir resíduos gordurosos, garantindo uma maior vida útil ao conjunto, evitando a obstrução dos coletores (ABNT, 1999). No dimensionamento da caixa de gordura foram considerados os seguintes parâmetros: Volume Útil; Tempo de Detenção Hidráulica (TDH); Diâmetro Interno; Altura Útil; Altura Total.

A etapa primária foi constituída por um tanque séptico de fluxo ascendente, com a função de realizar a equalização das águas residuárias e promover a retenção das partículas sólidas sedimentáveis (JORDÃO, 2017). No dimensionamento foram considerados: Volume Útil; Número de pessoas atendidas pelo sistema; Consumo diário per capita; TDH; Taxa de acumulação de lodo; Contribuição de lodo fresco, Diâmetro interno mínimo; Profundidade útil mínima.

A etapa secundária foi constituída de um filtro anaeróbio submerso, com o intuito de promover uma maior biodegradação dos sólidos dissolvidos totais. No dimensionamento foram considerados: Volume Útil; Número de pessoas atendidas pelo sistema; Consumo diário *per capita*; TDH; Alturas máximas do filtro, visando otimizar o contato entre o líquido tratado e o meio suporte.

A etapa terciária, ou polimento do efluente final, foi composta por um *wetland* construído horizontal (tanque vegetado) para uma maior e melhor remoção de nutrientes e o controle dos microrganismos (KADLEC e WALLACE, 2008). Como ainda não existe uma norma brasileira específica para o dimensionamento e implementação dessa tecnologia, o cálculo foi baseado nos processos descritos por Metcalf e Eddy (2016), Dupoldt et al. (2000), sendo considerados os seguintes parâmetros: Vazão de entrada; Comprimento longitudinal do tanque; Largura do tanque; TDH (2,5 dias); Profundidade do tanque; Porosidade do meio suporte.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Dimensionamento da UTDEE

De acordo com os parâmetros estabelecidos na metodologia, o sistema foi dimensionado para atender um conjunto de 4 residências, com um total de 16 pessoas. Sendo assim, a partir do estabelecimento da contribuição diária *per capita* (100L/hab.dia), as vazões média, máxima e mínima foram calculadas em: 1600 L/dia de vazão média ( $Q_{méd}$ ); 2880 L/dia de vazão máxima ( $Q_{máx}$ ); e 800 L/dia de vazão mínima ( $Q_{mín}$ ).

Com o dimensionamento das unidades de tratamento da UTDEE (Tabela 1), a área ocupada pelo sistema foi estimada em 25,2 m<sup>2</sup>, sendo 22 m<sup>2</sup> de área vegetada compondo o *wetland* construído. A integração das unidades assumiu um regime de conduto livre entre elas, adotando uma inclinação padrão mínima para o escoamento do efluente entre as etapas do tratamento. Adicionalmente, este projeto não previu o tratamento ou destinação final do lodo acumulado em suas unidades, assim como a forma de descarte final do efluente, ficando estes, a critério do usuário. Ressalta-se que tanto para reutilização como para descarte final, ambos devem obedecer aos critérios estabelecidos pelos padrões vigentes.

**Tabela 1:** Dimensionamento das unidades de tratamento descentralizado de esgoto doméstico da Unidade de Tratamento Descentralizada Ecossistema Engenheirado (UTDEE).

Unidades	Dados	Dimensões
Caixa de gordura	TDH = 1,47 h; Volume útil: 127 L; Parte submersa do septo: 35 cm	Diâmetro interno: 60 cm
Tanque séptico de fluxo ascendente	TDH = 22 h; Taxa de acumulação de lodo: 57 dias; Volume útil: 3400 L; Formato cilíndrico com fundo Cônico.	Diâmetro interno: 1,56 m; Profundidade útil: 1,8 m
Filtro biológico anaeróbio submerso	TDH = 22 h; Volume útil: 2355 L; altura meio filtrante: 1,0 m; altura fundo falso: 0,2 m; altura do nível d'água sobre a calha coletora: 0,05 m; altura da borda livre: 0,15 m; Área superficial do meio suporte: 200 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> .	Área do fundo: 1,7 m <sup>2</sup> (1,3 x 1,3 m); Profundidade útil 1,4 m
<i>Wetland</i> Construído horizontal de fluxo subsuperficial	TDH = 2,5 dias (60h); porosidade do meio suporte: 0,4 mm; Volume útil: 9945 L;	Profundidade útil: 0,45 m; Comprimento: 8,5 m; Largura: 2,6 m

**Fonte:** Autoria própria, 2021.

A UTDEE foi planejada para atender aos critérios estabelecidos na legislação do estado do Rio de Janeiro, NOP-INEA-45 (RIO DE JANEIRO, 2021), quanto ao lançamento e disposição dos efluentes em corpos hídricos locais. A eficiência de tratamento das unidades foi avaliada tendo como base o efluente bruto do sistema descentralizado EE, previamente caracterizado pelo estudo de Salomão et al., (2012), segundo as faixas apresentadas na literatura (IENKE e SANTOS, 2016; VON SPERLING, 2014), quanto aos seguintes parâmetros (Tabela 2): Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Amoniacal (N-Amoniacal), Sólidos Suspensos Totais (SST) e Óleos e Graxas (O.G.).

A partir dos dados da tabela 2 verificou-se que o efluente tratado esteve abaixo dos limites estabelecidos na legislação vigente, tendo eficiência de redução de DBO de 96%, de N-

Amoniacal de 67%, SST de 97% e O.G. de 94,5%. Com isso, os parâmetros avaliados estavam em conformidade com a legislação vigente, garantindo a saúde da população beneficiada e a qualidade ambiental.

Desse modo, mesmo a UTDEE tendo apresentado uma maior simplicidade na sua configuração das tecnologias de tratamento, quando comparada ao EE (Salomão et al., 2012) o sistema proposto pode ser considerado como adequado para o atendimento das necessidades e prioridades da comunidade da Vila de Dois Rios, assim como, das outras comunidades isoladas ao redor da Ilha Grande.

**Tabela 2:** Eficiências de tratamento (%), concentrações encontradas no efluente (mg/L) e os limites de lançamento dos quatro parâmetros físico-químicos avaliados, em relação a Unidade de Tratamento Descentralizada Ecossistema Engenheirado (UTDEE).

Unidades de tratamento		DBO	N-Amoniacal	SST	O.G.
Eficiência de tratamento (%)	Caixa de gordura	-	-	-	9,5
	Fossa + Filtro	80	30	80	-
	Wetlands Construídos	80	30	87	-
Concentração no efluente (mg/L)	Efluente bruto	300	20	350	150
	Caixa de gordura	-	-	-	8,25
	Fossa + Filtro	60	14	70	-
	Wetlands Construídos	12	9,8	9,1	-
Limites de lançamento (mg/L)	NOP-INEA-45*	120	20	110	50

\* Na determinação dos limites de DBO e SST foi considerada 12,7 Kg DBO/d de carga orgânica bruta.

Fonte: Autoria própria, 2021.

As principais vantagens da implantação da UTDEE previstas no projeto foram: contribuição para melhoria da saúde da população local; proteção ambiental; fácil transporte dos componentes e instalação; pouco espaço requerido; baixo consumo de energia; ausência do uso de produtos químicos; boa flexibilidade operacional; manutenção relativamente simples; alta eficiência no tratamento do efluente (carga orgânica e nutrientes), seguindo os princípios da engenharia ecológica.

Além disso, os sistemas compactos descentralizados de tratamento de efluentes domésticos têm sido largamente empregados (CAPODAGLIO et al., 2017) em diversas partes do mundo, na maioria das vezes, incluindo um sistema vegetado alagado (*wetland* construído) (HONORATO et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2021). A combinação destas tecnologias de tratamento, assim como, a do presente trabalho, vêm apresentando bons resultados de remoção da carga orgânica e de nutrientes (N e P), bem como no controle de microrganismos em

efluentes domésticos, principalmente de pequenos geradores, que não têm acesso a uma rede de coleta de esgotos (HONORATO et al., 2021).

### **Manutenção e custos da UTDEE**

A princípio, dois tipos de manutenção devem ser planejados, para o bom funcionamento da UTDEE: a manutenção geral e a específica.

A manutenção geral inclui a inspeção do sistema para evitar entupimento ou colmatação dos tanques e eventualmente, retirada do lodo do TS por bombas de sucção. Esta, deve ser realizada com a mesma frequência que nos sistemas convencionais de tratamento de esgotos, tais como o sistema TS e sumidouro, ou seja, em um intervalo de 1 ano (adotado no presente estudo) a 5 anos no máximo. Tal periodicidade deve ser determinada por ocasião do dimensionamento da unidade, com base no cálculo da taxa de acúmulo do lodo, conforme estipulado na NBR 7229 (ABNT, 1993).

Já a frequência da manutenção específica pode variar de acordo com o número de pessoas e costumes de cada residência ou estabelecimento comercial atendido. Basicamente, consiste em podas regulares das plantas no *wetland* construído, retirada da espuma do TS e a limpeza da caixa de gordura. Desta forma, se realizada frequentemente (quinzenal ou mensalmente), poderá garantir melhor desempenho do sistema (SALOMÃO et al., 2012).

Os custos médios de implementação, manutenção e operação da UTDEE foram estimados segundo taxas apresentadas por Von Sperling (2014). Neste caso, o valor médio estimado para implantação foi de R\$6.080,00 e o de operação e manutenção de R\$376,00/ano (ou R\$31,33/mês). Quando comparado ao sistema EE, cuja implantação foi de R\$9.040,00 e manutenção e operação R\$816,00/ano, percebe-se como a ausência de um sistema de aeração artificial no UTDEE reduziu a necessidade de eletricidade para seu funcionamento e diminuiu os custos de energia, assim como a menor complexidade da instalação e manutenção, possibilitando a construção em lugares remotos, com pouca infraestrutura e carência ou intermitência de energia elétrica. Outra vantagem da simplicidade das tecnologias adotadas no UTDEE é que a mão de obra local, desde que capacitada, pode ser aproveitada tanto na instalação do sistema como na sua operação e manutenção (TONETTI, 2018).

A fim de garantir o cumprimento dos critérios da NOP-INEA-45 (RIO DE JANEIRO, 2021) quanto ao lançamento do efluente final, faz-se necessário a estruturação de um plano de monitoramento, com os parâmetros de controle e frequência, para ser aplicado por uma equipe qualificada.

## CONCLUSÕES

A Unidade de Tratamento Descentralizado Ecossistema Engenheirado combinou tecnologias convencionais e ecológicas, tendo caixa de gordura, tanque séptico, filtro anaeróbio submerso e *wetland* construído horizontal ocupando uma área total de 25,2 m<sup>2</sup>, projetada para atender 16 habitantes com geração diária *per capita* de 100L/hab.dia.

A eficiência de tratamento mostrou-se satisfatória, estando dentro dos limites estabelecidos pela NOP-45, com remoção de 96% de DBO, 67% de N-Amoniacal, 97% de SST e 94,5% de O.G. Com isso, os parâmetros avaliados estavam em conformidade com a legislação vigente, garantindo a saúde da população beneficiada e a qualidade ambiental.

Os custos estimados foram relativamente baixos, sendo a implantação de R\$ 6.080,00 e a operação e manutenção R\$ 376,00/ano (ou R\$ 31,33/mês), mostrando como o uso de tecnologias com ausência de um sistema de aeração artificial diminuiu os investimentos, assim como a menor complexidade da instalação e manutenção, possibilitando a construção em lugares remotos.

O desempenho da UTDEE mostrou-se satisfatório, sendo uma alternativa promissora para contribuição da universalização ao acesso ao tratamento de esgotamento sanitário em regiões isoladas nos moldes da tecnologia socialmente aceitável, economicamente acessível e ambientalmente sustentável. Portanto, atingiu a finalidade original, com as seguintes características: simplicidade de instalação e operação; baixa exigência de manutenção; baixa energia requerida para operação; sem adição de produtos químicos para o tratamento, podendo ainda ser aplicada como uni ou multifamiliar, ou em pequenos empreendimentos, como pousadas ou campings.

Espera-se que o projeto incentive o desenvolvimento de soluções semelhantes, em regiões que tenham carência de infraestrutura sanitária, a adotar alternativas tecnológicas ou de processos mais naturais e econômicos de tratamento de esgoto.

Para estudos futuros, recomenda-se que haja uma maior interação com os tomadores de decisão da região, por meio de palestras e treinamentos focados na educação ambiental para um maior esclarecimento dos usuários sobre a importância do sistema. Além disso, o aprofundamento quanto às alternativas ecológicas para o aproveitamento dos subprodutos gerados em suas unidades faz-se necessário.

## REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos*. RJ, 1993.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos*. RJ, 1997.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução*. RJ, 1999.

ANA, Agência Nacional de Águas. *Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas*. ANA, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2017.

BRASIL. *Lei Federal Nº14.026, de 15 de julho de 2020*. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº9.984, de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Programa Nacional de Saneamento Rural*. Brasília: Funasa, 2019. 260p.

CAPODAGLIO, A. G. et al. *Sustainability of decentralized wastewater treatment technologies*. *Water Practice and Technology*, v.12, n.2, p.463-477, 2017.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA nº430, de 13 de maio de 2011*. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº357, de 2005, do CONAMA.

DUPOLDT, C.; ISAACS, B.; MURPHY, T.; SAYERS, M.; SUFFIAN, F.; TAKITA, C.; WEBSTER, H. *A Handbook of Constructed Wetlands*. A guide to creating wetlands for: Agricultural Wastewater, Domestic Wastewater, Coal Mine Drainage, Stormwater. Vol. 1. USA, 2000.

HONORATO, L. M. C.; D'EÇA, N. F. G.; SANTOS, A. S. P.; SALOMÃO, A. L. S. Tratamento descentralizado de esgoto doméstico: revisão sistemática. *Revista DAE*, v. 69, n. 233, 173-191 p. 2021.

IENKE, E. F.; SANTOS, G. S. D. V. *Análise comparativa entre protótipo de caixa de gordura e caixa de gordura pré-fabricada comercial*. 2016. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

INFORMAÇÕES SOBRE ABRAÃO. *Ilha grande*, 2020. Disponível em: <<https://www.ilhagrande.com.br/praias/enseada-do-abraao/informacoes-sobre-abraao/>>. Acesso em: 30 março de 2022.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 8ª edição. Rio de Janeiro: Fundo Editorial ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017.

KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D., 2008. *Treatment Wetlands*. CRC Press, Boca Raton. Kaushal, M.; Patil, M. D.; Wani, S. P. 2018. *Potency of constructed wetlands for deportation of pathogens index from rural, urban, and industrial wastewater*. *Int. J. Environ. Sci. Technol* 15, 637–648.

KAVANAGH, L. J.; KELLER J. *Engineered ecosystem for sustainable on-site wastewater treatment*. Water research, v.1, p.823-831. 2007.

LOCALIZAÇÃO E DADOS. *Ilha grande*, 2020. Disponível em: <<https://www.ilhagrande.com.br/ilha-grande/localizacao-e-dados/>>. Acesso em: 30 março de 2022.

METCALF & EDDY. *Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos*. 5ª Ed. McGraw Hill Brasil, 2016.

OLIVEIRA, G. A. et al. *Floating treatment wetlands in domestic wastewater treatment as a decentralized sanitation alternative*. Science of the Total Environment, p.145609, 2021.

PAINEL SANEAMENTO BRASIL. *Saneamento+Saúde-Comparar por localidade*. Brasil, 2018.

RABELLO, V. M. et al. The efficiency of constructed wetlands and algae tanks for the removal of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs): a systematic review. *Water, Air, & Soil Pollution*, v. 230, n. 10, p. 1-12, 2019.

RIO DE JANEIRO. *NOP-INEA-45 - Estabelece critérios e padrões de lançamento de esgoto sanitário*. RJ, 2021.

SALOMÃO, A. L. S. *Ecossistema engenheirado no tratamento descentralizado de águas residuárias de pequenos geradores: a engenharia ecológica na Ilha Grande, RJ*. Dissertação de Mestrado. Centro de Tecnologia e Ciências, Faculdade de Engenharia. Rio de Janeiro, RJ. 1p. 2010.

SALOMÃO, A. L. S. et al. *Engineered ecosystem for on-site wastewater treatment in tropical areas*. Water Science and Technology, v.66, n.10, p.2131-2137, 2012.

TONETTI, A. L. *Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções*. Campinas, SP: Biblioteca/Unicamp, 2018.

UNITED NATIONS. *Resolution adopted by the general assembly on 28 July 2010*. NY, UN, 2010.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos / Marcos von Sperling*. - 4 ed. - Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2014. 452p. - (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v.1)



# CAPÍTULO 21

## ATERROS E LIXÕES: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DA REGIÃO CENTRO - OESTE

Kayque Soares dos Santos Machado  
Ressiliane Ribeiro Prata-Alonso

### RESUMO

Nota-se que um dos maiores problemas ambientais enfrentados atualmente, constitui no gerenciamento de resíduos sólidos. Uma análise comparativa da região Centro-Oeste sobre aterros e lixões é crucial para entender a problemática dos resíduos sólidos, a fim de desenvolver melhorias na gestão de resíduos sólidos. A finalidade deste trabalho foi analisar uma linha histórica (entre 2016 e 2019) da geração de resíduos no Brasil e pontualmente a região Centro-Oeste, e a concomitante comparação entre aterros e lixões na região Centro-Oeste, discutindo seus impactos negativos e positivos, sendo possível identificar os problemas relacionados à gestão de resíduos sólidos. Os pressupostos metodológicos foram aqueles relacionados à pesquisa bibliográfica e documental, selecionados artigos, livros, dissertações e teses, publicados em revistas, congressos, ou disponível manualmente; principalmente dados fornecidos nos Panoramas de Resíduos Sólidos da Abrelpe, que permitiram minuciar o assunto na expansão da região Centro-Oeste. Os resultados apontaram que a geração de resíduos sólidos no Brasil tem aumentado nos últimos anos, indicando 2018 como o ano de maior geração de resíduos. Pode ser notado, um incremento de 0,7182% na geração de resíduos entre os anos de 2016 e 2017, 1,0958% entre os anos de 2017 e 2018 e uma diminuição da geração, de -0,2732% entre os anos 2018 e 2019. O Brasil ainda necessita de uma evolução em relação ao que dispõe na legislação, adequando seus municípios com aterros sanitários, minimizando seus impactos negativos como a poluição do ar, solo e água. Dentre as regiões brasileiras, o estudo identificou que a partir de 2016 a 2019, o Centro-Oeste obteve grande avanço na adequação de aterros sanitários nos seus municípios de acordo com a Lei 12.305/2010, diminuindo a taxa de lixões e aterros controlados. Contudo, ainda falta muito para que todos os municípios estejam de acordo com a legislação, com aterros sanitários, contribuindo para a sustentabilidade. Conclui-se que a maior problemática relacionada à destinação de resíduos sólidos está na gestão pública, como: os recursos financeiros, humanos e tecnológicos; a baixa capacidade técnico-administrativa dos agentes públicos; a desorganização dos órgãos municipais; falta de conscientização da população em relação a coleta seletiva; e a baixa eficiência operacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão Ambiental; Gerenciamento de Resíduos Sólidos; Destinação Final de Resíduos Sólidos.

### INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos se agrava devido ao elevado consumo populacional juntamente com a constante mudança tecnológica. A destinação incorreta desses resíduos intervém de forma negativa na qualidade de vida tanto no sistema ecológico quanto na população. O processo de gerenciamento dos resíduos sólidos tem grande importância desde

sua segregação até sua disposição final. A etapa da destinação final dos resíduos sólidos se tornou uma adversidade no Brasil, tendo em vista vários impactos ambientais negativos.

Segundo o Art. 225 da Constituição Federal, “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988). A conscientização da população e o auxílio do poder público no processo de destinação dos resíduos sólidos são ferramentas crucias para um ambiente sustentável, no entanto a negligência desses se torna um grande problema na gestão de resíduos.

Consoante Abrelpe (2020, p. 14), a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil registrou aproximadamente 67 milhões de toneladas/ano em 2010, obtendo aumento significativo em comparação a 2019, onde marcou 79 milhões de toneladas/ano. No que diz respeito, a geração per capita aumentou de 348 kg/ano para 379 kg/ano. Entre os estados do Centro-Oeste, Goiás segue em destaque na quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados, registrando um total de 1.909.315 toneladas/ano em 2010, passando para 2.528.355 toneladas/ano em 2019. Sendo assim, Goiás representa cerca de 3,2% na geração de resíduos sólidos urbanos em 2019, quando comparado a todos os estados brasileiros.

O tipo de disposição final dos resíduos sólidos é de fundamental importância para o meio ambiente. Existem várias formas, como: lixões, aterros controlados e aterros sanitários. O lixão é um tipo de disposição final de resíduos sólidos usual, porém, os impactos negativos sobressaem aos positivos. Segundo Araújo e Pimentel (2015, p. 13) o lixão traduz-se no descarregamento puro e simples dos resíduos sólidos sob o solo, em sua maioria, localizadas em áreas desvalorizadas. Dentre os impactos negativos do lixão, tem-se: manifestação de gases, presença de animais transmissores de doença, contaminação do lençol freático por meio do chorume, mau cheiro, fatores que favorecem o comprometimento da saúde da população nas proximidades.

De acordo com Carvalho (2015, p. 22) entre os tipos de disposição final para os resíduos sólidos tem-se o aterro controlado, entretanto não é uma disposição adequada. O aterro controlado aplica o método de recobrimento do material descartável seguido de terra ou material inerte, repetidamente. A utilização dessa técnica é inapropriada devido ao risco de contaminação da água, do solo e do ar, já que não foram sancionadas todas as medidas de

engenharia e saneamento para evitar esses impactos negativos. Contudo, o aterro controlado tem grande vantagem em comparação ao lixão.

Conforme Abrelpe (2020, p. 20) os resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil, em sua maior parte, seguem para os aterros sanitários, tendo registrado um acréscimo de 10 milhões de toneladas em uma década. Todavia, o aumento da quantidade de resíduos sólidos em lixões e aterros controlados passou de 25 milhões de toneladas/ano para 29 milhões de toneladas/ano.

A geração de resíduos sólidos se torna um problema maior a cada dia, devido ao consumismo, principalmente daqueles que não necessitam tanto do produto. A conscientização da população é considerada fraca em relação ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Após a geração do produto e a comercialização do mesmo, a maior parte da população esquece que o mesmo terá uma destinação final e pode se tornar um descaso maior se essa não for adequada.

Segundo Garcia et al. (2016, p. 81) os aterros sanitários são lugares apropriados e definidos para depósitos, onde as empresas de coletas depositam o lixo urbano, sobre o qual depois de sua compactação, é coberto por terra para que não fique exposto. Trata-se da disposição mais adequada para a percepção dos resíduos sólidos urbanos. Completa Silva e Tagliaferro (2021, p. 12217), mencionando que os aterros sanitários são compostos por uma série de sistemas de proteção e monitoramento, cada qual com funções e objetivos definidos, todos diretamente relacionados com as engenharias civil, ambiental e sanitária.

Dentro desse contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar uma linha histórica (entre 2016 e 2019) da geração de resíduos no Brasil e pontualmente a região Centro-Oeste, e a concomitante comparação entre aterros e lixões na região Centro-Oeste, discutindo seus impactos negativos e positivos.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Em prol de cumprir os objetivos mencionados neste trabalho, os pressupostos metodológicos foram aqueles relacionados à pesquisa bibliográfica e documental, selecionados artigos, livros, dissertações e teses, publicados em revistas, congressos, ou disponível manualmente, que permitirão minuciar o assunto na expansão da região Centro-Oeste. As ferramentas utilizadas nessa pesquisa serão: Google Acadêmico (artigos, livros e teses digitais); Scielo (artigos digitais); livros (manuais) e sites diversos (leis, panoramas da ABRELPE, IBGE, Google Earth).

Para a coleta de dados do trabalho, foram utilizadas como fontes de pesquisa, palavras identificaram excelentes trabalhos sobre o assunto, como: disposição de resíduos sólidos, resíduos sólidos na região Centro-Oeste, comparação entre aterros e lixões. A busca de artigos e livros realizou-se dentro de um recorte temporal dos últimos 5 anos com idioma restrito à língua portuguesa.

Para a revisão de literatura, os critérios de inclusão foram estudos com texto completo disponível, que fizeram a relação entre lixões, aterros controlados e aterros sanitários. Já os critérios de exclusão foram: estudos repetidos e estudos que não incluíssem o objeto de pesquisa. Foram encontradas 78 publicações totais. Desses estudos, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, foram selecionados 25 documentos.

Conforme Gil (2002, p. 44), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas.

A pesquisa tem caráter bibliográfico e documental com abordagem narrativa buscando comparar os aterros e lixões no estado de Goiás. Trata-se de uma revisão bibliográfica realizada a partir de análise e revisão da literatura científica. A pergunta investigativa que demarcou este trabalho foi: como está a real situação do estado de Goiás em relação a quantidade de lixões ao invés de aterros sanitários?

Inicialmente será abordado a problemática dos resíduos, desde sua geração até a destinação final. A fim de explicar a forma de destinação final mais viável, este trabalho irá comparar os principais tipos de destinação final que segue como adversidades no meio social, econômico e ambiental. Os artigos selecionados contêm detalhes que se farão necessários para execução deste trabalho, principalmente, mostrará a situação do estado, a fim de melhorar cada vez mais no gerenciamento de resíduos sólidos.

Por meio da modalidade quantitativa, este trabalho irá identificar todos os municípios que se adequaram, transformando seus lixões e aterros controlados em aterros sanitários, sendo impulsionados obrigatoriamente pela Lei 12.305 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apontaram que a geração de resíduos sólidos no Brasil tem aumentado nos últimos anos. Indicando 2018 como o ano de maior geração de resíduos, como observado na tabela 1. Pode ser notado, um incremento de 0,7182% na geração de resíduos entre os anos de 2016 e 2017, 1,0958% entre os anos de 2017 e 2018 e uma diminuição da geração, de -0,2732% entre os anos 2018 e 2019.

**Tabela 1:** Geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil e região Centro-Oeste entre 2016 e 2019.

Panorama ABRELPE	Ano	Geração de Resíduos Sólidos Urbanos		
		Freq. Absoluta - Brasil (t/ano)	Freq. Absoluta - Centro-Oeste (t/ano)	Freq. Relativa - Centro-Oeste (%)
	2017	77.867.598	5.598.005	7,19%
	2018	78.426.820	5.664.435	7,22%
	2019	79.286.214	5.831.112	7,35%
	2020	79.069.585	5.815.180	7,35%
	<b>Total</b>	392.950.217	29.225.422	7,43%

Fonte: Abrelpe, 2017, 2018, 2019, 2020.

Nos resultados sobre a quantidade de resíduos sólidos gerados entre os anos de 2007 e 2014 nota-se uma crescente evolução (Tabela 2). Segundo a tabela de Franceschi et al. (2017, p. 65), percebe-se que de 2009 para 2010 houve um aumento significativo de 4.512.130 t/ano na geração de resíduos sólidos no Brasil, considerado o maior comparando aos demais. Observa-se uma grande diferença entre os anos de 2007 e 2014, sendo um aumento de 17.025.060 t/ano. Confrontando-se o Quadro 1 com o Quadro 2, observa-se que atualmente a população e a gestão pública estão mais preocupadas com a geração de resíduos sólidos, dando ênfase na diminuição da geração de resíduos de -0,2732% entre os anos 2018 e 2019.

**Tabela 2:** Geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil entre 2007 e 2014.

Anos	Geração de Resíduos Sólidos (t/ano)
2007	61.558.345
2008	61.925.535
2009	66.695.720
2010	71.207.850
2011	72.457.610
2012	73.386.170
2013	76.387.200
2014	78.583.405

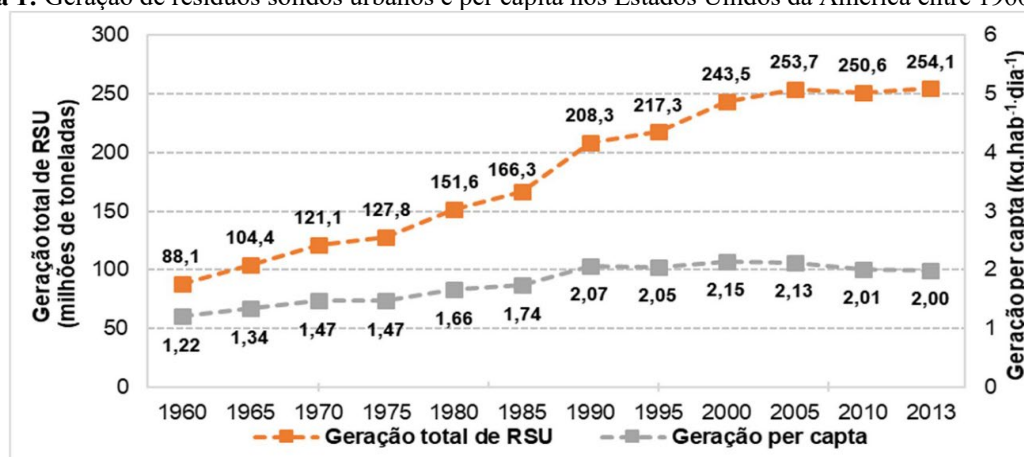
Fonte: Franceschi et al, 2017.

Mencionado por Filho, Sousa e Junior (2020, p. 99), comparando a gestão brasileira com a gestão da América do Norte, tem-se que as duas são parecidas em termos de princípios e objetivos, como: a não geração, redução, reutilização, reciclagem e a destinação final de resíduos sólidos. No entanto, na prática da disposição final e na geração de resíduos observa-se

algumas divergências. Diferente do Brasil, os Estados Unidos da América (EUA) por exemplo, é um país desenvolvido, ou seja, sua economia consegue suprir tecnologias de alto custo em seus municípios; mencionando também que o crescimento populacional deste é maior, tendo-o como o país que mais gera resíduos sólidos no mundo. No Brasil, a grande maioria de resíduos gerados são dispostos em lixões, enquanto nos EUA, com seu alto recurso financeiro, não só conseguem optar por aterros sanitários como também por outras tecnologias mais viáveis como a incineração transformando os resíduos sólidos em energia elétrica.

A geração de resíduos sólidos nos EUA (Figura 1) desde 1960 até 2005 obteve um crescimento significativo devido à crise econômica enfrentada pelo país, contudo, logo se estabilizou de 2006 à 2013. Contrapondo a Figura 1 com o Quadro 2, identifica-se que a geração entre os anos de 2007 e 2014 dos EUA é mais do que o triplo da geração de resíduos sólidos no Brasil.

**Figura 1:** Geração de resíduos sólidos urbanos e per capita nos Estados Unidos da América entre 1960 e 2013.

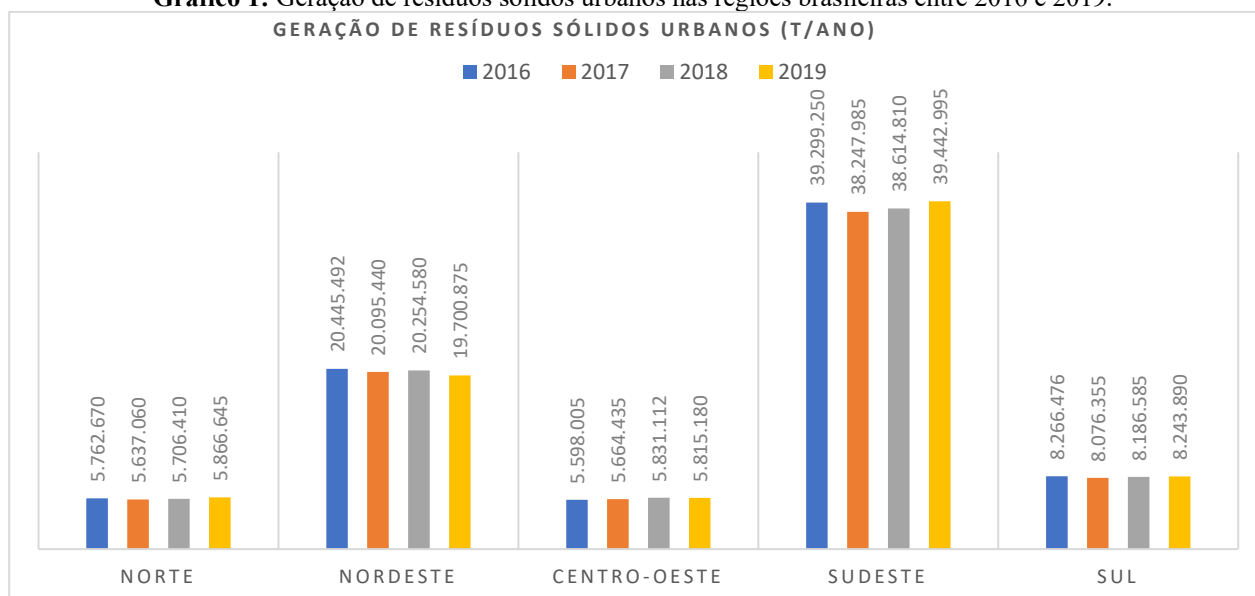


Fonte: Simões *et al.*, 2019.

Outros importantes dados são observados em relação à geração de resíduos na região Centro-Oeste brasileira. Acompanhando os índices nacionais, a região apresentou incremento na geração de resíduos de 1,1867% entre os anos de 2016 e 2017, 2,9425% entre os anos de 2017 e 2018 e diminuição na geração, de -0,2732% entre 2018 e 2019. Apesar do incremento negativo do ano de 2019 no Brasil e na região Centro-Oeste, tem-se que a geração de resíduos ainda permanece maior que nos anos de 2016 e 2017.

Em relação à geração de resíduos sólidos nas regiões brasileiras (Gráfico 1), tem-se a região Sudeste como a maior geradora e as regiões Norte e Centro-Oeste com menores índices de geração. A Figura 2 traz a representação da quantidade de resíduos gerados ao ano na região Centro-Oeste nos anos estudados, destacando os anos de 2018 e 2019 com maiores índices de geração de resíduos sólidos.

**Gráfico 1:** Geração de resíduos sólidos urbanos nas regiões brasileiras entre 2016 e 2019.



Fonte: Abrelpe, 2017, 2018, 2019, 2020.

No último ano, analisado pela Abrelpe (2020, p. 15), foram colocadas informações dos estados que abrangem o Centro-Oeste (Quadro 3). Portanto, no ano de 2019 foram geradas 5.815.180 toneladas. Entre os 4 estados pertencentes ao Centro-Oeste, o Distrito Federal resultou em 19% da quantidade de toneladas geradas, Goiás com 43,48%, Mato Grosso com 20,76% e Mato Grosso do Sul com 16,76%. Goiás destaca-se como maior gerador do Centro-Oeste no último ano registrado. Observando a geração de resíduos sólidos, consegue-se identificar que Goiás é o maior gerador na região Centro-Oeste, contudo, há fatores que influenciam na geração de resíduos sólidos.

**Quadro 3:** Estimativa populacional e geração de resíduos sólidos urbanos nos estados da região Centro-Oeste.

Regiões	População Estimada		Geração de Resíduos Sólidos Urbanos - 2019	
	Freq. Relativa (t/ano)	Freq. Absoluta (%)	Freq. Relativa (t/ano)	Freq. Absoluta (%)
Distrito Federal	3.055.149	18,51%	1.104.855	19,00%
Goiás	7.113.540	43,10%	2.528.355	43,48%
Mato Grosso	3.526.220	21,37%	1.207.420	20,76%
Mato Grosso do Sul	2.809.394	17,02%	974.550	16,76%
<b>Centro-Oeste</b>	<b>16.504.303</b>	<b>100,00%</b>	<b>5.815.180</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Abrelpe, IBGE, 2020.

A pesquisa realizada por Cardoso et al (2017, p. 2) revela que, dos fatores que influenciam na geração de resíduos sólidos, tem-se: a renda per capita; a densidade demográfica; a concentração de atividades econômicas; o grau de escolaridade; e o crescimento populacional. Já o estudo de Ribeiro e Mendes (2018, p. 431), acrescenta fatores diretamente

proporcionais à geração de resíduos sólidos, como: a faixa etária e a existência de crianças nos domicílios.

Colvero et al (2017, p. 933-934) realizou uma análise em seu trabalho, sobre a relação entre a geração de resíduos sólidos e a população dos municípios no estado de Goiás. A geração per capita dos resíduos sólidos urbanos no estado de Goiás varia conforme a faixa populacional. O estudo bibliográfico obteve dados estimados, sendo que, quanto maior a população de um município, maior a produção de resíduos sólidos.

De acordo com a Lei Federal nº 12.305, após sua geração, os resíduos sólidos necessitam de um tratamento correto para minimizar os impactos ambientais negativos. É necessário acatar um sistema conveniente que seja capaz de contemplar as fases de gerenciamento dos resíduos, desde a sua origem até a disposição final (BRASIL, 2010). A Política Nacional de Resíduos Sólidos retrata uma ordem de prioridade no gerenciamento de resíduos sólidos, sendo a disposição final, utilizada como última opção.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos consta que: “a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do Art. 9º, deverá ser implantada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta Lei” (BRASIL, 2010). A Abrelpe (2020, p. 42) comenta que após esse período, o prazo sofreu alteração com a sanção da Lei nº 14.026/2020, contudo, ainda se percebe que o país está com grandes problemas em relação à adequação de aterros sanitários. Na realidade de Ramos, Santos e Oliveira (2020, p. 2-3), grande parte dos resíduos sólidos pós-uso têm destinação inadequada nos centros urbanos brasileiros. Esses resíduos, em sua maioria, são dispostos em lixões e aterros controlados, contribuindo para a poluição do solo, ar e recursos hídricos, quando deveriam ser dispostos em aterros sanitários, minimizando os impactos ambientais negativos.

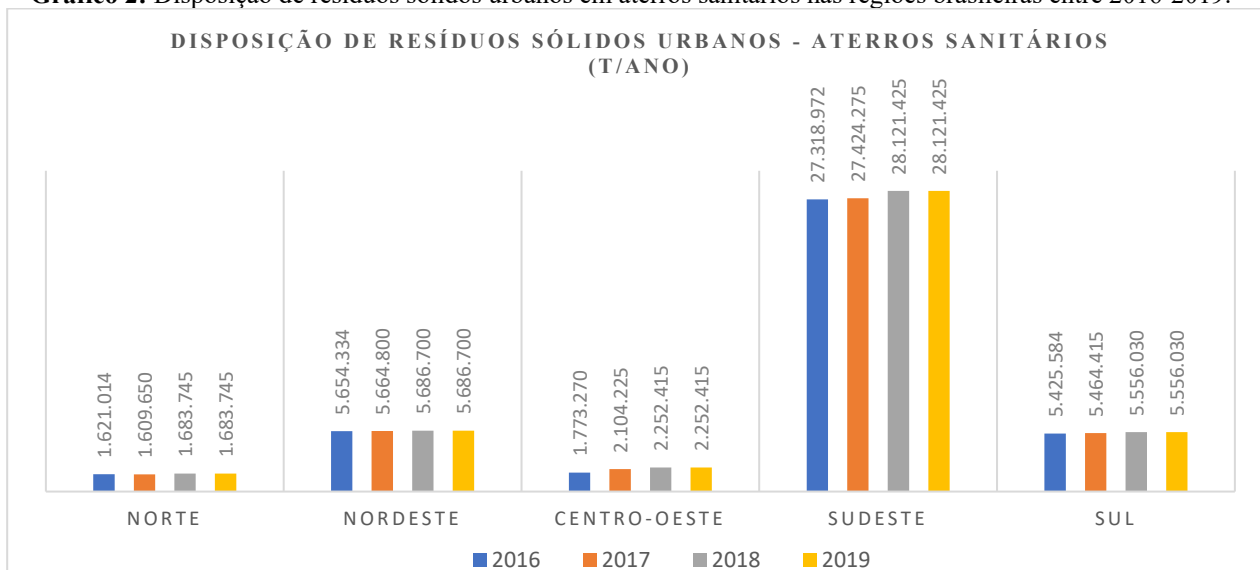
Sabe-se que a disposição final de resíduos sólidos ambientalmente correta é o aterro sanitário, contudo, o Brasil é um país com grandes problemas em relação a isso. Silva e Tagliaferro (2021, p. 12218) aponta aterro sanitário como um conjunto de normas operacionais específicas, com princípios de engenharia, sendo elas: impermeabilização; sistemas de drenagem; compactação; estabilidade de maciço; monitoramento ambiental; queima controlada do biogás; entre outros, objetivando tanto a redução de impactos ambientais quanto a redução de custos na implantação da obra, garantindo a segurança e estabilidade do empreendimento.

Grande parte dos resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários são referentes à região Sudeste, sendo a região brasileira mais populosa, contudo, no Gráfico 2 observa-se que além



da região Sudeste, o Centro-Oeste também obtém maior avanço em relação à disposição de resíduos sólidos urbanos entre os anos de 2016 a 2019 quando comparados com as outras regiões brasileiras.

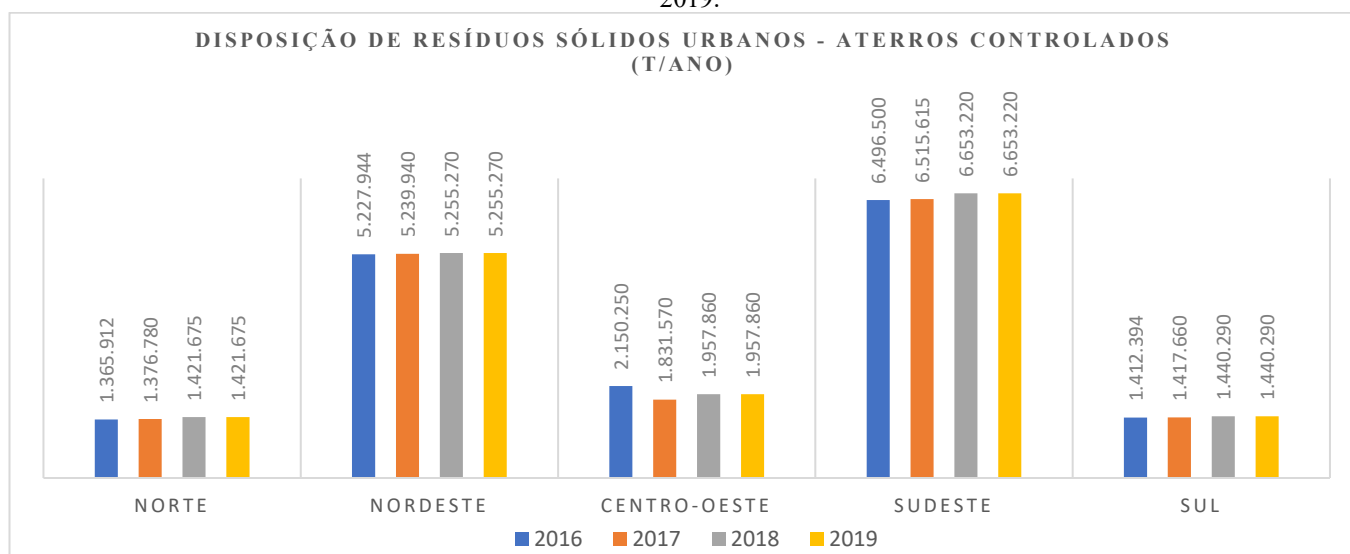
**Gráfico 2:** Disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários nas regiões brasileiras entre 2016-2019.



Fonte: Abrelpe, 2017, 2018, 2019, 2020.

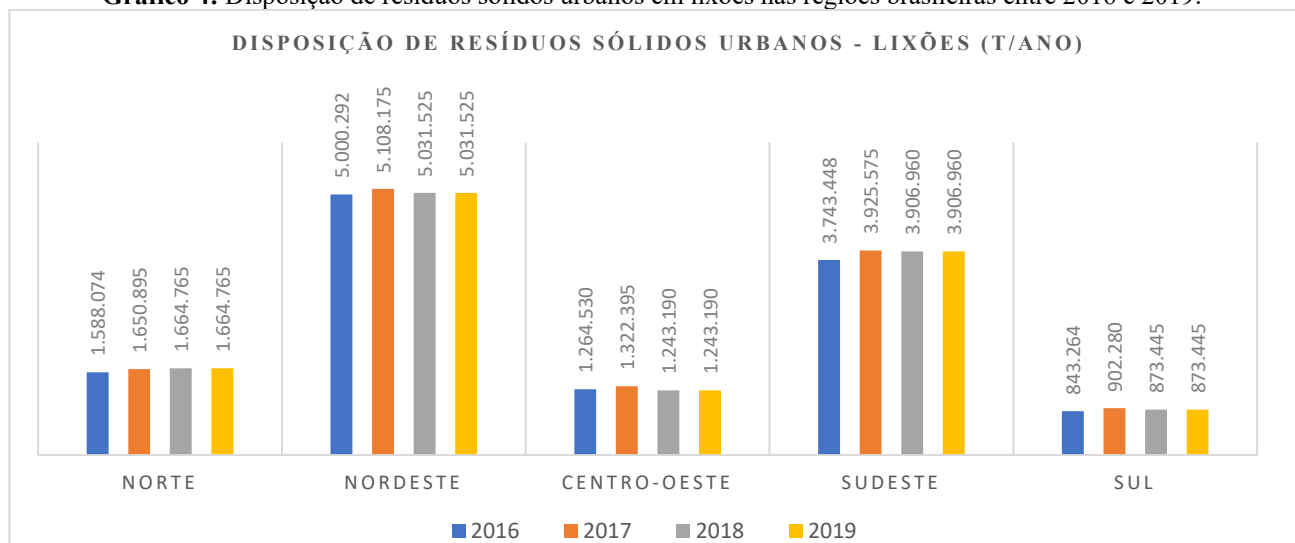
De acordo com Luiz e Rosendo (2012, p. 187), o lixão não contém proteção contra a poluição da água, do solo e proliferação de vetores, quando os resíduos são dispostos a céu aberto. O aterro controlado é semelhante ao lixão, diferindo apenas da cobertura com uma camada de solo, sem utilizar técnicas de engenharia. Nos Gráficos 3 e 4 pode-se observar que a única região brasileira que obteve redução na disposição de resíduos sólidos em aterros controlados e lixões quando se compara os anos de 2016 a 2019, foi o Centro-Oeste.

**Gráfico 3:** Disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros controlados nas regiões brasileiras entre 2016 e 2019.



Fonte: Abrelpe, 2017, 2018, 2019, 2020.

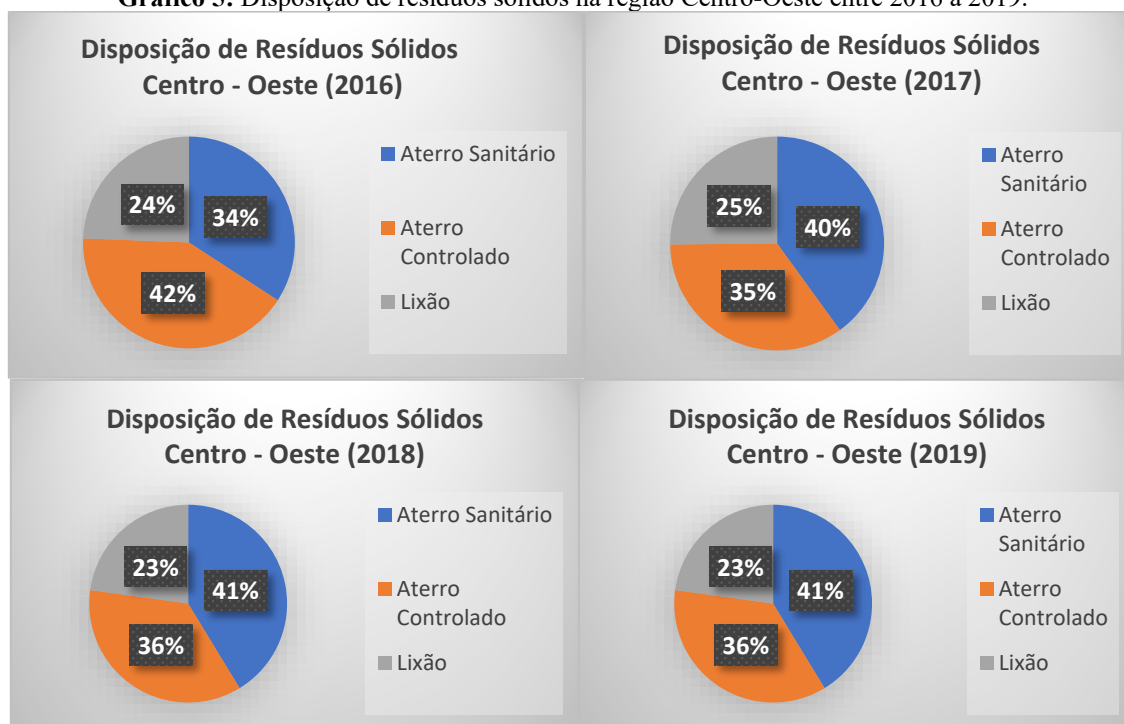
**Gráfico 4:** Disposição de resíduos sólidos urbanos em lixões nas regiões brasileiras entre 2016 e 2019.



Fonte: Abrelpe, 2017, 2018, 2019, 2020.

A disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários na região Centro-Oeste avançou cerca de 7% quando se compara os anos de 2016 e 2019 (Gráfico 5). Contudo, deve-se observar que 6% dessa evolução foi de 2016 para 2017, ou seja, a adequação dos municípios do Centro-Oeste para disposição de seus resíduos em aterros sanitários, está devagar. Analisando os dados da Figura 6 entre os anos de 2016 e 2019, conclui-se que a região Centro-Oeste teve um impacto significativo na redução de aproximadamente 6% dos resíduos sólidos dispostos em aterros controlados, e cerca de 1% em lixões.

**Gráfico 5:** Disposição de resíduos sólidos na região Centro-Oeste entre 2016 a 2019.



Fonte: Abrelpe, 2017, 2018, 2019, 2020.

De acordo com Diniz e Abreu (2018, p. 22), considera-se que, nos municípios brasileiros, há grandes problemas relacionados com os recursos financeiros, humanos e tecnológicos quando se trata da gestão de resíduos sólidos. A fraca organização dos órgãos ambientais e municipais, e a baixa capacitação técnico-administrativa dos agentes públicos são fatores que influenciam na disposição de resíduos sólidos em lixões e aterros controlados. A conscientização da população também tem grande influência nos problemas ambientais decorrentes da destinação incorreta dos resíduos, já que o baixo engajamento da população dificulta ainda mais na coleta seletiva. Também considerado como um dos problemas municipais na gestão de resíduos, tem-se a baixa eficiência operacional resultante da fraca integração dos órgãos municipais.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A intensa necessidade de consumo promovendo a crescente utilização dos recursos naturais, resultante no descarte de resíduos sólidos de forma exagerada, chegando a ultrapassar o próprio crescimento populacional, se tornou um dos maiores problemas de poluição relacionados ao meio ambiente na atualidade. A Política Nacional de Resíduos Sólidos dispõe uma prioridade quando se trata do gerenciamento de resíduos sólidos, a fim de minimizar a quantidade de resíduos dispostas tanto em lixões quanto em aterros, sendo ela: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).

A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos é a última opção na ordem de prioridade no gerenciamento de resíduos sólidos, contudo, a maior parte dos resíduos sólidos do Brasil são dispostos em lixões e aterros controlados. Os lixões e aterros controlados são meios de disposição final de resíduos sólidos ambientalmente incorretos, já que os mesmos não têm o controle de poluição do ar, solo e água. A disposição de resíduos sólidos mais adequada se trata do aterro sanitário, visto que, contém impermeabilização do solo, queima controlada do biogás, sistema de drenagem, monitoramento, entre outros.

Grande parte dos problemas relacionados a destinação de resíduos sólidos está na gestão pública, como: os recursos financeiros, humanos e tecnológicos; a baixa capacidade técnico-administrativa dos agentes públicos; a desorganização dos órgãos municipais; falta de conscientização da população em relação a coleta seletiva; e a baixa eficiência operacional.

Dentre as regiões brasileiras, o estudo identificou que de 2016 a 2019, o Centro-Oeste obteve grande avanço na adequação de aterros sanitários nos seus municípios de acordo com a

Lei 12.305/2010, diminuindo a taxa de lixões e aterros controlados. Contudo, ainda falta muito para que todos os municípios estejam de acordo com a legislação, com aterros sanitários, contribuindo para a sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduo Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: <[https://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama\\_abrelpe\\_2017.pdf](https://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2017.pdf)> Acesso em: 02 fev. 2022.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduo Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>> Acesso em: 04 jan. 2022.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduo Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>> Acesso em: 12 jan. 2022.

ARAÚJO, K. K.; PIMENTEL, A. K. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros Vergel do Lago e Jatiúca em Maceió, Alagoas. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 626-668, out. 2015.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2022]. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/DOUconstituicao88.pdf](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/DOUconstituicao88.pdf)> Acesso em: 12 jan. 2022.

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. Diário Oficial da União, Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)> Acesso em: 10 jan. 2022.

CARDOSO, M. S. S.; NASCIMENTO, E. P.; ZANETI, I. C. B. B.; PINEDA, F. J. C. Análise da Geração dos Resíduos Sólidos Domésticos no Distrito Federal. **Anais do VIII Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente – SNCMA**, 2017, Distrito Federal, v. 8, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/sncma/article/view/74/73>>. Acesso em: 19 jan. 2022.

CARVALHO, R. de C. P. S. **Análise geo-ambiental em área de disposição de resíduos sólidos: um estudo do aterro controlado de Teresina, (PI)**. 2015. 444 f. Tese (Doutorado) - Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2015.

COLVERO, D. A.; CARVALHO, E. H.; PFEIFFER, S. C.; GOMES, A. P. Avaliação da geração de resíduos sólidos urbanos no estado de Goiás, Brasil: análise estatística de dados. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Goiânia, v. 22, p. 931-941, out. 2017.

DINIZ, G. M.; ABREU, M. C. S. Disposição (ir) responsável de resíduos sólidos urbanos no estado do Ceará: desafios para alcançar a conformidade legal. **Revista de Gestão Social e Ambiental, São Paulo**, v. 12, n. 2, p. 21-38, maio/ago. 2018.

FILHO, F. O. H. F.; SOUSA, D. P. F.; JUNIOR, F. H. C. Panorama das gestões americana e brasileira de resíduos sólidos urbanos: desafios e méritos alcançados. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 98-102, out. 2020.

FRANCESCHI, F. R. A.; SANTIAGO, C. D.; LIMA, T. Q.; PUGLIESI, E. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: uma discussão sobre a evolução dos dados no período 2003-2014. **Revista DAE**, São Paulo, v.2, p. 61-68, maio, 2017.

GARCIA, M. B. S.; NETO, J. L.; MENDES, J. G.; XERFAN, F. M. F.; VASCONCELLOS, C. A. B.; FRIEDE, R. R. Resíduos sólidos: responsabilidade compartilhada. **Semiotes**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 77-91, jul./dez. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Edição 4. São Paulo: Editora ATLAS S. A., 2002.

LUIZ, L. M.; ROSENDO, J. S. Identificação dos impactos ambientais decorrentes dos resíduos sólidos produzidos na área urbana do município de Capinópolis-MG. **Brazilian Geographical Journal**, Uberlândia, v. 3, n. 1, p. 182-200, jan./jun. 2012.

RAMOS, S. P.; SANTOS, S. L. S.; OLIVEIRA, F. A. Lei da política nacional de resíduos sólidos: análise conceitual de destinação e disposição adequadas de resíduos sólidos. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v. 14, n. 1, p. 1-14, set. 2020.

RIBEIRO, B. M. G.; MENDES, C. A. B. Avaliação de parâmetros na estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 422-443, ago. 2018.

SILVA, W. K. A. S.; TAGLIAFERRO, E. R. Aterro sanitário - a engenharia na disposição final de resíduos sólidos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 12216-12236, fev. 2021.

SIMÕES, A. L. G.; POLASTRI, P.; VARESCHINI, D. T.; GIMENES, M. L.; SCHALCH, V. Panorama geral dos resíduos sólidos urbanos no âmbito mundial. **Anais do II Congresso Sul-Americano de Resíduos e Sustentabilidade**. Foz do Iguaçu/PR, p. 1-7, maio, 2019. Disponível em <<http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/IV-122.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2022.

# CAPÍTULO 22

## ÁGUAS DA TRILHA DE ACESSO A CACHOEIRA FAROFA DE CIMA, PARQUE NACIONAL DA SERRA DO CIPÓ, MINAS GERAIS

**Andreza Cristina Santiago Ferreira**  
**Rodolfo Alves Barbosa**  
**Lucas Jesus da Silveira**  
**Aline Gonçalves Spletzer**  
**Herly Carlos Teixeira Dias**

### RESUMO

A manutenção e aplicação de práticas de conservação de solo e água das trilhas de acesso aos atrativos turísticos em Unidades de Conservação, como as do Parque Nacional da Serra do Cipó, localizado em Minas Gerais, é fundamental para minimizar riscos de acidentes e a degradação desses locais. O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização hidrológica da trilha de acesso a Cachoeira Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó, considerando as águas de contribuição. O mapeamento e diagnóstico visual em campo e a delimitação das bacias, cálculos de declividade, morfometria e NDVI foram realizados em ambiente SIG para caracterizar a trilha. A trilha de acesso a Cachoeira Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó apresentou 11 pontos de interesse e de belezas naturais relacionadas aos recursos hídricos. A trilha intercepta três áreas de contribuição de elevada área e amplitude altimétrica (até 895 m) e baixa quantidade de vegetação definida pelo NDVI como formações florestais devido ao baixo percentual entre 0,6 e 0,9. As principais recomendações para os gestores e visitantes da trilha estão relacionadas à necessidade de maior sinalização dos pontos descritos. Além disso, é de suma importância a recuperação das áreas com erosão hídrica, principalmente a voçoroca, e a restauração de cada fitofisionomia em pontos estratégicos para reduzir os riscos de cheias repentinas nos córregos e cachoeiras da região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Unidades de conservação; Turismo; Bacias hidrográficas.

### INTRODUÇÃO

O Parque Nacional da Serra do Cipó localizado em Minas Gerais é considerado uma das principais Unidades de Conservação do Brasil, onde existem diversos cursos d'água que abastecem grandes cidades do estado (Madeira et al., 2019). Diversas cachoeiras e cursos d'água de águas limpas atraem turistas de diversos locais, movimentando a economia local (Cardoso, 2022).

A Unidade de Conservação está em processo de avaliação para fins de concessão à iniciativa privada, com a prestação dos serviços públicos de apoio à visitação, com previsão do custeio de ações de apoio à conservação, à proteção e à gestão através do Decreto nº 10.958/2022 (Brasil, 2022). Dessa forma, projetos para a conservação e proteção das trilhas e dos destinos turísticos do parque são fundamentais.

A manutenção e aplicação de práticas de conservação das trilhas de acesso aos atrativos turísticos é fundamental para evitar acidentes e degradação desses locais (Fonseca et al., 2018). Preparo físico e noções de orientação são fatores importantes para realizar trilha, sendo que, para comportar diferentes perfis de frequentadores são necessárias informações sobre a realidade do percurso, caminho e dos atrativos locais.

A adoção de técnicas conservacionistas, como o direcionamento do escoamento da água para fora da trilha possibilita maior segurança ao frequentador e ganhos ambientais e ecológicos em detrimento às trilhas com traçados mal planejados, uso intenso, solos compactados e ausência de medidas conservacionistas que podem causar erosões, formação de ravinas e deslizamentos de massa (Gualtieri-Pinto et al., 2009; Almeida et al., 2019).

A presença de córregos e rios no percurso podem apresentar desafios em caso de chuvas intensas nas bacias hidrográficas, como com a ocorrência de “cabeças d'água”, que são eventos de cheia repentina em locais declivosos ao longo de serras e montanhas (Collischonn, Kobiyama, 2019). A presença de neossolo litólico e de rochas comuns nesse ambiente promovem um maior escoamento superficial da água de chuva, podendo causar graves acidentes com os turistas.

Dessa forma, considerar as bacias hidrográficas que compõem o percurso são fundamentais para o planejamento seguro e a conservação das trilhas de uma unidade de conservação. Estudos nessa linha, com lacunas de conhecimento, são fundamentais visando uma maior segurança para os frequentadores em unidades de conservação.

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização hidrológica da trilha de acesso a Cachoeira Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó, considerando as águas de contribuição.

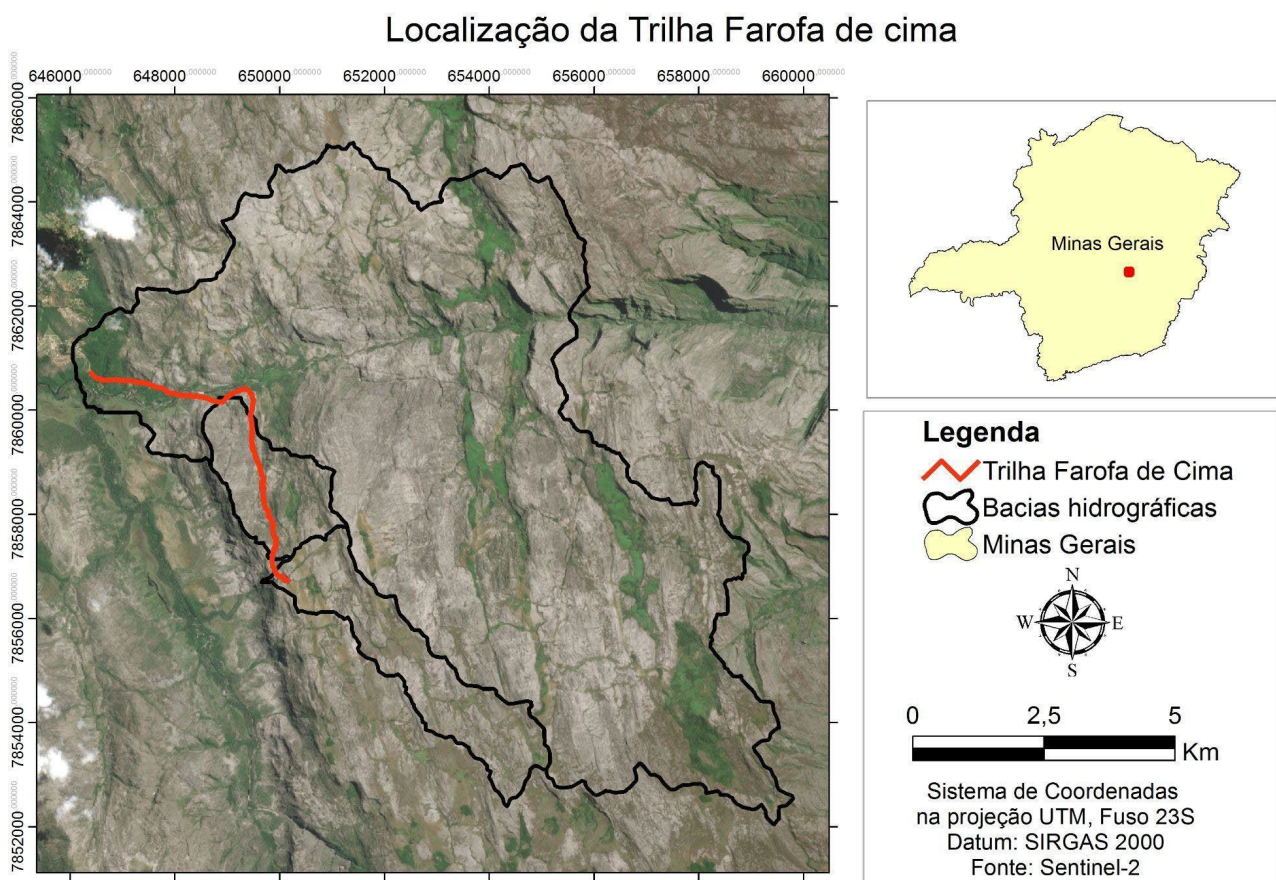
## MATERIAL E MÉTODOS

### Local de estudo

O Parque Nacional da serra do cipó, apresenta topografia acidentada e a grande quantidade de nascentes formam diversos rios, cachoeiras, cânions e cavernas de excepcional beleza natural. A Serra do Cipó localiza-se na porção sul da Serra do Espinhaço, importante divisor de duas grandes bacias hidrográficas brasileiras: a do Rio São Francisco e a do Rio Doce (ICMBio, 2022).

A trilha de acesso a Cachoeira Farofa de Cima foi avaliada a partir da entrada da portaria Retiro. A trilha ocorre em duas bacias hidrográficas, do rio Bocaina, curso d'água próximo da portaria, e do Córrego Farofa (Figura 1). A maior parte da trilha é percorrida na sub-bacia do rio Bocaina, no Córrego Caramba. O córrego Farofa segue sentido ao Rio Mascates, o encontro do Rio Mascates e do Rio Bocaina formam o Rio Cipó.

**Figura 1:** Localização das bacias de contribuição que englobam a trilha para a Cachoeira Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó-MG.



Fonte: Autoria própria, 2022.



## Caracterização da trilha

A trilha da Farofa de Cima foi escolhida devido às poucas informações orientativas de acesso, percurso e consideração hidrológica. As demais trilhas que iniciam das entradas do parque são bem sinalizadas, informando melhor os turistas.

Medições sobre variáveis do tempo e da água do rio Bocaina e no Córrego Caramba foram realizadas. A trilha foi demarcada por caminhamento utilizando o aplicativo WikLoc e um GPS Garmin<sup>®</sup>. Dados de Normais Climatológicas disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) sobre a precipitação foram obtidos. Registros fotográficos foram realizados durante o percurso, no dia 24 de maio de 2021, visando caracterizar cada ponto atrativo e com presença de curso d'água.

## Delimitação das bacias sob as trilhas

Cenas do sensor ALOS PALSAR com 12,5 m de resolução espacial e disponíveis na plataforma Alaska foram usadas para delimitação das bacias. Os dados de altitude das cenas foram corrigidos e usados para gerar o modelo digital de elevação (MDE) e extrair as bacias hidrográficas. A correção dos erros e extração das bacias foram realizadas no *software* ArcGis 10.5<sup>®</sup>. O MDE também foi utilizado para cálculo e mapeamento da declividade da trilha e das sub-bacias.

## Cálculo do NDVI da vegetação interceptada pela trilha

Imagens do sensor remoto Sentinel-2 foram adquiridas para realizar a composição de bandas do visível e o cálculo do *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), visando avaliar o vigor da vegetação interceptada pela trilha.

A resolução espacial de todas as imagens foi padronizadas para calcular o NDVI. O método utilizado para padronização foi o *downscaling* das imagens do Sentinel, transformando a resolução espacial das bandas para 30 m. A função utilizada foi *resample* com interpolação bilinear. O NDVI foi calculado com a seguinte equação:

$$NDVI = \frac{(\rho_{NIR} - \rho_{RED})}{(\rho_{NIR} + \rho_{RED})} \quad (eq1)$$

Onde:  $\rho_{NIR}$ : Reflectância na banda do infravermelho próximo;  $\rho_{RED}$ : Reflectância na banda do vermelho.

O NDVI baseia-se na alta absorção da clorofila que é constatada na região espectral do vermelho e na alta reflectância esclarecida pela estrutura interna das folhas na região do

infravermelho próximo. Rouse et al. (1973) desenvolveram um estudo onde normalizaram a relação de -1 a 1, usualmente os índices para vegetações saudáveis considerados são os que variam de 0,2 a 0,8.

## Morfometria

Os parâmetros morfométricos de área, perímetro, comprimento do eixo, elevação máxima e mínima, amplitude altimétrica foram calculados e a ordem dos canais das sub-bacias definida de acordo Strahler (1965) para caracterizar cada uma das sub-bacias interceptadas pela trilha (Tabela 1), seguindo métodos apresentados por Barbosa et al. (2022).

**Tabela 1:** Parâmetros morfométricos calculados para as bacias interceptadas pela trilha.

Parâmetros morfométricos	Métodos	Referências
<b>Parâmetros geométricos</b>		
Comprimento do eixo (Lb) (Km)		Horton (1945)
Perímetro (P) (Km)	#	#
Área (A) (Km <sup>2</sup> )	#	#
Fator de forma (Ff)	$Ff = A / Lb^2$	Horton (1932)
Índice de circularidade (Ic)	$Ic = 4\pi A/P^2$	Miller (1953)
Coefficiente de compacidade (Cc)	$Cc = P/2(\pi A)^{0,5}$	Grevelius (1941)
Razão de alongação (Re)	$Re = 1,128(A^2/Lb)$	Schumm (1956)
<b>Parâmetros da rede de drenagem</b>		
Ordem dos canais (U)	Ordem hierárquica	Strahler (1964)
Número de canais (Nu)	$Nu = N1+N2+...+Nn$	Horton (1945)
Comprimento dos canais (Lu) (Km)	$Lu = L1+L2+...+Ln$	Horton (1945)
Razão de bifurcação (Rb)	$Rb = Nu/Nu+1$	Horton (1945)
Razão de bifurcação média (Rbm)	$Rbm = \sum Rb / n$	Schumm (1956)
Densidade de drenagem (Dd) (km/km <sup>2</sup> )	$Dd = Lu/A$	Horton (1932)
<b>Parâmetros de relevo</b>		
Elevação na foz (emin) (m)	#	#
Elevação máxima (emax) (m)	#	#
Amplitude altimétrica (H)	$H = emax - emin$	Strahler (1952)
Razão de relevo (Rr) (m/m)	$Rr = H / Lb$	Melton (1957)
Orientação	Face de apresentação da foz a uma das direções cardeais	Tonello (2006)

Fonte: Autoria própria, 2022.

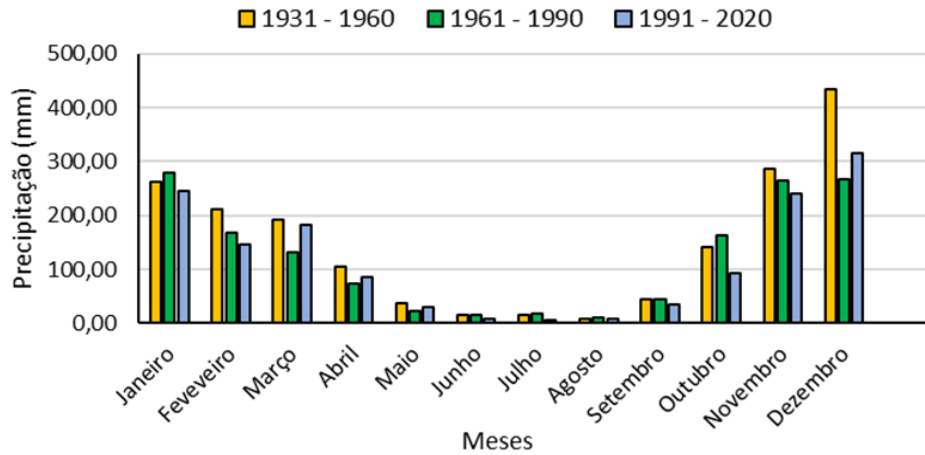
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Precipitação ocorrente

O local é caracterizado por ter duas estações bem definidas, a estação chuvosa, compreendendo os meses de outubro a abril, com maior ocorrência de chuvas no mês de

dezembro, e outra estação seca, de maio a setembro (Figura 2). A estação chuvosa coincide com o período de maior visitação de turistas no parque, o que aumenta o risco de acidentes devido a maior possibilidade de cheias repentinas nos cursos d'água dentro da unidade de conservação.

**Figura 2:** Normais climatológicas para a estação de Conceição do Mato Dentro (983589).

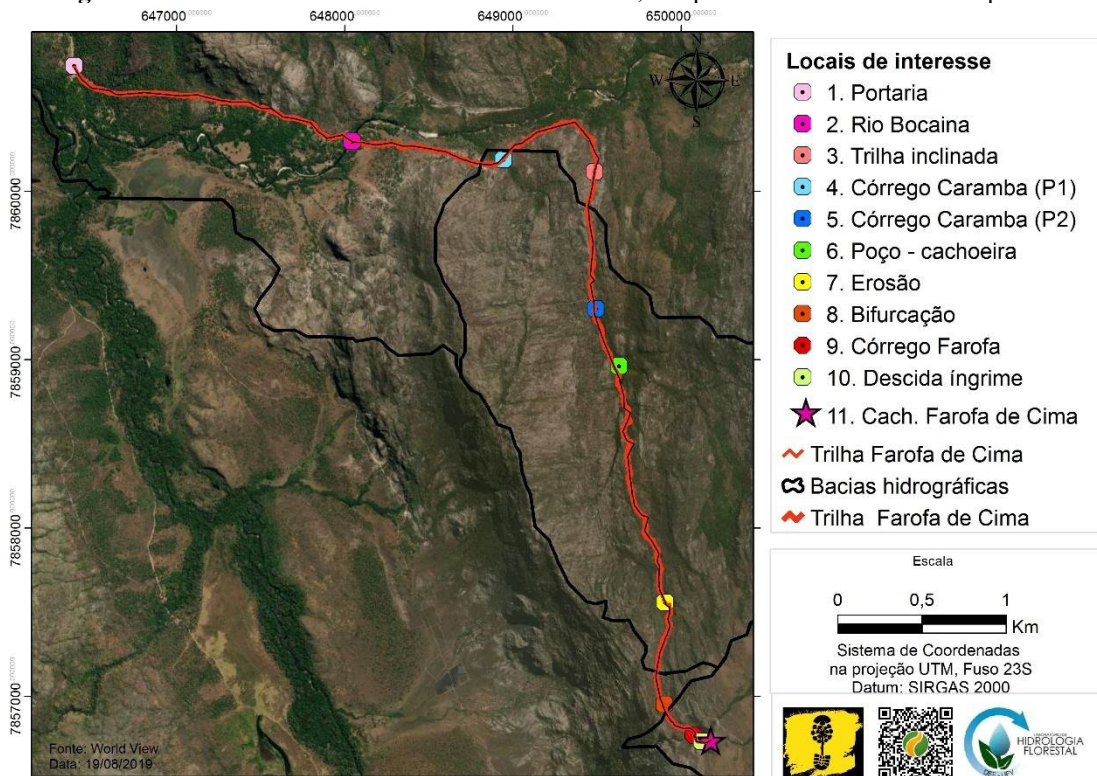


Fonte: INMET, 2022.

### Caracterização da trilha e dos principais pontos

A trilha da Farofa de Cima possui 8,3 km e percorre a bacia do rio Bocaina, principalmente, a sub-bacia do córrego Caramba e parte da bacia Córrego da Farofa (Figura 3).

**Figura 3:** Locais de interesse da trilha Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó - MG.



Fonte: Autoria própria, 2022.

O começo da trilha, saindo da portaria, é o mesmo caminho para a trilha de acesso às cachoeiras das Andorinhas, Gavião e Tombador. Esse trecho, possui pequenos córregos que atravessam a trilha, sendo possível a hidratação dos visitantes nesses locais (Figura 4).

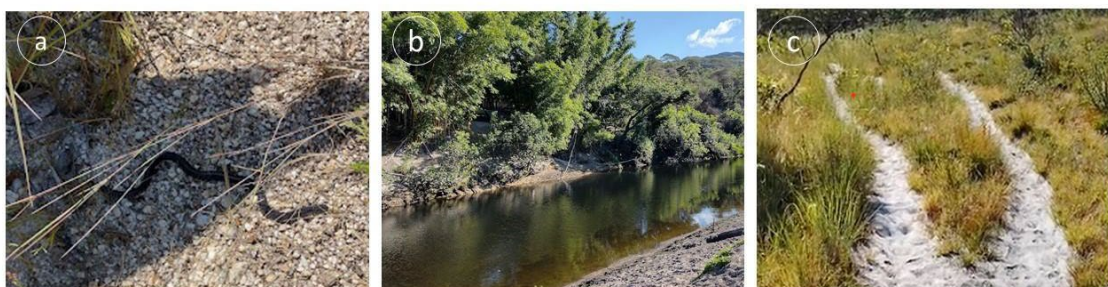
**Figura 4:** Portaria do parque da serra do Cipó (a) córrego que atravessa a trilha (b), trilha com largura bem delimitada entre a portaria e o Rio Bocaina (c).



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

A parte inicial da trilha passa em frente a algumas propriedades particulares dentro do parque, com largura entre 1-2 m por 2,6 km até o local conhecido como bambuzal, acesso ao Rio Bocaina. Próximo às margens do rio foi avistado um anfíbio cecília, ou cobra-cega, ordem Gymnophiona, animal parecido com uma cobra (Figura 5a). Para seguir na trilha é necessário atravessar o Rio Bocaina, que na data da visita, abril de 2021, estava com pouca chuva, o que tornou a travessia mais fácil (Figura 5b). Porém, pode sofrer grande variação de volume em caso de fortes chuvas na bacia hidrográfica. Após atravessar o rio, a trilha se estreita (50 cm), com alguns locais de bifurcação tornando confusa a orientação. Além disso, a grande presença de areia no local é um indício de deposição aluvial (Figura 5c).

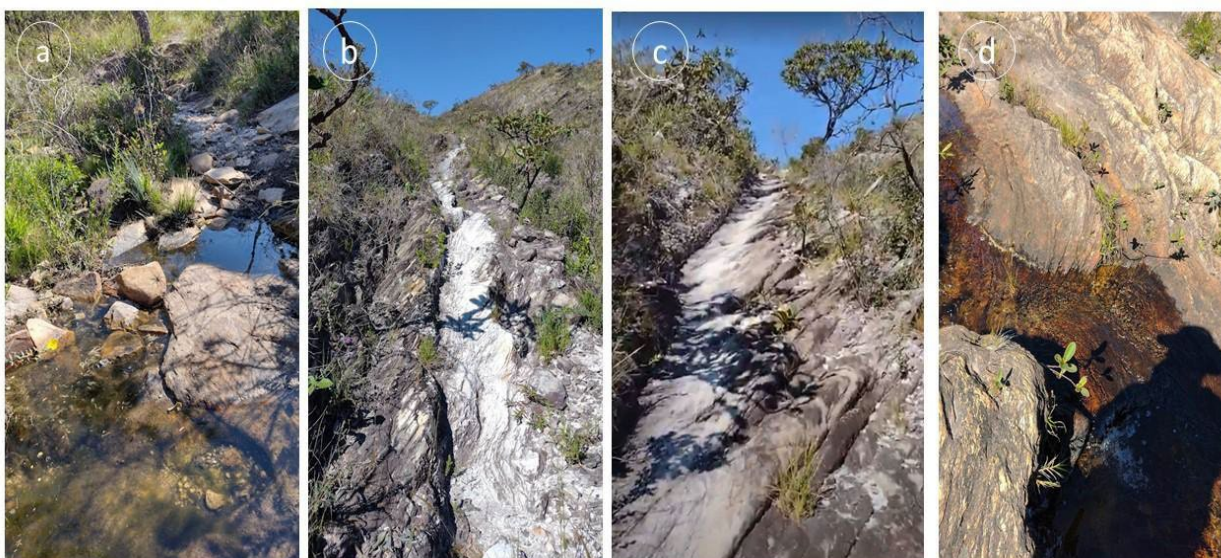
**Figura 5:** Presença de uma espécie de Cecília (a), rio Bocaina (b) e trilha bifurcada com grande presença de areia (c).



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Mais adiante, a trilha atravessa o córrego Caramba, próximo a foz, onde foi possível passar pelas rochas devido à menor vazão do curso d'água (Figura 6a). A trilha do rio Bocaina até o início da subida íngreme possui cerca de 2,4 km, após iniciar uma subida sobre a rocha por 1,2 km até a trilha atravessar o córrego Caramba pela segunda vez (Figura 6d).

**Figura 6:** Córrego Caramba, próximo a foz (a), subida íngreme (b,c), Córrego Caramba (c).



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Seguindo a trilha por mais 800 m é possível acessar ao ‘Poço Escondido’, local de grande beleza e com águas limpas e cristalinas (Figura 7).

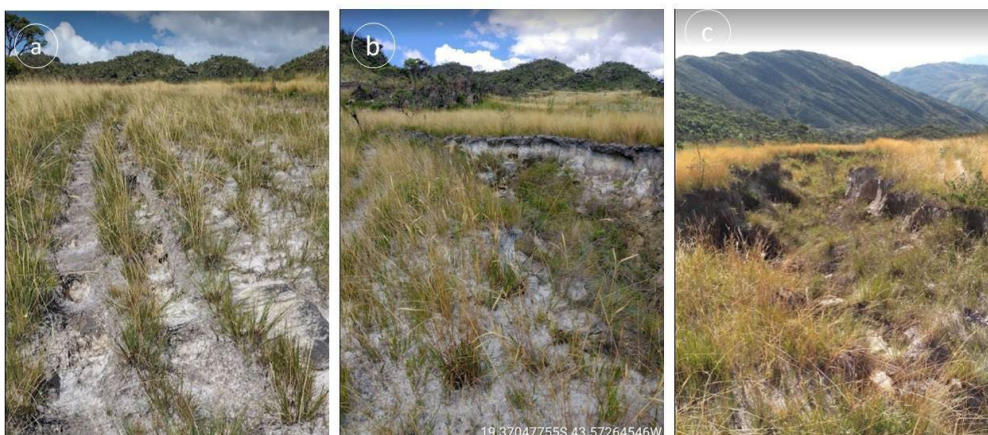
**Figura 7:** Poço escondido, Córrego Caramba, Parque Nacional da Serra do Cipó-MG.



**Fonte:** Cardoso, 2014.

Após o poço, a trilha segue pelas rochas sem orientação definida por cerca de 200 m até o local onde pudesse ser novamente avistada. A subida da trilha é acentuada até o local onde existe maior presença de erosão do solo, em alguns locais a trilha desaparece devido uma grande voçoroca (Figura 8 b-c).

**Figura 8:** Erosão ocorrente na bacia do córrego Caramba, Parque Nacional da Serra do Cipó-MG.



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

A gramínea rasteira presente no local dificulta a visualização da trilha, tornando difícil a orientação até próximo do divisor das bacias hidrográficas, onde existe uma bifurcação que dá acesso à parte alta e baixa da cachoeira (Figura 9).

**Figura 9:** Local inter-bacias e bifurcação da trilha de acesso a parte alta e parte baixa da Cachoeira Farofa de Cima.



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

A trilha segue pela bacia do Córrego Farofa e é possível avistar de longe a Cachoeira da Farofa de Cima, onde existe uma descida por uma trilha estreita até o córrego Farofa, onde é necessário atravessá-la (Figura 10a). A passagem pode ser feita com cuidado devido a forte correnteza existente no ponto, existem alguns locais específicos para atravessar. A trilha segue sobre uma área de gramínea até um local que é necessário descer sobre as rochas um local com grande declividade e seguir por um local com presença de espécies arbóreas até a cachoeira.

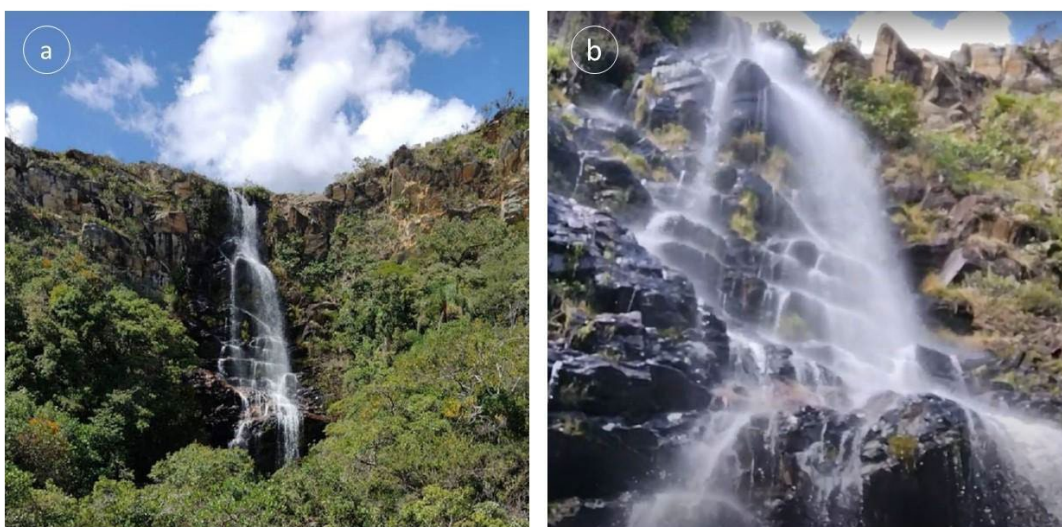
**Figura 10:** Local próximo ao Córrego Farofa, com a cachoeira Farofa de Cima ao fundo (a), descida íngreme próximo a cachoeira (b).



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Para o acesso final à cachoeira é necessário ter cuidado ao passar sobre as rochas. A cachoeira apresenta cerca de 25 m de queda e um poço fundo. O local é rodeado de mata ciliar e possui grande beleza cênica (Figura 11).

**Figura 11:** Cachoeira Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó-MG.



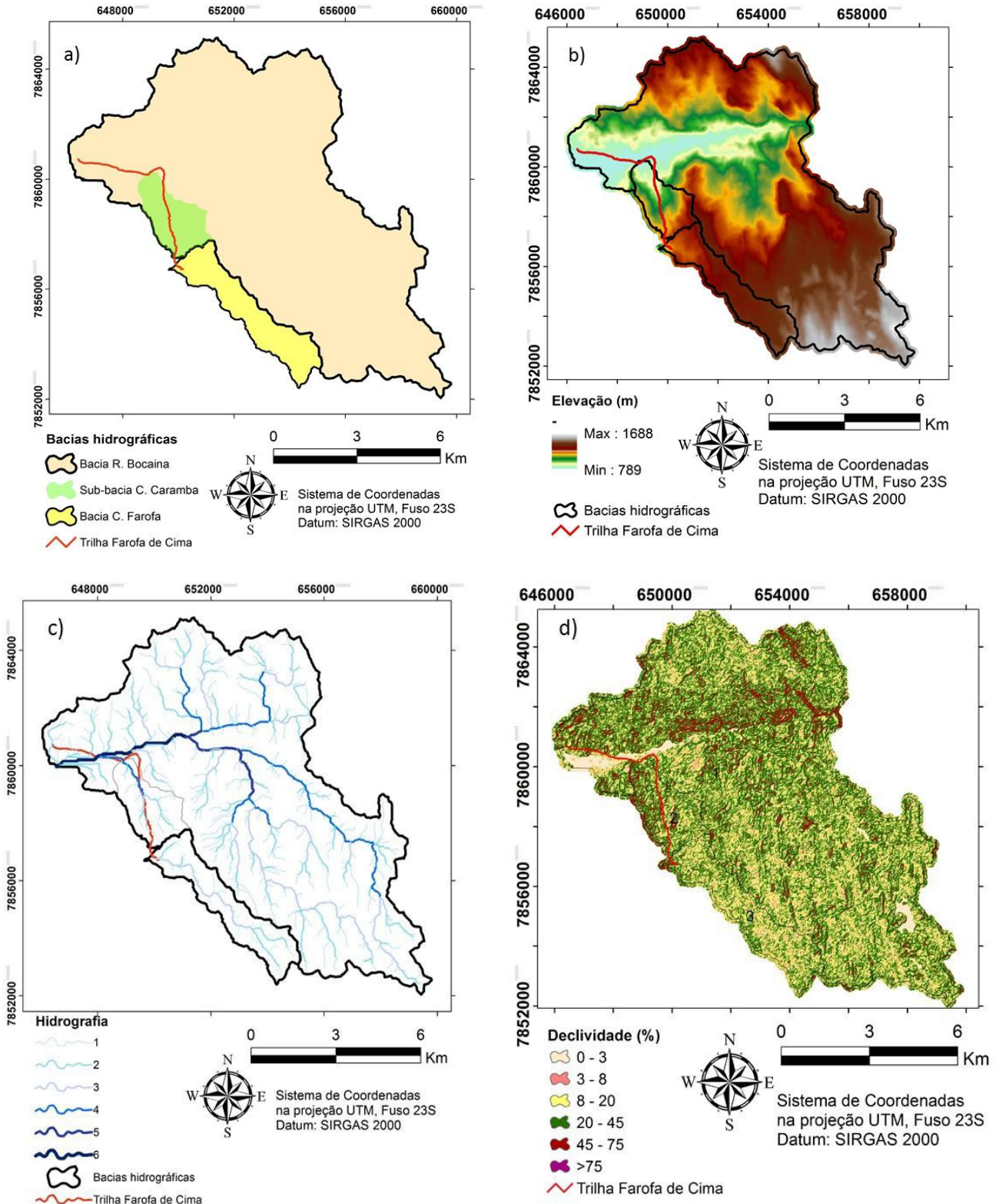
**Fonte:** Autoria própria, 2022.

### **Características das bacias**

A trilha da Farofa de Cima passa por três bacias hidrográficas, a bacia de contribuição do Rio Bocaina, a partir da portaria Retiro do Parque Nacional da Serra do Cipó, seguida pela sub-bacia do Córrego Caramba e sub-bacia do Córrego Farofa de Cima, com elevação mínima de 789 m e máxima de 1.688 m, sendo a bacia do Córrego farofa a com maior altimetria, com amplitude altimétrica de 380 m. Quanto ao ordenamento dos cursos d'água segundo Strahler, o

Rio Bocaina possui ordem 7, o Córrego Caramba possui ordem 4 e o Córrego Farofa de Cima possui ordem 3 (Figura 12).

**Figura 12:** Delimitação das bacias e sub-bacias (a), elevação (b), ordenamento da hidrografia (c) e declividade (d) das bacias interceptadas pela trilha de acesso a Cachoeira Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó-MG.

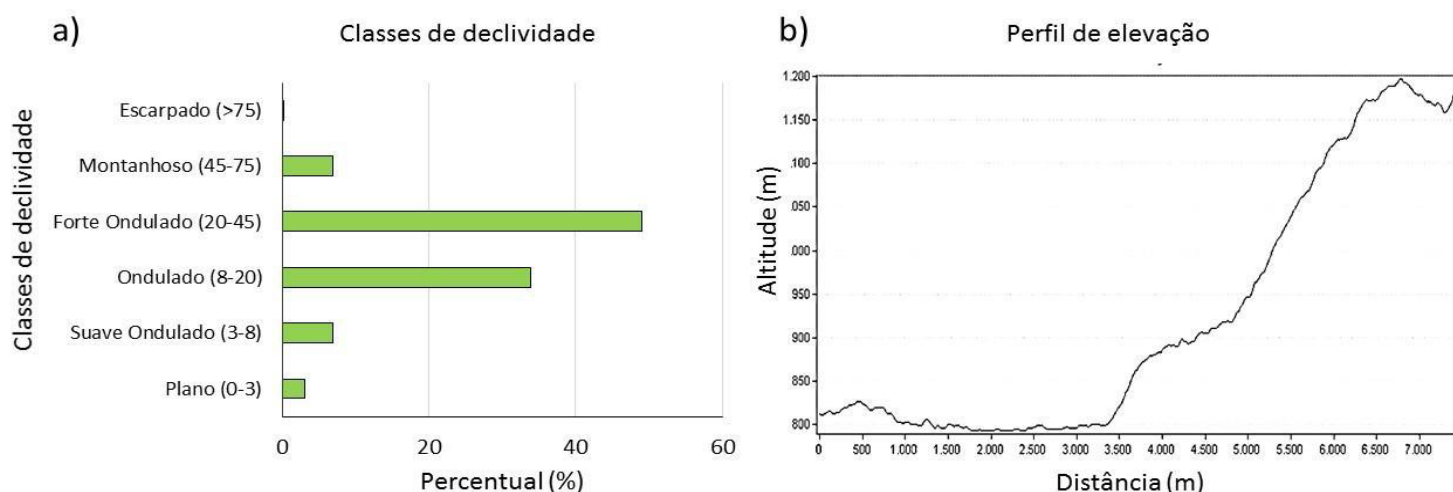


Fonte: Autoria própria, 2022.



O relevo das bacias que interceptam a trilha de acesso da Cachoeira Farofa de Cima apresentou quase 50% do relevo classificado como forte ondulado, seguido pelo relevo ondulado com mais de 30% da área (Figura 13a). Além disso, uma pequena parte da área (> 10%) foi classificada como montanhoso, que certamente corresponde a parte final do percurso da trilha, conforme mostrado no perfil de elevação (Figura 13b).

**Figura 13:** Classes de declividade das bacias interceptam a trilha e perfil topográfico percorrido durante a trilha de acesso a Cachoeira Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó-MG.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Os locais de maior declividade exigem maior atenção devido ao escoamento de água superficial após chuvas intensas. Almeida et al (2019) avaliaram a caracterização e estado de degradação das trilhas de acesso ao Pico da Bandeira e observaram maior degradação nas áreas mais declivosas, com maior taxa de erosão, sendo mais determinante que o fluxo de turistas.

A área de contribuição do Rio Bocaina possui 83,46 km<sup>2</sup>, sendo a maior dentre as três bacias hidrográficas, seguida da área de contribuição do Córrego Farofa de Cima e do Córrego Caramba com 7,26 e 4,4 km<sup>2</sup>, respectivamente (Tabela 2). A bacia que apresentou maior susceptibilidade à ocorrência de enchentes foi a sub-bacia do Córrego Caramba ( $Ff = 0,39$ ;  $Ic = 0,55$ ;  $Cc = 1,35$ ;  $Re = 0,70$ ), apresentando formato mais compacto e menor tempo de concentração em comparação com as demais (Domingues et al., 2020). A bacia do Rio Bocaina apresentou índices de forma próximos ao do Córrego Caramba, podendo, também, apresentar riscos de cheias. Entretanto, a preocupação com esta bacia se deve a sua maior dimensão e ponto de cabeceira não coincidente com a trilha, levando os visitantes a não perceber risco com chuvas que possam se formar na cabeceira do Rio Bocaina e serem surpreendidos com “cabeças d’água” durante a travessia deste curso d’água (Figura 3; Figura 5).

**Tabela 2:** Parâmetros morfométricos das bacias interceptadas pela trilha de acesso a Cachoeira Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó-MG.

Parâmetros	Bacias		
	Rio Bocaina	Córrego Caramba	Córrego Farofa
<b>Geométricos</b>			
Área (km <sup>2</sup> )	83,46	4,4	7,26
Perímetro (km)	55,52	10,04	18,17
Eixo (km)	15,96	3,37	6,52
Fator de forma - Ff	0,33	0,39	0,17
Índice de circularidade - Ic	0,34	0,55	0,28
Coefficiente de compacidade - Cc	1,71	1,35	1,90
Razão de alongação - Re	0,65	0,70	0,47
<b>Rede de drenagem</b>			
Ordem dos canais	6	4	3
Número de canais	827	50	73
Comprimento dos canais (Km)	251,5	12,62	18,74
Razão de Bifurcação Média	2,1	1,7	1,6
Densidade de drenagem (Km/Km <sup>2</sup> )	3,01	2,87	2,58
<b>Relevo</b>			
Elevação mínima (m)	793	795	1.156
Elevação máxima (m)	1.688	1.411	1.536
Amplitude altimétrica (m)	895	616	380
Razão de relevo (m/m)	0,06	0,18	0,06
Orientação	Noroeste	Noroeste	Noroeste

**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Quanto a análise da rede de drenagem, a bacia do Rio Bocaina pode ser considerada como de tamanho médio e as sub-bacias dos córregos Caramba e Farofa de Cima como de pequeno tamanho, dado os ordenamentos e números de canais (Calijuri e Bubel, 2006). Maior razão de bifurcação média (2,1) e densidade de drenagem (3,01) foram observadas para a bacia do Rio Bocaina, indicando maior susceptibilidade aos processos erosivos e menor permeabilidade (Vilella e Mattos, 1975; Howard, 1990).

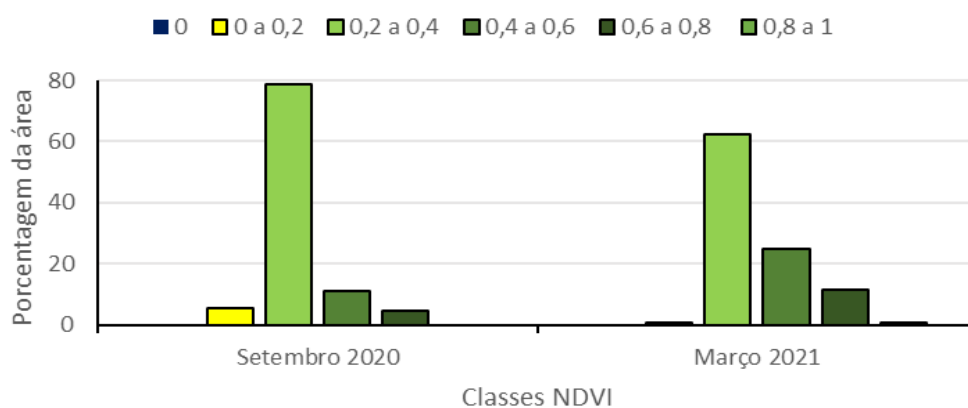
Bacias com maiores dimensões geralmente apresentam maior amplitude altimétrica (Farias et al., 2015), como foi observado para a bacia do Rio Bocaina, entretanto, o sub-bacia do Córrego Caramba apresentou grande razão de relevo (0,18 m/m), indicando relevo íngreme com susceptibilidade à ocorrência de enxurradas e erosões (Tonello et al., 2006), representando riscos aos visitantes, principalmente durante eventos de chuva.

### **NDVI da vegetação interceptada pela trilha**

As classes de NDVI mostraram que a vegetação das bacias apresenta predominantemente valores entre 0,2 e 0,4, tanto no final das chuvas (março) quanto no final da seca (setembro). Os valores superiores a 0,6 (verde escuro) apareceram em menor quantidade nas bacias. Considerando intervalo entre 0,6 a 0,9 como vegetação próximas aos cursos d'água como as matas de galeria e outras formações florestais, o trecho percorrido pela trilha



**Figura 14:** Porcentagem da área por classe de NDVI das bacias interceptadas pela trilha de acesso a Cachoeira Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó-MG.



Fonte: Autoria própria, 2022.

## CONCLUSÃO

A trilha de acesso a Cachoeira Farofa de Cima, Parque Nacional da Serra do Cipó apresentou 11 pontos de interesse e de belezas naturais relacionadas aos recursos hídricos. A trilha intercepta três bacias de contribuição com grande área de drenagem, elevada declividade, amplitude altimétrica e razão de relevo e baixa quantidade de vegetação definida pelo NDVI como formações florestais, sendo predominante campos rupestres e Cerrado típico.

As principais recomendações para os gestores e visitantes da trilha estão relacionadas à necessidade de maior sinalização dos pontos descritos. Além disso, é de suma importância a recuperação das áreas com erosão hídrica, principalmente a voçoroca, e a restauração das fitofisionomias em pontos estratégicos para reduzir os riscos de cheias repentinas nos córregos e cachoeiras da região.

As trilhas são uma das opções para os visitantes aproveitarem o parque de maneira tranquila o que permite maior interação com a natureza. Trilhas bem construídas, sinalizadas e preservadas protegem o parque, evitando ou minimizando o impacto causado por sua utilização, garantindo aos turistas maior segurança, servindo de instrumento de educação ambiental e proporcionando visibilidade para o parque.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, R. A. et al. Morphometric characterization as a tool to control flood and landslide risks in a portion of the Manhuaçu River Basin, MG, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, n. 1, p. 1-9, 2022.

BRASIL, **Decreto nº 10.958**, de 7 de fevereiro de 2022. Dispõe sobre a qualificação de unidades de conservação no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República e sobre a sua inclusão no Programa Nacional de Desestatização. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n.1, seção 1, 2022.

CALIJURI, M. C.; BUBEL, A. P. M. Conceituação de Microbacias. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. **As Florestas Plantadas e a água - implementado o conceito de microbacias hidrográficas como unidade de planejamento**, São Carlos, RiMa, p.45-60, 2006.

CARDOSO, F. A. A. Cachoeira Farofa de Cima: joia reservada do ParnaCipó. **Chico Trekking**, Belo Horizonte, 28 de fevereiro de 2014. Disponível em: <https://www.chicotrekking.com.br/2014/02/cachoeira-farofa-de-cima-outra-joa.html>. Acesso em 15 de março de 2022.

COLLISCHONN, W.; KOBİYAMA, M. A hidrologia da cabeça d'água (1). In **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, n.23., Foz do Iguaçu, 2019. Anais eletrônicos [...]. Porto Alegre: ABRH, p.1-10. Disponível em: <https://anais.abrhydro.org.br/job.php?Job=5239> Acesso em 15 de abril de 2022.

DE ALMEIDA, M. P. et al. Characterization and degradation state of the trails in Caparaó National Park. **Floresta**, v. 49, n. 4, p. 709-716, 2019.

DOMINGUES, G. F. et al. Caracterização morfométrica e comportamento hidrológico da bacia hidrográfica do Rio Pardo. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 2, p. 03-16, 2020.

FARIAS, R. N. et al. Análise morfométrica e de usos do solo da bacia hidrográfica do Arroio Candiota, RS, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 42, n. 2, p. 159-172, 2015.

FONSECA FILHO, R. E.; VARAJÃO, A. F. D. C. FIGUEIREDO, M. A. Qualidade do solo como um atributo para uma metodologia de manejo de trilhas do Parque Nacional da Serra do Cipó (MG). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, v.4, n.4, p.508, 2011.

FONSECA FILHO, R. E. et al. Pedological aspects as environmental quality indicators of a touristic trail in the Serra do Cipó National Park/MG. **REM-International Engineering Journal**, v. 71, p. 543-551, 2018.

HORTON, R. E. Drainage-basin characteristics. **American Geophysical Union**, v. 13, n. 1, p. 350-361, 1932.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

HOWARD, A. D. Role of hypsometry and planform in basin hydrologic response. **Hydrological Processes**, v. 4, n. 4, p. 373-385, 1990.

JARDIM, C. H.; GALVANI, E. Unidades topoclimáticas no Parque Nacional da Serra do Cipó. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 30, p. 219-245, 2022.

LIMA, Á. A. X. **Análise espaço-temporal dos impactos do desmatamento no município de Águas Vermelhas -MG**. 2020. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Agrimensura e Cartográfica) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2020.

LOPES, C. G. F. **Os becos sem saída da sustentabilidade no turismo: Efeitos ambientais e sociais do crescimento urbano no distrito Serra do Cipó, Santana do Riacho/MG. 2019.** 333f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

MADEIRA, J. A. **Plano De Manejo Parque Nacional Da Serra Do Cipó e Área de Proteção Ambiental Morro da Pedreira.** Encarte, v. 1, n. 2, p. 3, 2009.

MELTON, M. A. **An analysis of the relations among elements of climate, surface properties, and geomorphology.** Department of Geology, Columbia University, New York, 1957.

ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS: Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium. **NASA SP-351**, p. 301-317, 1974.

SALESA, D.; CERDÀ, A. Soil erosion on mountain trails as a consequence of recreation activities. A comprehensive review of the scientific literature. **Journal of Environmental Management**, v.271, n.1, 2020.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at perth amboy, New Jersey. **Bulletin of the Geological Society of America**, v.57, p.597-646, 1956.

SHIROMA, G. M. et al. Comparison Between Vegetation Indexes from Different Sensors to Identify Vegetation Types from Tropical Savanna. **Anuário do Instituto de Geociências**, v.43, p18-32, 2020.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosion topography. **Bulletin of the Geological Society of America**, v.63, p.117-1142, 1952.

TONELLO, K. C. et al. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães-MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

VILELLA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.

# CAPÍTULO 23

## ACIDIFICAÇÃO OCEÂNICA: UMA REVISÃO DE UMA QUESTÃO NEGLIGENCIADA

Sara Monaliza Sousa Nogueira  
Paula Ferreira dos Santos  
Alessandra da Fonseca Viana

### RESUMO

Os oceanos têm papel crucial em diversos processos naturais, como a produção de oxigênio e a regulação do clima. A acidificação oceânica (AO) é um fenômeno causado, entre outros fatores, pela dissolução de determinados gases na água, como o gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Estima-se que, até 2100, a pressão atmosférica parcial de dióxido de carbono (pCO<sub>2</sub>) duplicará em relação aos níveis pré-industriais, agravando esse processo. As consequências negativas da AO ainda não são totalmente conhecidas, em parte devido às limitações de experimentos em laboratório. Porém, é sabido que elas incluem aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera, modificações estruturais e funcionais dos ecossistemas, alterações na riqueza, diversidade e distribuição geográfica das espécies, comprometimento dos bens e serviços ecossistêmicos e de atividades comerciais, como pesca e aquicultura, além de potencializar o aquecimento global. A AO, a princípio, é considerada irreversível, pois depende da redução das emissões dos gases envolvidos no processo, em especial do CO<sub>2</sub>, e do lento processo natural de neutralização. Entretanto, algumas medidas de mitigação, aliadas a medidas de adaptação, podem amenizar os efeitos da AO. Estas e outras questões relacionadas a atual vulnerabilidade oceânica causada pelas mudanças climáticas serão levantadas nesta revisão.

**PALAVRAS-CHAVE:** AO, mudanças climáticas, vulnerabilidade, ciclo do carbono.

### INTRODUÇÃO

A vulnerabilidade é, de maneira geral, uma medida das ameaças sofridas por um sistema (IPCC, 2014). Pode, também, ser definida como o grau de probabilidade que um sistema, subsistema ou um componente do sistema tem de sofrer danos devido a exposição a um perigo, uma perturbação ou um estresse (TURNER et al., 2003).

Quando o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) dissolve-se no oceano, há a redução do pH (potencial hidrogeniônico), tornando-o mais ácido, efeito chamado de acidificação oceânica (AO) (CALDEIRA & WICKETT, 2013). A acidificação ocorre pelo aumento na concentração de íons H<sup>+</sup> na água, tornando seu pH menor, conferindo-lhe maior acidez (BRANCH et al., 2013).

A acidificação oceânica também pode ser causada por outros processos, como o intemperismo químico dos solos, a produção de carbono orgânico dissolvido pela

decomposição de vegetação, a entrada de aerossóis marinhos e a oxidação de enxofre e nitrogênio reduzidos, além da chuva ácida (NORTON et al., 2014). Os principais indícios da acidificação da água compreendem a diminuição do pH e, portanto, da alcalinidade, e o aumento da concentração de compostos como alumínio (Al), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e outros metais vestigiais.

Os oceanos cumprem uma função basal na regulação do clima, em especial, pela neutralização dos efeitos do aumento dos níveis de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera e da temperatura global. Essas funções decorrem, principalmente, do fato de os oceanos serem responsáveis pela absorção e armazenamento do CO<sub>2</sub>; estima-se que esses corpos d'água tenham fixado cerca de 30 a 40% das emissões antropogênicas desse gás desde o início da Revolução Industrial (DONEY et al., 2009; REID et al., 2009; BIJMA et al., 2013).

Segundo o último boletim da Organização Meteorológica Mundial, o WMO Greenhouse Gas Bulletin No. 16, as frações molares de superfície médias globais dos gases de efeito estufa – dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) – atingiram novos máximos em 2019, apesar da pandemia, com CO<sub>2</sub> em  $410,5 \pm 0,2$  ppm, CH<sub>4</sub> em  $1877 \pm 2$  ppb e N<sub>2</sub>O em  $332,0 \pm 0,1$  ppb; valores que constituem, respectivamente, 148%, 260% e 123%, em relação aos níveis registrados na era pré-industrial (em 1750) (WMO, 2020).

Entre a Revolução Industrial e o ano de 2011, aproximadamente 375 bilhões de toneladas de carbono foram emitidas pelos seres humanos na atmosfera, especialmente pela queima dos combustíveis fósseis, desmatamento e outras mudanças no uso da terra (WMO, 2012). E em 2020, a concentração do CO<sub>2</sub> na atmosfera alcançou 413,2 partes por milhão (ppm), o que significa 48,6% a mais que nos níveis pré-industriais, onde a concentração era de 278 ppm (WMO, 2020).

Grande parte do CO<sub>2</sub> emitido nesse período foi absorvida pelos oceanos. Devido ao papel que esses corpos d'água exercem nos ciclos biogeoquímicos, sequestrando e estocando carbono, a concentração desse gás na atmosfera é inferior ao esperado, algo em torno de 450 ppmv (DONEY et al., 2009).

Não há uma única organização ou programa específico para o monitoramento das concentrações de CO<sub>2</sub> absorvidos pelos oceanos e da respectiva redução de pH, a nível global. Na realidade, desde a década de 80, estudos e experimentos são realizados por diversos pesquisadores por todo o mundo. Há também programas internacionais, expedições científicas e estações permanentes de amostragens globais, monitorando as concentrações e fluxos de



carbono e o nível do pH dos oceanos, com o auxílio de modernos equipamentos, como satélites, marcadores geoquímicos, instrumentos geradores de perfis, aparelhos de medições *in situ*, bóias e flutuadores, e navios de observação, entre outros.

A partir dos dados coletados, são publicados artigos científicos e relatórios, e organizados painéis e conferências mundiais que, somados a outros meios de comunicação social, expõem e divulgam as causas e consequências das ações antrópicas que vêm modificando o planeta.

Essas iniciativas vêm alertando a população sobre os perigos que o homem e o meio ambiente podem correr caso nada seja feito para remediar processos potencialmente destrutivos, como as alterações provocadas pelas mudanças climáticas e pelo aumento dos níveis de CO<sub>2</sub>.

## O CICLO DO CARBONO

Segundo Cole et al. (2021) o carbono é trocado entre a biosfera, pedosfera, geosfera, hidrosfera e atmosfera da Terra. O elemento entra na biosfera em grande parte pelo processo de fotossíntese, onde as plantas absorvem energia solar e CO<sub>2</sub> da atmosfera, produzindo oxigênio e hidratos de carbono (i.e., açúcares, como a glicose). Os animais e as plantas utilizam os hidratos de carbono pelo processo de respiração, aproveitando a energia contida nos hidratos de carbono e emitindo CO<sub>2</sub>. Juntamente com a decomposição orgânica, a respiração aeróbica e anaeróbica devolve o carbono, biologicamente fixado nos estoques terrestres (i.e., nos tecidos da biota, na camada de solo e na turfa), para a atmosfera (NYBAKKEN & BERTNESS, 2004; SCHMITZ et al., 2018).

O CO<sub>2</sub> também é sequestrado da atmosfera, combinado com a água, forma o ácido carbônico, que reage lentamente, pelo processo de intemperismo, com o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) da crosta terrestre, formando carbonatos insolúveis. Estes então, por meio de erosão, são arrastados para os oceanos, onde, eventualmente, se assentam no fundo ou são assimilados por organismos marinhos que, após morrerem, também se depositam no fundo do mar. Estes sedimentos, por sua vez, vão-se acumulando ao longo de milhares de anos, formando as rochas sedimentares, que por sua vez, são arrastadas para o manto da Terra, pelo processo de subducção e, então, o carbono é devolvido para a atmosfera na forma de CO<sub>2</sub> pelas erupções vulcânicas, completando o ciclo (COLE et al., 2021).

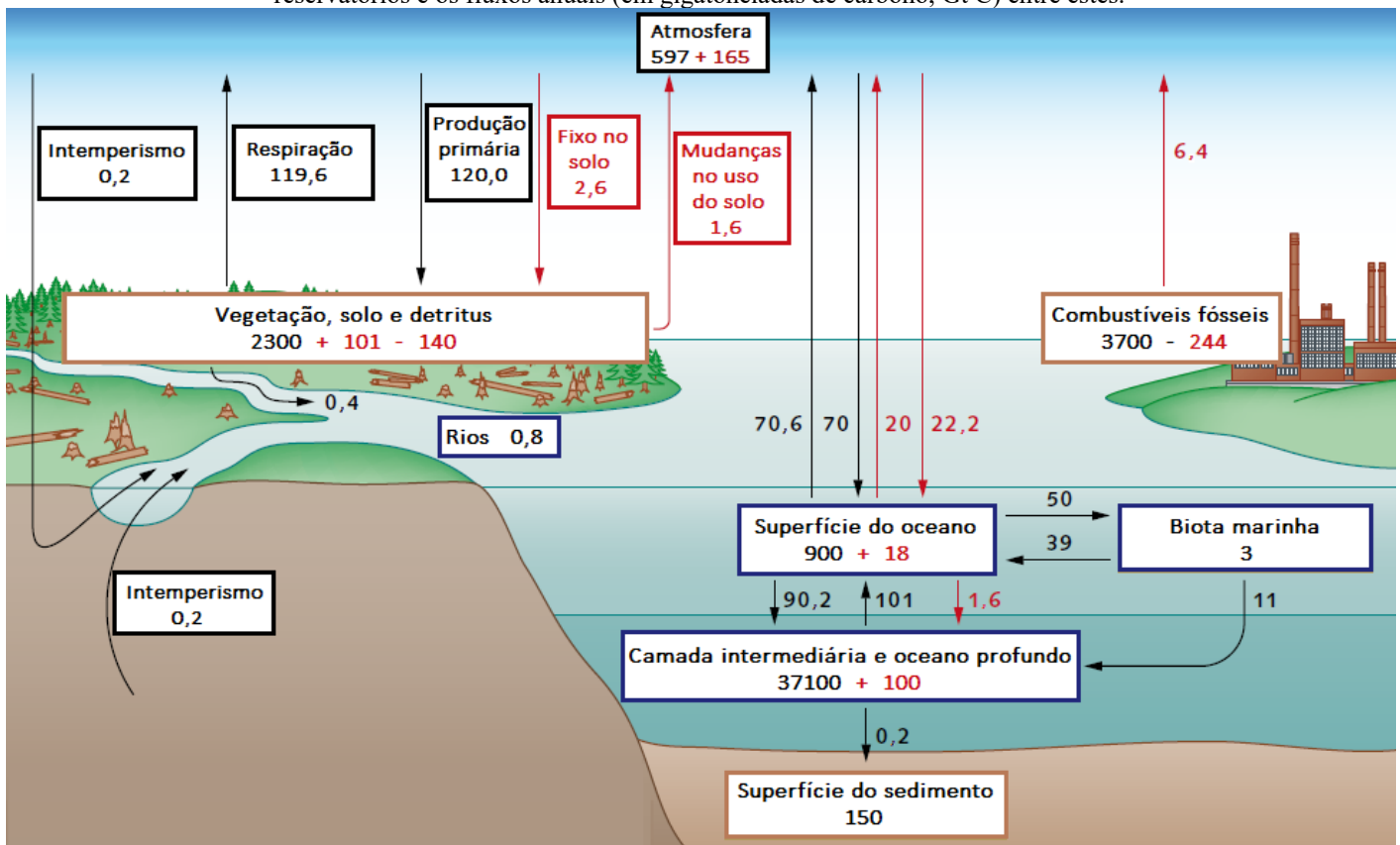
Os oceanos são os maiores reservatórios de carbono no planeta, armazenando uma quantidade significativamente maior de carbono que a biosfera (plantas e animais) e a

atmosfera. Eles contêm aproximadamente 38 mil gigatoneladas (Gt) de carbono, o que representa 16 vezes mais carbono que a biosfera terrestre (BOLLMANN et al., 2010) e cerca de 60 vezes mais carbono que a atmosfera (TANHUA et al., 2013).

Desde o início da era industrial, a quantidade de carbono que entrou na atmosfera e, por consequência, nos oceanos, é colossal. Conforme mencionado na seção anterior, as causas são o grande crescimento da queima de combustíveis fósseis (aproximadamente, 6,4 Gt C por ano na década de 1990, e mais de 8 Gt C ao ano desde 2006) e das práticas de mudanças no uso do solo, como o corte e a queima de florestas tropicais para a criação de áreas de cultivo agrícola (1,6 Gt C por ano; BOLLMANN et al., 2010) e pastagens.

Segundo Bollmann et al. (2010), desde o início do século XIX até o final do século XX, o homem liberou cerca de 400 Gt C sob a forma de CO<sub>2</sub>. Isso criou um sério desequilíbrio no ciclo do carbono atual. A entrada adicional de carbono produz deslocamentos entre os reservatórios de carbono, o que gera diferenças no fluxo entre reservatórios, comparando-se aos tempos pré-industriais, conforme esquematizado na Figura 1.

**Figura 1:** O ciclo do carbono de 1990. Observam-se as capacidades de armazenamento dos diferentes reservatórios e os fluxos anuais (em gigatoneladas de carbono, Gt C) entre estes.



**Legenda:** Fluxos naturais pré-industriais são mostrados em preto; fluxos das mudanças antrópicas, em vermelho.

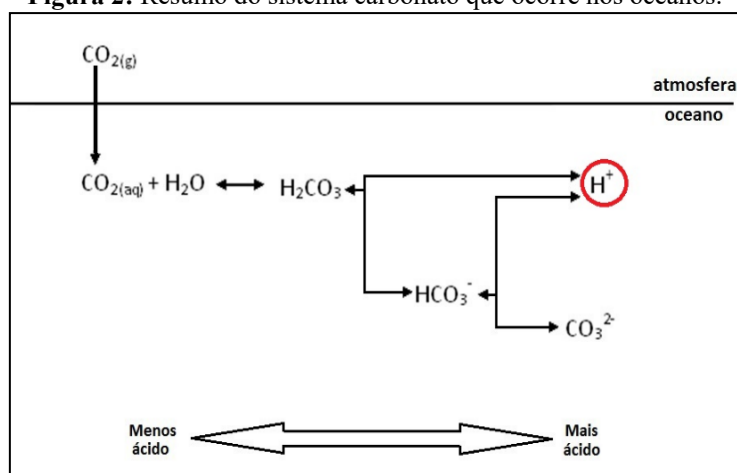
**Fonte:** traduzido de Bollmann et al. (2010).

Ainda de acordo com este autor, nos últimos anos, o ciclo do carbono sofreu a perda de 140 Gt C da biosfera terrestre pelas emissões de CO<sub>2</sub> provocadas pela mudança no uso da terra, e mais 244 Gt C emitidos pela queima de combustíveis fósseis, em um total de 384 Gt C. No entanto, houve também a acumulação das emissões antropogênicas de CO<sub>2</sub> nos solos (101 Gt C), na atmosfera (165 Gt C) e nos oceanos (118 Gt C, referente à soma dos valores da superfície do oceano com as camadas intermediária e profunda, conforme a Figura 1). Foi essa grande quantidade de CO<sub>2</sub> acumulada pelos oceanos que promoveu a acidificação oceânica acelerada durante as últimas décadas (CALDEIRA & WICKETT, 2003; DONEY et al.; 2009; KOLBERT, 2011; NORTON et al., 2014).

## O PROCESSO DE ACIDIFICAÇÃO

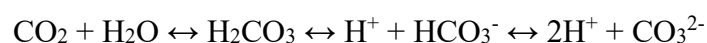
A superfície dos oceanos e a atmosfera realizam constantemente trocas de gases e, por isso, o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) liberado na atmosfera é dissolvido na água do mar. A reação desse gás com a água (H<sub>2</sub>O) forma o ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Esse ácido pode se dissociar, gerando os íons bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), os quais também os quais também podem se dissociar, formando o carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>; Figura 2).

**Figura 2:** Resumo do sistema carbonato que ocorre nos oceanos.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Esse processo é denominado sistema carbonato (LIBES, 2009; RIEBESELL et al., 2010), e é quimicamente expresso pela seguinte equação (NIKINMAA, 2013):



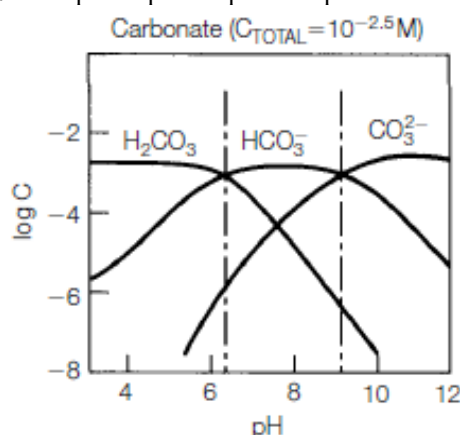
Os íons carbonato têm grande importância, pois junto com os íons cálcio formam o carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>), estrutura básica de esqueletos e conchas de muitos organismos marinhos. O sistema carbonato é de grande importância, pois regula o ciclo do carbono, controlando, assim, a acidez da água do mar. Graças a esse processo, o oceano pode absorver

grande parte das emissões antropogênicas do CO<sub>2</sub>; porém, essa absorção não é capaz de acompanhar o mesmo ritmo das emissões atuais dos GEEs na atmosfera (BOLLMANN et al., 2010).

O aumento na liberação de CO<sub>2</sub> interfere nesse processo, pois altera o equilíbrio existente no oceano. O aumento da concentração desse gás na atmosfera leva ao aumento dos níveis do gás dissolvido na água e, conseqüentemente, eleva a quantidade de H<sup>+</sup> liberado, diminuindo o pH e, portanto, aumentando a acidez da água (BOLLMANN et al., 2010).

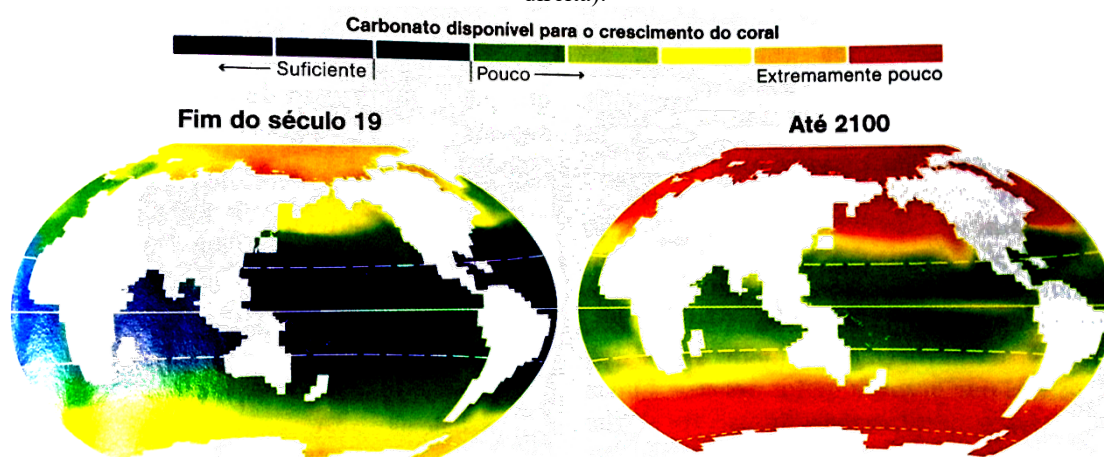
Quando as principais espécies químicas presentes na água são os íons bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e carbonato (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), o pH da água do mar é de, aproximadamente, 8,2. No entanto, com a diminuição do pH, a quantidade de carbonato disponível diminui e isso interfere na formação do carbonato de cálcio (MOREL, 1983; Figura 3). Dessa maneira, até 2100, a quantidade de carbonato disponível nos oceanos está em níveis baixos ou extremamente baixos para os organismos, como os corais (Figura 4).

**Figura 3:** Principais espécies químicas presentes nos oceanos.



**Fonte:** Morel (1983).

**Figura 4:** Quantidade de carbonato disponível nos oceanos no fim do século XIX (à esquerda) e até 2100 (à direita).

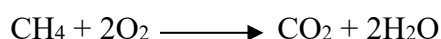


**Fonte:** Kolbert (2011).

Além disso, esse processo diminui a lisoclina, que é a profundidade em que maior parte dos carbonatos se dissolve. Assim, os organismos abaixo dessa camada terão dificuldade de produzir suas carapaças de carbonato de cálcio. Comparando-se dados de 1800 e 2006, as camadas de saturação de aragonita e calcita (mais detalhes abaixo) encontram-se de 50 a 200 m menos profundas (DONEY, 2006). Isso representa um maior volume dos oceanos em que as condições de produção de carapaças não são adequadas.

O carbonato de cálcio possui duas formas que compõe o esqueleto de muitos organismos aquáticos – a calcita e a aragonita – que se diferenciam quanto à sua estrutura. A aragonita é menos estável e, por isso, é 50% mais solúvel que a calcita (DONEY et al., 2009). Assim, os organismos que secretam esqueletos de aragonita, como moluscos e corais, estarão ainda mais suscetíveis à sua dissolução (IGBP/IOC/SCOR, 2013).

O metano (CH<sub>4</sub>) também pode contribuir para a acidificação oceânica. A decomposição do CH<sub>4</sub> pode ocorrer por oxidação aeróbia na coluna d'água ou por oxidação anaeróbia no fundo oceânico. Na oxidação aeróbia, ocorre a seguinte reação química:



Nesse processo, bactérias são responsáveis por realizar a degradação do metano, consumindo oxigênio e produzindo dióxido de carbono (BOLLMANN et al., 2010). Como mostrado anteriormente, o dióxido de carbono produzido na oxidação aeróbia vai aumentar a liberação de H<sup>+</sup> no ambiente, contribuindo para a acidificação da água.

Estima-se que, atualmente, os oceanos captam cerca de um milhão de toneladas de CO<sub>2</sub> a cada hora (KOLBERT, 2011) e que, até 2100, a pressão atmosférica parcial de dióxido de carbono (pCO<sub>2</sub>) duplicará em relação aos níveis pré-industriais (HALL-SPENCER et al., 2008). Além disso, é previsto que o pH dos oceanos caia de, aproximadamente, 8,2 unidades de potencial hidrogeniônico (período pré-industrial) para 7,8 até esse mesmo ano (BRANCH et al., 2013).

Até os dias de hoje, o pH dos oceanos caiu 0,1. Como a escala de pH é logarítmica, uma queda de 0,1 significa que a água se tornou cerca de 30% mais ácida. Se a previsão de redução de 0,4 do pH dos oceanos se confirmar, isso significa que essas águas poderão se tornar até 150% mais ácidas que seu estado normal (KOLBERT, 2011).

## EFEITOS BIOLÓGICOS DA ACIDIFICAÇÃO OCEÂNICA

Com o aumento da temperatura média global e das concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera, projeta-se que haja modificações significativas na estrutura e na função dos ecossistemas, nas interações ecológicas e na distribuição geográfica das espécies, com consequências negativas para a biodiversidade e para bens e serviços ecossistêmicos, como a oferta de água e de alimento (CBD, 2014).

A acidificação oceânica traz grandes riscos aos ecossistemas marinhos, sobretudo às regiões polares e aos recifes de corais. No Alasca, por exemplo, a economia é altamente dependente do setor pesqueiro, e este já vem sentindo os efeitos da AO. Essa região possui uma das taxas de variação do pH mais evidentes e aceleradas do mundo. Isso se deve, principalmente, à existência de um único padrão de circulação oceânica e às baixas temperaturas da água (IPCC, 2014).

Além disso, a acidificação das águas do Alasca varia em intensidade, duração e extensão devido a processos regionais, como a redução da quantidade de gelo no mar, o escoamento glacial e as descargas dos rios que potencializam a saturação do CO<sub>2</sub> na água (FRISCH et al., 2015).

Segundo Hall-Spencer et al. (2008) a acidificação dos oceanos nos próximos 100 anos, combinada com o processo de aquecimento global, pode levar os recifes de coral ao colapso. O IPCC (2014) expôs em seu relatório, um aumento da temperatura média global de aproximadamente 3,5 °C em um curto período (1890-1990) e um pouco mais de 4 °C, se comparada às temperaturas pré-industriais (antes de 1750), ocasionando as mudanças climáticas que observamos atualmente.

No entanto, independentemente do aumento das temperaturas atmosféricas e oceânicas globais, os efeitos negativos da AO, por si só, são danosos para muitas espécies aquáticas e põem em xeque todo o ecossistema marinho.

Sabe-se que as maiores variações de pH ocorrem na superfície do oceano. Contudo, diversos organismos em toda a coluna d'água estão sensíveis à mudança do pH. Os recifes de coral, o plâncton calcário e outros organismos cujos esqueletos ou conchas contêm carbonato de cálcio são diretamente afetados pela AO (CALDEIRA & WICKETT, 2003; DONEY et al., 2009; CALDEIRA, 2013).

Diversos experimentos realizados com importantes grupos de organismos calcários, como corais (COMEAU et al., 2014; IGUCHI et al., 2014; MOVILLA et al., 2014), ouriços-

do-mar (YU et al., 2011; COURTNEY et al., 2013; MOULIN et al., 2014; MOULIN et al., 2015), mexilhões (RANGE et al., 2012; BRESSAN et al., 2014; FITZER et al., 2014) e algas coralinas (JOHNSON & CARPENTER, 2012; COMEAU et al., 2014), demonstraram que estes grupos são sensíveis a elevadas quantidades de CO<sub>2</sub>. Dentre os efeitos negativos relatados, estão a descalcificação, a incapacidade de regeneração, o subdesenvolvimento de larvas e juvenis, e o aumento da suscetibilidade à predação. Assim, a acidificação das águas provoca a redução quantitativa destes grupos de organismos (HALL-SPENCER et al., 2008).

Experimentos realizados na ilha de Ísquia, Itália, nas áreas de respiradouros vulcânicos<sup>5</sup>, onde o pH é mais baixo, mostraram uma redução significativa no número de espécies de alguns organismos, como algas *Corallinaceae* e corais *Caryophyllia*, *Cladocora* e *Balanophyllia*. Ademais, alguns organismos, como ouriços-do-mar, cracas e gastrópodes, sofreram redução da resistência de seus esqueletos e carapaças (HALL-SPENCER et al., 2008).

Brench et al. (2013) citam que o aumento de pCO<sub>2</sub> suscitou alteração ou perda dos sentidos de visão, audição e olfato e na percepção da presença/ausência de predadores no ambiente, em experimentos realizados com peixes de recife tropicais, como peixes-palhaço (*Ocellaris clownfish*) e donzelas (*Pomacentrus wardi*). Estes autores relatam, ainda, a redução dos níveis de sobrevivência de pós-eclosão do peixe estuarino *Menidia beryllina*. Os elevados níveis de CO<sub>2</sub> podem, também, interferir no funcionamento do cérebro dos peixes, aumentando sua vulnerabilidade à predação, como demonstrado no estudo de Domenici et al. (2012).

Richards et al. (2015) relataram que a AO influencia negativamente na pesca e aquicultura comercial de camarões e vieiras. Há, também, centenas de relatos quanto à descalcificação das conchas de diversos tipos de mariscos e gastrópodes, e da descalcificação dos recifes de coral, ocasionando a alteração de toda a biota que deles depende, como peixes, tartarugas, tunicatos, poliquetas e anêmonas (HALL-SPENCER et al. 2008; ANTHONY et al., 2011; KOLBERT, 2011; CALDEIRA, 2013; RICKE et al., 2013; IPCC, 2014).

Hall-Spencer et al. (2008) observaram que a AO pode beneficiar algumas espécies de algas que parecem suportar o aumento das concentrações de pCO<sub>2</sub>, como os gêneros *Caulerpa*, *Cladophora*, *Asparagopsis*, *Dictyota* e *Sargassum*, sendo algumas destas não nativas e

---

<sup>5</sup> Respiradouros vulcânicos ejetam fluidos vulcânicos com até 1-2% de sulfureto de hidrogênio, 90,1-95,3% de CO<sub>2</sub>, 3,2-6,6% de N<sub>2</sub>, 0,6-0,8% de O<sub>2</sub>, 0,08-0,1% de Ar e 0,2-0,8% de CH<sub>4</sub>.

altamente invasivas, de forma que começaram a alterar ecossistemas marinhos, predominando-os.

A AO pode afetar a distribuição e a dinâmica das populações de muitos organismos marinhos, podendo levar até mesmo à extinção de algumas espécies. Processos de pré-vida (como a fertilização) e estágios iniciais (i.e., ovos, larvas, juvenis) podem ser relativamente mais vulneráveis aos impactos potenciais da AO, com implicações para o recrutamento em populações marinhas (BROMHEAD et al., 2014).

A compreensão dos efeitos da redução do pH sobre a biota marinha ainda é limitada, pois experimentos laboratoriais que tentam simular as condições de campo são impedidos pela dificuldade de imitar as condições naturais de AO por períodos suficientemente longos para afetar as comunidades, em especial de macroorganismos (HALL-SPENCER et al., 2008).

### **OUTRAS CONSEQUÊNCIAS DA ACIDIFICAÇÃO OCEÂNICA**

O processo de AO também pode potencializar o aquecimento global, através da redução de emissão do dimetilsulfeto (DMS) pelo fitoplâncton. O DMS ajuda na formação de nuvens, que representam um bloqueio à entrada de raios solares na atmosfera, reduzindo a absorção pela superfície da Terra. Assim, esse composto orgânico contribui para que os raios solares sejam refletidos, ajudando a controlar o aquecimento global (KLOSTER et al., 2007; SIX et al., 2013).

Não somente o meio ambiente sofre com a AO. Importantes setores socioeconômicos também são afetados, como o turismo, a recreação e a pesca, tanto a de captura, quanto a de produção em cativeiro marinho (RODRIGUES et al., 2013; IPCC, 2014).

Adicionalmente, há alterações dos custos associados aos diversos tipos de serviços ecossistêmicos, como o sequestro de carbono, os de valor patrimonial e cultural, dentre outros (Quadro 1), sem considerar o valor de não uso dos bens naturais (RODRIGUES et al., 2013; CBD, 2014).



**Quadro 1:** Classificação de bens e serviços dos ecossistemas marinhos e costeiros.

<b>Tipos de serviços ecossistêmicos</b>	<b>Exemplos</b>
<i>Serviços de provisionamento</i>	Fornecimento de alimentos, matérias-primas, recursos ornamentais e outros recursos marinhos.
<i>Serviços de regulação</i>	Regulação da emissão de gases, do clima e da água; proteção costeira contra inundações e tempestades; prevenção de erosão; biorremediação de resíduos; sequestro de carbono.
<i>Serviços culturais</i>	Suporte para atividades recreativas; valores estéticos, patrimoniais e culturais, cognitivos e educacionais, de existência (de habitats e espécies).
<i>Serviços de apoio</i>	Resiliência e resistência; habitats biologicamente estruturados <sup>6</sup> ; ciclagem de nutrientes.

**Fonte:** Rodrigues et al. (2013).

Além disso, a acidificação dos oceanos pode provocar perdas de um trilhão de dólares por ano, até 2100, caso não sejam tomadas medidas urgentes para impedir a acidificação dos oceanos (CBD, 2014).

## MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO

A análise de vulnerabilidade, em qualquer aspecto (como a climática e a hidrológica), gera invariavelmente a proposição de medidas de mitigação e adaptação. As ações de mitigação incluem o uso de tecnologias e a implementação de políticas; e as de adaptação, maneiras de reduzir sua vulnerabilidade e aumentar sua resiliência. Ambas são complementares e, seus resultados são igualmente importantes para as mudanças em processos sociais e ambientais, e se alcançar a desejada redução de riscos (IPCC, 2014).

A recuperação da acidificação dos oceanos é um processo complexo e difícil de ser alcançado, pois envolve a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, enxofre e nitrogênio (NORTON et al., 2014). Assim, no que concerne às medidas de mitigação, a única ação conhecida e realista em escala global é agir em prol da redução das concentrações desses gases (IGBP/IOC/SCOR, 2013), seja pela redução das emissões, seja pelo seu sequestro da atmosfera. Uma solução para aumentar a captura de carbono atmosférico está na vegetação e nos solos, através do manejo adequado do uso do solo e de mudanças nesses usos, como a restauração de terras úmidas, o plantio de novas florestas e o reflorestamento.

A transformação do dióxido de carbono em bicarbonato funciona como uma neutralização da AO, disponibilizando mais carbonato de cálcio nas conchas dos organismos

<sup>6</sup> Habitats cuja estrutura é formada pelos próprios organismos marinhos.

marinhos. Porém, os processos naturais de neutralização, como a erosão de rochas em terra firme (KOLBERT, 2011), são muito lentos para compensar a acidificação (NORTON, 2011).

Assim, para que essa seja uma medida de mitigação, o método de neutralização a ser aplicado é o acréscimo de minerais alcalinos na água dos oceanos, como calcário em pó. Norton (2011) afirma que essa medida é viável porque, além de ser barata e efetiva, os oceanos têm capacidade para absorver grandes quantidades de cal e nenhum efeito colateral foi relatado.

Porém, de acordo com o relatório do IGBP/IOC/SCOR (2013), essa opção é economicamente viável e efetiva somente em regiões costeiras e em pequena escala, pois envolve alterações massivas da composição química dos oceanos, além de os efeitos colaterais para os ecossistemas serem, na verdade, largamente desconhecidos. Ainda, de acordo com Kolbert (2011), a neutralização dos efeitos do CO<sub>2</sub> exige grandes quantidades de produtos químicos. Por exemplo, para compensar uma tonelada de CO<sub>2</sub>, seriam necessárias duas toneladas de cal e, considerando a escala de emissão de 30 bilhões de toneladas anuais, a quantidade necessária se torna inviável.

Segundo Bollmann et al. (2010) outra opção, apesar de controversa, é a fertilização das águas dos oceanos com ferro. Alguns cientistas defendem a ideia de que a introdução deste íon aumentaria a produtividade do fitoplâncton, já que o ferro pode ser um nutriente escasso e, portanto, limitante, em algumas regiões. A fertilização promoveria o sequestro de carbono atmosférico através de sua conversão em biomassa. Simulações indicam que a fertilização dos oceanos em larga escala com ferro poderia reduzir os níveis atuais de CO<sub>2</sub> atmosférico em cerca de 30 ppm.

Outro ponto positivo desta medida é que, como o ferro é um micronutriente para as plantas, ou seja, elas necessitam de poucas quantidades, pequenos acréscimos de ferro nas águas oceânicas são suficientes para estimular o sequestro de grandes quantidades de carbono. No entanto, esse processo pode causar distúrbios de nutrientes em outras regiões do oceano. O aumento do consumo de macronutrientes pelas algas pode gerar áreas deficientes desses nutrientes, onde a produtividade das algas seria menor. Além disso, não se sabe ao certo quais seriam seus efeitos, principalmente para a biota marinha e toda a cadeia produtiva. Existe, ainda, a possibilidade da fertilização intensificar o processo da acidificação, pois aumentaria a quantidade de matéria orgânica produzida, a qual será posteriormente decomposta, consequentemente diminuindo o O<sub>2</sub> local e aumentando o CO<sub>2</sub> (BOLLMANN et al., 2010).

Tendo em vista as medidas de mitigação apresentadas acima, alguns pesquisadores consideram, até o momento, o processo de AO irreversível, alegando que as opções de mitigação são, aparentemente, inviáveis, seja devido a custos, seja devido à escala temporal em que os processos ocorrem. Por outro lado, algumas das medidas podem surtir efeito na redução.

Porém, quanto à reversão desse quadro, já não se pode afirmar. Ainda que interrompêssemos as emissões de gás carbônico, a natureza global do problema requer que as soluções potenciais também sejam globais. Quer adotemos medidas de mitigação, quer não adotemos, haverá efeitos consideráveis na química e, conseqüentemente, na biologia dos oceanos.

No que concerne à adaptação, as principais medidas são debatidas nas convenções internacionais. Apesar das questões relativas à AO não serem, de fato, governadas por tratados internacionais, algumas conferências já foram realizadas, como o Protocolo de Londres (1972); a Convenção das Nações Unidas Sobre o Direito do Mar (1982); a Convenção sobre a Diversidade Biológica – CDB e a Convenção Quadro da ONU sobre Mudanças Climáticas (da sigla em inglês, UNFCCC), ambas estabelecidas durante a Eco-92; o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, estabelecido em 1988); a Declaração de Mônaco (2008); e a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (2012), a Rio+20.

O papel de adaptação das convenções internacionais é promover o diálogo entre os diferentes atores da sociedade. Porém, muitas delas têm um forte viés de mitigação. Por exemplo, a Declaração de Mônaco representou uma ação coordenada da comunidade científica internacional e tomadores de decisão, e a Rio+20, além de reconhecer a AO como uma ameaça para ecossistemas econômica e ecologicamente importantes e para o bem-estar humano, anunciou a criação do Centro de Coordenação Internacional da Acidificação dos Oceanos, em Mônaco, com o intuito de promover a integração e a comunicação das ações globais sobre AO.

Contudo, ainda não podemos afirmar que haja mecanismos internacionais ou fundos adequados para tratar especificamente nem da mitigação, nem da adaptação (IGBP/IOC/SCOR, 2013). Por fim, mesmo que as emissões de gases que contribuem para a AO fossem interrompidas, levaria milhares de anos para que a composição química dos oceanos retornasse aos níveis anteriores à Revolução Industrial.

É importante ressaltar que as vulnerabilidades estão intimamente relacionadas em muitos dos casos. A vulnerabilidade hidrológica, tratada no presente estudo, está diretamente relacionada à vulnerabilidade climática, mediada pela ascensão das emissões e,

consequentemente, das concentrações atmosféricas de carbono. Entretanto, a vulnerabilidade hidrológica proveniente da condição de acidificação dos oceanos é negligenciada. Os seres humanos parecem notar somente os problemas diretamente relacionados ao ambiente onde vivem (atmosférico), sendo-lhes difícil perceber os enormes riscos ambientais, sociais e econômicos que essa negligência pode acarretar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Importantes grupos de organismos marinhos estão sendo afetados pelo impacto negativo causado pela AO, incluindo impactos diretos a organismos de pequeno porte e alterações em teias alimentares de peixes maiores, alguns deles comerciais. Mesmo sem considerar as questões relativas ao aquecimento global, o aumento na concentração de pCO<sub>2</sub> representa uma ameaça, já que possivelmente resultará em diminuição da biodiversidade marinha e em drásticas alterações destes ecossistemas.

Tendo em vista as consequências concretas e potenciais da AO, é premente que o tema ganhe mais visibilidade, tanto em publicações quanto na tomada de decisão e na sociedade, da mesma maneira que o aquecimento global – tema largamente debatido no meio acadêmico, político e na mídia.

Nesse contexto, é notório o papel do poder público e privado na tomada de decisões em prol de ações de mitigação e de adaptação. Devem ser incentivadas não somente as ações diretas de mitigação, como também a adoção de medidas de adaptação, como a continuidade da realização de conferências e acordos internacionais.

## REFERÊNCIAS

ANTHONY, K. R. N.; MAYNARD, J. A.; DIAZ-PULIDO, G.; MUMBY, P. J.; MARSHALL, P. A.; CAO, L.; HOEGH-GULDBERG, O. 2011. Ocean acidification and warming will lower coral reef resilience. *Global Change Biology*, 17: 1798-1808.

BIJMA, J.; PÖRTNER, H.-O.; YESSON, C.; ROGERS, A. D. 2013. Climate change and the oceans – What does the future hold? *Marine Pollution Bulletin* 74, 495–505.

BOLLMANN, M.; BOSCH, T.; COLIJN, F.; EBINGHAUS, R.; FROESE, R.; GÜSSOW, K.; KHALILIAN, S.; KRASTEL, S.; KÖRTZINGER, A.; LANGENBUCH, M.; LATIF, M.; MATTHIESSEN, B.; MELZNER, F.; OSCHLIES, A.; PETERSEN, S.; PROELB, A.; QUAAS, M.; REICHENBACH, J.; REQUATE, T.; REUSCH, T.; ROSENSTIEL, P.; SCHMIDT, J. O.; SCHROTTKE, K.; SICHELSCHMIDT, H.; SIEBERT, U.; SOLTWEDEL, R.; SOMMER, U.; STATTEGGER, K.; STERR, H.; STURM, R.; TREUDE, T.; VAFEIDIS, A.; VAN BERNEM, C.; VAN BEUSEKOM, J.; VOSS, R.; VISBECK, M.; WAHL, M.; WALLMANN, K.;

WEINBERGER, F. 2010. World ocean review – Living with oceans. Hamburg: Maribus. 232 p.

BRANCH, T. A.; DEJOSEPH, B. M.; RAY, L. J.; WAGNER, C. A. 2013. Impacts of ocean acidification on marine seafood. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(3): 178-186.

BRESSAN, M.; CHINELLATO, A.; MUNARI, M.; MATOZZO, V.; MANCI, A.; MARČETA, T.; FINOS, L.; MORO, I.; PASTORE, P.; BADOCCO, D.; MARIN, M. G. 2014. Does seawater acidification affect survival, growth and shell integrity in bivalve juveniles? *Marine Environmental Research*, 99: 136-148.

BROMHEAD, D.; SCHOLEY, V.; NICOLA, S.; MARGULIES, D.; WEXLER, J.; STEIN, M.; HOYLE, S.; LENNERT-CODY, C.; WILLIAMSON, J.; HAVENHAND, J.; ILYINA, T.; LEHODEY, P. 2014. The potential impact of ocean acidification upon eggs and larvae of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, *in press*.

CALDEIRA, K.; WICKETT, M. E. 2003. Anthropogenic carbon and ocean pH – The coming centuries may see more ocean acidification than the past 300 million years. *Nature*, 425: 365.

CALDEIRA, K. 2013. Coral Bleaching: Coral “refugia” amid heating seas. *Nature Climate Change*, 3: 444–445.

COLE, J.J.; HARARUK, O.; SOLOMON, C. T. 2021. Chapter 7 - The Carbon Cycle: With a Brief Introduction to Global Biogeochemistry. In: Kathleen C. Weathers, David L. Strayer, Gene E. Likens. (ed.) *Fundamentals of Ecosystem Science (Second Edition)*, Academic Press, Pages 131-160.

COMEAU, S.; CARPENTER, R. C.; EDMUNDS, P. J. 2014. Effects of irradiance on the response of the coral *Acropora pulchra* and the calcifying alga *Hydrolithon reinboldii* to temperature elevation and ocean acidification. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 453: 28-35.

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (CBD). 2014. An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity (Eds: S. Hennige, J.M. Roberts; P. Williamson). Montreal, Technical Series No. 75, 99 pages.

COURTNEY, T.; WESTFIELD, I.; RIES, J. B. 2013. CO<sub>2</sub>-induced ocean acidification impairs calcification in the tropical urchin *Echinometra viridis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 440: 169-175.

DOMENICI, P.; ALLAN, B.; MCCORMICK, M. I.; MUNDAY, P. L. 2012. Elevated CO<sub>2</sub> affects behavioral lateralization in a coral reef fish. *Biology Letters*, 8(1): 78-81.

DONEY, S. 2006. Perigos da Acidificação. *Scientific American Brasil*, 58-65.

DONEY, S.; FABRY, V.; FEELY, R.; KLEYPAS, J. 2009. Ocean acidification: the other CO<sub>2</sub> problem. *Marine Science* 1, 169–192.

FITZER, S. C.; CUSACK, M.; PHOENIX, V. R.; KAMENOS, N. A. 2014. Ocean acidification reduces the crystallographic control in juvenile mussel shells. *Journal of Structural Biology*, 188(1): 39-45.

FRISCH, L. C.; MATHIS, J. T.; KETTLE, N. P.; TRAINOR, S. F. 2015. Gauging perceptions of ocean acidification in Alaska. *Marine Policy*, 53: 101-110.

HALL-SPENCER, J. M.; RODOLFO-METALPA, R.; MARTIN, S.; RANSOME, E.; FINE, M.; TURNER, S. M.; ROWLEY, S. J.; TEDESCO, D.; BUIA, M. 2008. Volcanic carbon dioxide vents show ecosystem effects of ocean acidification. *Nature*, 454(7200): 96-99.

IGUCHI, A.; KUMAGAI, N. H.; NAKAMURA, T.; SUZUKI, A.; SAKAI, K.; NOJIRI, Y. 2014. Responses of calcification of massive and encrusting corals to past, present, and near-future ocean carbon dioxide concentrations. *Marine Pollution Bulletin*, 89(1-2), 15: 348–355.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). 2014. IPCC Fifth Assessment Report. *Climate Change 2014. Synthesis Report*. Copenhagen, November 2014.

JOHNSON, M. D.; CARPENTER, R. C. 2012. Ocean acidification and warming decrease calcification in the crustose coralline alga *Hydrolithon onkodes* and increase susceptibility to grazing. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 434-435: 94-101.

KLOSTER, S.; SIX, K.D.; FEICHTER, J.; MAIER-REIMER, E.; ROECKNER, E.; WETZEL, P.; STIER, P.; ESCH, M. 2007. Response of dimethylsulfide (DMS) in the ocean and atmosphere to global warming. *Journal of Geophysical Research* 112: G03005.

KOLBERT, E. 2011. Mar Ácido. *National Geographic*, 11(133): 68-87.

LIBES, S. 2009. *Introduction to marine biogeochemistry*. Oxford: Elsevier. 909 p.

MOREL, F. M. M. 1983. *Principles of Aquatic Chemistry*. New York: John Wiley & Sons Inc. 456 p.

MOULIN, L.; GROSJEAN, P.; LEBLUD, J.; BATIGNY, A.; DUBOIS, P. 2014. Impact of elevated pCO<sub>2</sub> on acid–base regulation of the sea urchin *Echinometra mathaei* and its relation to resistance to ocean acidification: A study in mesocosms. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 457: 97-104.

MOULIN, L.; GROSJEAN, P.; LEBLUD, J.; BATIGNY, A.; COLLARD, M.; DUBOIS, P. 2015. Long-term mesocosms study of the effects of ocean acidification on growth and physiology of the sea urchin *Echinometra mathaei*. *Marine Environmental Research*, 103: 103-114.

MOVILLA, J.; CALVO, E.; PELEJERO, C.; COMA, R.; SERRANO, E.; FERNÁNDEZ-VALLEJO, P.; RIBES, M. 2012. Calcification reduction and recovery in native and non-native Mediterranean corals in response to ocean acidification. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 438(30): 144-153.

NIKINMAA, M. 2013. Climate change and ocean acidification— Interactions with aquatic toxicology. *Aquatic Toxicology* 126, 365–372.

NORTON, J. M. 2011. Ocean Acidification: Cause, Effect, and Potential Mitigation Approaches. *Marine Science*, 201: 40-42.

NORTON, S. A.; KOPÁČEK, J.; FERNANDEZ, I. J. 2014. Acid Rain – acidification and recovery. earth systems and environmental sciences, from treatise on geochemistry. (2<sup>nd</sup> Ed) Volume 11: 379-414.

NYBAKKEN, J. W.; BERTNESS, M. D. 2004. Marine Biology: An Ecological Approach, 6<sup>a</sup> ed., Pearson, San Francisco. 592 p.

RANGE, P.; PILÓ, D.; BEN-HAMADOU, R.; CHÍCHARO, M. A.; MATIAS, D.; JOAQUIM, S.; OLIVEIRA, A. P.; CHÍCHARO, L. 2012. Seawater acidification by CO<sub>2</sub> in a coastal lagoon environment: Effects on life history traits of juvenile mussels *Mytilus galloprovincialis*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 424-425(1): 89-98.

REID, P. C.; FISCHER, A. C.; LEWIS-BROWN, E.; MEREDITH, M. P.; SPARROW, M.; ANDERSSON, A. J.; ANTIA, A.; BATES, N. R.; BATHMANN, U.; BEAUGRAND, G.; BRIX, H.; DYE, S.; EDWARDS, M.; FUREVIK, T.; GANGSTØ, R.; HÁTÚN, H.; HOPCROFT, R. R.; KENDALL, M.; KASTEN, S.; KEELING, R.; LE QUÉRÉ, C.; MACKENZIE F. T.; MALIN, G.; MAURITZEN, C.; OLAFSSON, J.; PAULL, C.; RIGNOT, E.; SHIMADA, K.; VOGT, M.; WALLACE, C.; WANG, Z.; WASHINGTON, R. 2009. Impacts of the oceans on climate change. Advances in Marine Biology, 56: 1-150.

RICHARDS, R. G.; DAVIDSON, A. T.; MEYNECKE, J.; BEATTIE, K.; HERNAMAN, V.; LYNAM, T.; VAN PUTTEN, I. E. 2015. Effects and mitigations of ocean acidification on wild and aquaculture scallop and prawn fisheries in Queensland, Australia. Fisheries Research, 161: 42-56.

RICKE, K. L.; ORR, J. C.; SCHNEIDER, K.; CALDEIRA, K. 2013. Risks to coral reefs from ocean carbonate chemistry changes in recent earth system model projections. *Environmental Research Letters*, 8 034003, doi:10.1088/1748-9326/8/3/034003.

RIEBESELL, U.; FABRY, V. J.; HANSSON, L.; GATTUSO, J.-P. 2010. Guide to best practices for ocean acidification research and data reporting. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 260 p.

RODRIGUES, L. C.; VAN DEN BERGH, J. C. J. M.; GHERMANDI, A. 2013. Socio-economic impacts of ocean acidification in the Mediterranean Sea. Marine Policy, 38: 447-456.

SCHMITZ, O. J.; WILMERS, C. C.; LEROUX, S. J.; DOUGHTY, C. E.; ATWOOD, T. B.; GALETTI, M.; DAVIES, A. B.; GOETZ, S. J. 2018. Animals and the zoogeochemistry of the carbon cycle. Science, 362(6419).

SIX, K. D.; KLOSTER, S.; ILYINA, T.; ARCHER, S. D.; ZHANG, K.; MAIER-REIMER, E. 2013. Global warming amplified by reduced sulphur fluxes as a result of ocean acidification. Nature Climate Change, 3: 495-498.

TANHUA, T.; BATES, N. R.; KÖRTZINGER, A. 2013. Chapter 30 - The Marine Carbon Cycle and Ocean Carbon Inventories. International Geophysics, 103: 787-815.

THE INTERNATIONAL GEOSPHERE-BIOSPHERE PROGRAMME/ INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION/SCIENTIFIC COMMITTEE ON OCEANIC RESEARCH (IGBP/IOC/SCOR). 2013. Ocean Acidification Summary for Policymakers – Third Symposium on the Ocean in a High-CO<sub>2</sub> World. International Geosphere-Biosphere Programme, Stockholm, Sweden. 22 p.

TURNER, B. L.; KASPERSON, R. E.; CHRISTENSEN, L. 2003. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. Proc Natl Acad Sci, Washington, p.8074-8079.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 2012. WMO Greenhouse Gas Bulletin – The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2011.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). 2020. WMO Greenhouse Gas Bulletin (GHG Bulletin) - No.16: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2019. World Meteorological Organization (WMO), Geneva, Switzerland.

YU, P. C.; MATSON, P. G.; MARTZ, T. R.; HOFMANN, G. E. 2011. The ocean acidification seascape and its relationship to the performance of calcifying marine invertebrates: Laboratory experiments on the development of urchin larvae framed by environmentally-relevant pCO<sub>2</sub>/pH. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 400(1–2), 30: 288-295.



# CAPÍTULO 24

## MACROINVERTEBRADOS NO RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO

**Dandara Marcela da Silva Ximenes Cruz**

**Geisa Maria de Sousa**

**Thaís Silva Lima Lopes**

**Luane dos Santos Simplício**

**Maristela Casé**

### RESUMO

Os macroinvertebrados bentônicos são organismos, com tamanho maior que 1,0 mm, associados ao substrato de habitats aquáticos, por pelo menos parte de seu ciclo de vida. Seus papéis ecológicos desempenhados e a estrutura da comunidade tornam-os bioindicadores ambientais eficientes, pois apresentam sensibilidade considerável às mudanças ambientais e contribuem na detecção e prevenção de impactos antrópicos. Nesse contexto, de modo a conhecer os macroinvertebrados bentônicos da região semiárida, em um trecho do reservatório de Sobradinho, submédio São Francisco, o presente capítulo apresenta os organismos da comunidade com ênfase na importância ecológica e bioindicação. Foram definidos seis pontos de amostragem ao longo do reservatório, em sete coletas entre os anos de 2013 e 2015. As amostras de sedimento foram preservadas em formol a 10%, passando posteriormente por processos de triagem. No total, foram identificados cinco filos, sendo os organismos distribuídos em 9 classes, 15 ordens e 30 famílias. Os filos Arthropoda e Mollusca foram considerados os mais ricos. Com auxílio de bibliografia, a morfologia dos organismos classificados como importantes ecologicamente foram descritos, e quando pertinente, a sua relação com a saúde humana. Conclui-se que esse estudo é de grande relevância, levando em consideração a influência dessa comunidade para o meio ambiente. Portanto, é necessária a continuidade de pesquisas de composição taxonômica, para que sejam coletadas mais informações sobre os macroinvertebrados bentônicos, a fim de colaborar com questões como o monitoramento ambiental e diagnóstico de eventuais impactos na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Semiárido, bioindicadores, zoobentos, rio São Francisco.

### INTRODUÇÃO

Os macroinvertebrados bentônicos são anelídeos, moluscos, crustáceos, insetos, entre outros organismos, com tamanho maior que 1,0 mm, associados ao substrato (sedimento, galhos, macrófitas, entre outros substratos naturais e artificiais) de habitats aquáticos, por pelo menos parte de seu ciclo de vida (ABÍLIO et al., 2007; ESTEVES, 2011; TELES et al., 2013). Eles possuem importância ecológica nesses ambientes, pois participam da cadeia alimentar decompondo a matéria orgânica e, por isso, são um dos elos principais das estruturas tróficas dos ecossistemas aquáticos.

Os papéis ecológicos desempenhados e a estrutura da comunidade tornam os macroinvertebrados bentônicos bioindicadores ambientais eficientes, pois apresentam sensibilidade considerável às mudanças ambientais e contribuem na detecção e prevenção de impactos antrópicos (BICUDO; BICUDO, 2004; MOURA-SILVA et al., 2016). A utilização do biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos em locais de escassez hídrica traz informações importantes sobre os impactos dos usos múltiplos dos recursos hídricos, sendo um instrumento importante para a avaliação e conservação dos ecossistemas aquáticos (LIMA et al., 2019). Para o semiárido brasileiro a construção de reservatórios, empreendimentos de alto investimento de capital que geram benefícios, além de modificar o ambiente, altera a paisagem, podendo gerar conflitos socioambientais (SILVA et al., 2017).

Com o objetivo de regularizar a vazão do rio São Francisco e geração de energia elétrica, foi construído o reservatório de Sobradinho no estado da Bahia (LIMA et al., 2019). Esse corpo hídrico possui cerca de 320 km de extensão, sendo considerado um dos maiores lagos artificiais do mundo. Devido a sua dimensão e usos múltiplos, o monitoramento ambiental desse corpo hídrico é uma ferramenta importante para garantia da qualidade e quantidade de água para os diversos fins.

De modo a conhecer os macroinvertebrados bentônicos da região semiárida, em um trecho do reservatório de Sobradinho, submédio São Francisco, o presente capítulo apresenta os organismos da comunidade com ênfase na importância ecológica e bioindicação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

O estudo foi realizado no reservatório de Sobradinho, localizado no norte da Bahia e inserido na bacia hidrográfica do rio São Francisco, no seu trecho submédio. A região possui características marcantes: a vegetação típica é de Caatinga e o clima é semiárido, quente e seco, onde a maior parte dos rios é de regime intermitente, tais características fazem com que a região esteja incluída no Polígono das Secas (SEI, 2014). Nas margens do reservatório de Sobradinho, a ocupação agropecuária mescla regiões que usam tecnologia de ponta com áreas onde predomina a agricultura de subsistência e a pecuária extensiva (BRASIL, 2010).

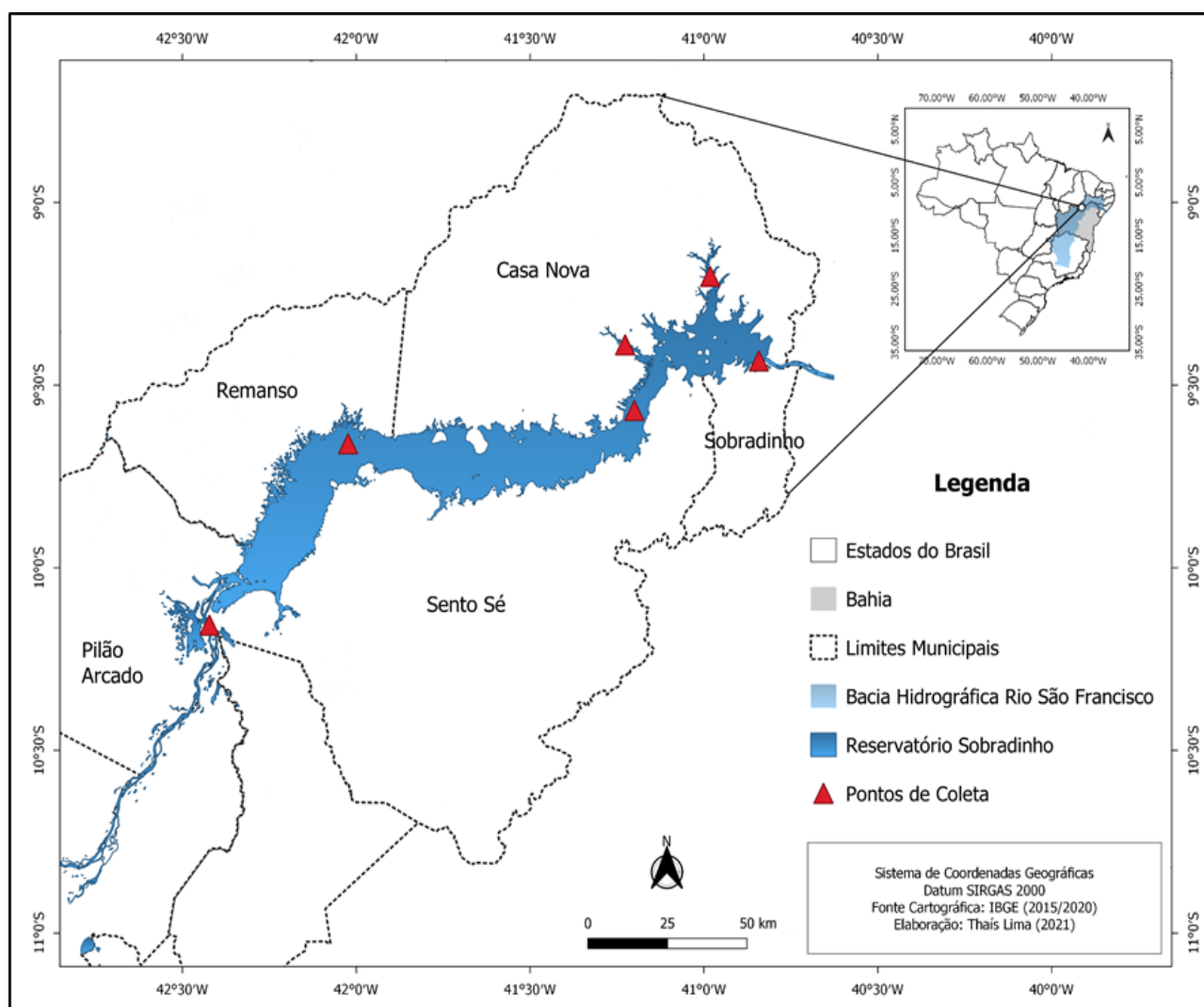
### **Procedimentos metodológicos**

Em relação à dimensão da área estudada, foram pré-definidos seis pontos de amostragem ao longo do reservatório, distribuídos entre os municípios de Pilão Arcado, Remanso e Casa Nova, na margem esquerda do rio, e Sento Sé e Sobradinho, na margem direita

(Figura 1). O período de amostragem foi compreendido entre os anos de 2013 (novembro), 2014 (março, junho, agosto e dezembro) e 2015 (abril e julho), totalizando sete campanhas de coleta.

As amostras de sedimento foram coletadas com auxílio de uma draga do tipo Van Veem, acondicionadas em sacos plásticos e preservadas em formol a 10%. Em laboratório, as amostras foram submetidas ao processo de lavagem e triagem com base na metodologia descrita pela CETESB (2003).

**Figura 1:** Localização da área de estudo no reservatório de Sobradinho, submédio São Francisco.



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

As amostras foram lavadas em água corrente com três peneiras sobrepostas contendo aberturas de malha de 2,0, 1,0 e 0,5 mm, respectivamente, e logo em seguida, passaram por triagem dos organismos visíveis a olho nu. O conteúdo da última peneira foi submetido ao processo de flotação. Os organismos encontrados foram identificados até o menor nível

taxonômico possível, com auxílio de um microscópio estereoscópio, utilizando-se bibliografia especializada: Mugnai, Nessimian e Baptista (2010), Chicas, Pérez e Gutiérrez Fonseca (2010), Cervantes e Aguilar et al. (2010).

Após a identificação, foi produzida uma tabela elencando todos os indivíduos encontrados. Com auxílio de bibliografia, a morfologia dos organismos considerados mais importantes ecologicamente foram descritos, e quando pertinente, sua relação com a saúde humana.

## RESULTADOS

### Composição de macroinvertebrados bentônicos

No total, foram identificados 5 filos, sendo os organismos distribuídos em 9 classes, 15 ordens e 30 famílias (Tabela 1). O filo Arthropoda foi o mais representado, com 23 famílias, sendo composto por diferentes subfilos. O filo Mollusca, considerado o segundo filo mais rico, foi caracterizado por organismos da classe Gastropoda e Bivalvia distribuídos em sete famílias.

**Tabela 1:** Macroinvertebrados bentônicos no trecho lântico do reservatório de Sobradinho, submédio São Francisco.

FILO	SUBFILO	CLASSE	SUBCLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE
PLATYHELMINTHES						
NEMATODA						
ANNELIDA		Citellata	Oligochaeta			
			Hirudinea			
MOLLUSCA		Bivalvia		Venerida	Corbiculidae	<i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774)
				Unionida	Hyriidae	<i>Diplodon thuaicoicus</i> (d'Orbigny, 1835)
						<i>Diplodon fluctiger</i> (Lea, 1859)
						<i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker, 1857)
		Gastropoda		Mytiloidea	Mytilidae	<i>Asolene spixii</i> (d'Orbigny, 1838)
				Caenogastropoda	Ampullariidae	<i>Pomacea</i> sp. (Perry, 1810)
						<i>Pomacea lineata</i> (Spix, 1827)
					Hydrobiidae	<i>Littoridina</i> sp. (Souteyet, 1852)
					Thiaridae	<i>Aylacostoma</i> sp. (Spix, 1827)
						<i>Melanoides tuberculatus</i> (Müller, 1774)
				Pulmonata	Planorbidae	<i>Biomphalaria straminea</i> (Dunker, 1848)
ARTHROPODA		Entognatha		Collembola		
		Ectognatha				
		(Insecta)		Coleoptera	Elmidae	
					Hydrophilidae	
					Noteridae	
					Ptilodactylidae	
				Diptera	Ceratopogonidae	
					Chaoboridae	
					Chironomidae	
					Tipulidae	
					Belostomatidae	
				Hemiptera	Conixidae	
					Naucoridae	
					Pleidae	
					Baetidae	
				Ephemeroptera	Caenidae	
					Ephemeridae	
					Leptophlebiidae	
					Oligoneuriidae	
					Coenagrionidae	
					Gomphidae	
					Libellulidae	
				Trichoptera	Hydroptilidae	
					Leptoceeridae	
					Polycentropodidae	
		Insecta		Lepidoptera		
		Arachnida	Acari			
				Araneae		
CRUSTACEA		Malacostraca		Amphipoda		
		Ostracoda				

Fonte: Autoria própria, 2022.

## Descrição dos táxons presentes no reservatório de Sobradinho

Filo Platyhelminthes: Do grego *platy*, chato; e *helminth*, verme achatado.

O filo Platyhelminthes é formado por organismos de corpos moles e achatados dorsoventralmente, em sua maioria, pois são encontradas formas variadas e estão classificados em mais de 25.000 espécies (BRUSCA; MOORE; SHUSTER, 2018). Podem ser de vida livre ou parasitas, sendo o filo dividido em quatro classes: Turbellaria, Cestoda, Trematoda e Monogenea.

**Figura 2:** Indivíduos pertencentes à classe Turbellaria encontrados em trecho do reservatório de Sobradinho.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Filo Mollusca: Do latim, *mollis*, mole, significa animais de corpo mole.

A maioria dos representantes possui uma concha rígida ao redor do corpo mole, vivendo preferencialmente no ambiente marinho. São organizados em duas classes, Bivalvia e Gastropoda, registradas em corpos d'água doce (MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010).

### CLASSE GASTROPODA

*Melanoides tuberculatus* (Müller, 1774)

É uma espécie altamente polimórfica, possui uma concha moderadamente grossa, alongada, turriforme com 12 - 16 voltas, base arredondada, abertura oval, peristoma afiado e columela curvada (MIYAHIRA, 2010). *Melanoides tuberculatus* é utilizado como bioindicador da qualidade ambiental de reservatórios brasileiros por apresentar uma alta plasticidade ecológica, podendo ser encontrado em ambientes oligotróficos, mesotróficos e eutróficos e por fornecer respostas associadas ao grau de impacto ambiental, como por exemplo o aumento ou redução da densidade populacional (ARAÚJO et al., 2020), além de registros como controle biológico a fim de diminuir a incidência de espécies invasoras. É necessário ter uma atenção à saúde, visto que podem atuar como hospedeiro intermediário de organismos do filo Platyhelminthes, podendo causar doenças ao homem como por exemplo paragonimíase e clonorquíase (MIYAHIRA, 2010).

**Figura 3:** Concha de *Melanoides tuberculatus* encontrada em trecho do reservatório de Sobradinho.



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

## CLASSE BIVALVIA

### *Corbicula fluminea* (Müller, 1774)

Os indivíduos possuem em média 3 - 4 cm de comprimento, apresentam conchas com valvas densas e perióstraco com tonalidade variando do marrom escuro ao preto, podendo haver brilho, estrias salientes e uniformemente espaçadas. Os organismos de tamanhos maiores contam com um formato “triangular rostrado” e os menores são mais equiláterais. Além disso, há um umbo “alto, arredondado e inflado”. O interior da concha é revestido pelo manto envolvendo a massa visceral e segregando a concha. *Corbicula fluminea* é uma das espécies de moluscos que ameaçam a biodiversidade e os ecossistemas naturais, por ser exótica e conseguir se adaptar ao ambiente. Apesar de já ter sido registrado como um bom indicador em relação à poluição por metais (ZUYKOV, PELLETIER E HARPER, 2013), representa riscos à saúde humana (LUCCA; KAMADA; LUCCA, 2012).

**Figura 4:** Conchas de *Corbicula fluminea* encontradas em trecho do reservatório de Sobradinho.



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Filo Annelida: Do latim *annelus*, que significa anel.

Representantes com corpo segmentado, cada anel ou segmento com um par de nefrídios, tubo digestivo tubular completo, celoma bem diferenciado e possui sistema vascular fechado. Tais organismos vivem em ambiente terrestre, marinho e na água doce. No Brasil existem três

classes: Polychaeta, Oligochaeta e Hirudinida (BRUSCA; BRUSCA, 2007; MUGNAI, 2011; MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010).

### **CLASSE OLIGOCHAETA**

Os oligoquetas possuem o corpo cilíndrico, segmentado e com a presença de poucas cerdas. Sua reprodução ocorre através da fragmentação e podem ser encontrados em ambientes lóticos e lênticos (ALBERTONI; PALMA-SILVA, 2010; BIS; KOSMALA, 2005). São frequentemente achados em ambientes eutrofizados com fundo lamoso e com grande quantidade de detritos, sendo associados a substratos como areia, cascalho, folhas e galhos em decomposição, macrófitas, dentre outros, os quais estruturam de diferentes formas os habitats aquáticos (MORETTI, 2004; BEVILACQUA, 2014). Os indivíduos podem ser utilizados na avaliação e monitoramento de poluição e alguns possuem importância sanitária, com potencial efeito à saúde humana, visto que determinadas espécies são hospedeiros intermediários de parasitas de peixes que possuem importância econômica.

**Figura 5:** Indivíduos da classe Oligochaeta encontrados em trecho do reservatório de Sobradinho.



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Filo Arthropoda: Do grego, *árthron* (articulação) e *podós* (pés), que significa pés articulados.

Representantes adultos apresentam caracteres que os diferenciam dos demais animais, como: simetria bilateral, pernas articuladas, segmentação e corpo dividido em tagmas. Tais organismos possuem um esqueleto externo (exoesqueleto quitinoso) e crescem por meio da perda do exoesqueleto, que é substituído com o passar do tempo, processo conhecido como muda ou ecdise, possibilitando que o ciclo de vida aconteça em diferentes estágios (MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010).

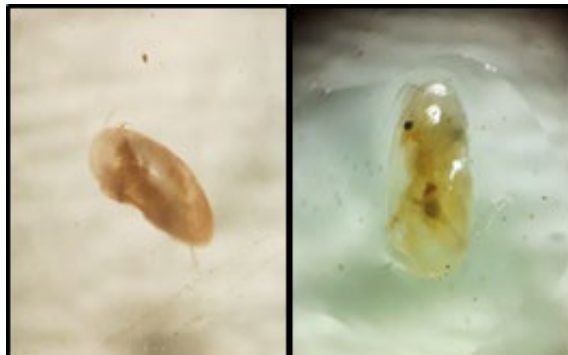
### **SUBFILO CRUSTACEA**

#### **CLASSE OSTRACODA**

A classe Ostracoda reúne crustáceos diminutos (0,5 a 2mm), onde a característica principal é a presença de uma carapaça bivalve (composta de carbonato de cálcio e quitina), a qual recobre todo o corpo do animal (HORNE; COHEN; MARTENS, 2002; MACHADO,

2016). De forma geral, são organismos tolerantes à poluição, resistindo em ambientes com baixo teor de oxigênio dissolvido, assim, são bons indicadores de ambientes/águas poluídos, degradados (ARAÚJO; JESUS; BASTOS-LEAL, 2019; BERSCH, 2020).

**Figura 6:** Indivíduos da classe Ostracoda encontrados em trecho do reservatório de Sobradinho.



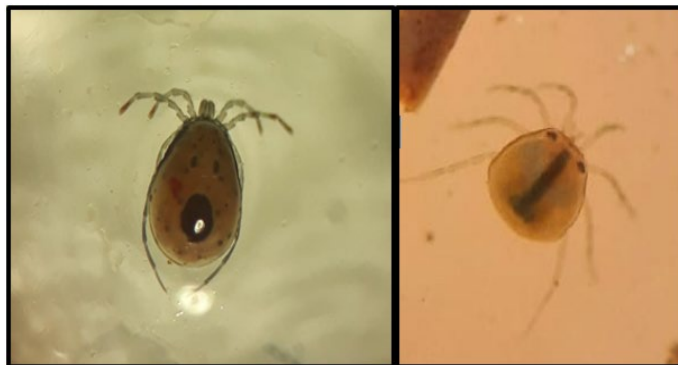
Fonte: Autoria própria, 2022.

## **SUBFILO CHELICERATA**

### **CLASSE ARACHNIDA**

Subclasse Acari: “Acari” apresenta-se como um grupo não monofilético, o qual reúne ácaros, carrapatos e micuins. Eles possuem um corpo dividido em gnatosomo (região anterior do corpo) e idiosomo (o restante), além da presença de quelíceras e pedipalpos (BRUSCA; MOORE; SHUSTER, 2018). Sua distribuição é observada em todo o globo, ocupando ambientes terrestres, aquáticos e parasitas. Além disso, no quesito saúde, podem ser responsáveis por quadros como: escabiose (sarna) em humanos e outros animais, dermatite atópica, asma alérgica e até doenças fatais, como é o caso da doença de Lyme (ALVES et al., 2022; DEMARQUE; NUNES, 2019; LOHMANN et al., 2020). Por fim, podem ser utilizados como bioindicadores da qualidade ambiental, sendo sensíveis à poluição (GOLDSCHMIDT, 2016).

**Figura 7:** Indivíduos da subclasse Acari encontrados em trecho do reservatório de Sobradinho.



Fonte: Autoria própria, 2022.



## **SUBFILO HEXAPODA**

### **CLASSE INSECTA**

Ordem Diptera: Do grego, *di-pteros*, que significa com duas asas.

Representantes com desenvolvimento holometábolo, ou seja, passam pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto. Em sua forma adulta possui um par de asas funcionais e um par de asas vestigiais. A ordem Diptera constitui uma das ordens megadiversas de insetos, com cerca de 150.000 espécies. (MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010; LIMA; SERRA, 2008).

As larvas não apresentam qualquer vestígio de pernas torácicas. A locomoção pode ser feita através de falsas-pernas, projeções carnosas variadas, portando cerdas ou espinhos, nas regiões anterior e posterior da larva. Algumas larvas possuem saliências locomotoras, localizadas nas regiões intersegmentais ventrais, que funcionam como pontos de apoio, permitindo o deslocamento do corpo por meio de movimentos peristálticos (PINHO, 2008).

### **FAMÍLIA: CHIRONOMIDAE**

A família Chironomidae é encontrada em ambientes lóticos e lênticos, normalmente em substrato arenoso com material orgânico em decomposição (MORETTI, 2004). É considerada uma das famílias que apresentam maior distribuição geográfica mundial (TRIVINHO-STRIXINO, 2011) e devido a essa ampla localização e densidade considerável em águas doces, os organismos podem ser utilizados tanto para indicar alterações e impactos em determinado ambiente, quanto locais com boa qualidade de água (BILIA et al., 2015; CORDEIRO et al., 2016). Já em relação às características corporais, os indivíduos apresentam: cabeça aparente (prognata), falsas pernas (torácica+anal), segmentos corporais sem esclerificação e ausência de tubérculos ou tubos carnosos (e de tubos respiratórios na região do protórax) (MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010).

**Figura 8:** Indivíduos da família Chironomidae (larvas) encontrados em trecho do reservatório de Sobradinho.



Fonte: A autoria própria, 2022.

Ordem Coleoptera: Do grego, *koleós* (bainha) e *pterón* (asa).

Com representantes conhecidos popularmente como besouros, vivem em ambientes semiaquáticos e aquáticos. Suas larvas aquáticas, em sua maioria, apresentam cabeça desenvolvida e corpo segmentado e os adultos possuem pernas em formato de remo (MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010; BIS; KOSMALA, 2005). Podem ser encontrados em ambientes lóticos, associados a diversos tipos de substratos e lênticos, nadando na superfície e sobre a vegetação (MORETTI, 2004).

### **FAMÍLIA: HYDROPHILIDAE**

Os representantes dessa família são conhecidos popularmente como: besouro d'água e mergulhão. Suas larvas contam com a seguinte morfologia: corpo alongado, pouco esclerotizado, cabeça visível dorsalmente, com exceção da cabeça e de placas esclerotizadas, geralmente existentes nos tergitos torácicos e 8º tergito abdominal. Já os indivíduos adultos, apresentam um corpo, em sua grande parte: oval, convexo, liso, brilhante e com a coloração negra; além do primeiro ventrito não dividido pelas coxas e clava formada por 3 antenômeros, 5 ventritos visíveis (SEGURA; VALENTE-NETO; FONSECA-GESSNER, 2011). Possuem importância dentro das comunidades pois participam de diversos níveis de cadeia trófica e seus estágios larvais são fontes de alimento para peixes, além de agir como predadores de larvas de outros insetos que possuem importância econômica e/ou médica, como culicídeos transmissores de doenças (dengue, febre amarela, malária) (CASARI; IDE 2012; SEGURA, 2012; AUDINO et al., 2007). Enquanto bioindicadores, são tolerantes à poluição moderada, podendo indicar ambientes/águas com baixa qualidade (VIEIRA et al., 2021).

**Figura 9:** Indivíduos da família Hydrophilidae (adulto e larva) encontrados em trecho do reservatório de Sobradinho.



**Fonte:** A autoria própria, 2022.

Ordem Ephemeroptera: Do grego *ephémeros* (que dura um dia só) e *pterón* (asa).

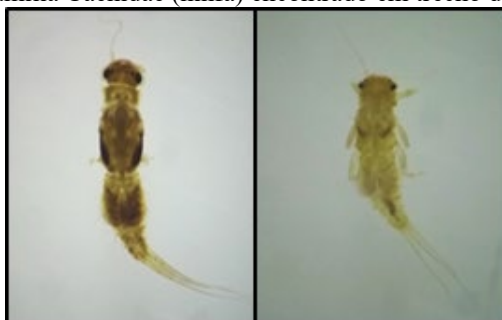
Os efemenópteros possuem dois estágios: ninfa e adultos. Vivem em ambientes lênticos e lóticos (MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010). São importantes devido ao papel que exercem na cadeia trófica dos ecossistemas aquáticos, sendo fundamentais para a ciclagem de nutrientes e como fonte de alimento para peixes, aves e invertebrados. São utilizados no

monitoramento ambiental como indicadores das perturbações antrópicas que afetam os ambientes aquáticos (DA-SILVA; SALLES, 2017).

#### **FAMÍLIA: CAENIDAE**

Compreende indivíduos que habitam “todo tipo de água doce”, de preferência locais lamacentos e vegetação com baixa ou nenhuma ação de correntes (FLOWERS, 2010). Aliado a esse hábito, apresentam tolerância considerável à temperatura e contaminação, sendo usados como bioindicadores de qualidade da água (FLOWERS, 2010). As ninfas apresentam a seguinte característica marcante: brânquias abdominais operculadas quadradas, encontradas na linha média do abdome; além de corpos robustos, pernas finas e três filamentos caudais providos de uma borda de cogumelo em cada segmento (CERVANTES; AGUILAR et al., 2010; FLOWERS, 2010; KORYTKOWSKI, 1995).

**Figura 10:** Indivíduos da família Caenidae (ninfa) encontrado em trecho do reservatório de Sobradinho.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Ordem Odonata: Do grego, *odóntos* (dente).

Os representantes, quando adultos, são conhecidos como libélula, lavadeira, zig-zag, entre outros. Suas ninfas vivem em ambientes aquáticos lóticos e lênticos, ou até ambientes especiais, chamados de fitotelmatas como água acumulada em ocos de árvores e folhas. O ciclo de vida é do tipo hemimetábolo, ou seja, com adultos terrestres-aéreos e ninfas aquáticas, as ninfas possuem semelhanças com os adultos, mas não apresentam asas e órgãos sexuais desenvolvidos (SOUZA; COSTA; OLDRINI, 2007). De acordo com Costa et al. (2021), a ordem Odonata é de grande importância para a bioindicação ambiental, sendo as famílias Libellulidae, Coenagrionidae e Gomphidae consideradas as de maior importância nesse quesito.

#### **FAMÍLIA: GOMPHIDAE**

Os membros da família Gomphidae são conhecidos pela tolerância à contaminação orgânica, com cada espécie contendo sua faixa de tolerância (SANDOVAL; ASTUDILLO, 2000). As ninfas têm como habitat o fundo dos rios, podendo também se enterrar na lama ou

areia presente na margem destes (RAVEN, 1990). Em relação às características morfológicas, estas apresentam: corpo com formas variadas, labro plano, tarso (das pernas meso torácicas) dividido em dois segmentos e antenas com quatro segmentos, onde o terceiro é maior/mais robusto com uso para escavação e o quarto é pequeno e pode ser vestigial (MCCAFFERTY, 1998; CHICAS; PÉREZ; GUTIÉRREZ-FONSECA, 2010).

**Figura 11:** Indivíduos da família Gomphidae (ninfas) encontrados em trecho do reservatório de Sobradinho.



Fonte: Autoria própria, 2022.

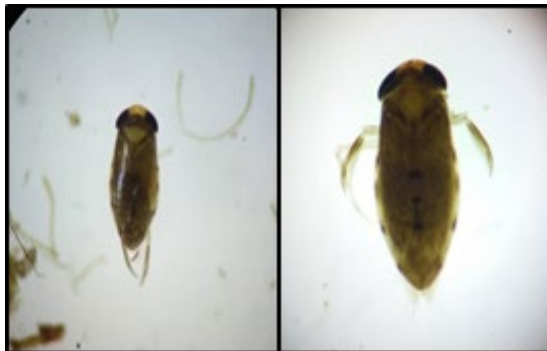
Ordem Hemiptera: Do grego *héteros* (diferentes) e *pterón* (asas).

Com representantes conhecidos popularmente como barbeiros, percevejos e maria-fedidas. Os hemípteros ocorrem em ecossistemas aquáticos e terrestres e apresentam uma ampla variedade anatômica. Habitam corpos d'água lânticos e geralmente em grupos (MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010; MOURA JUNIOR et al, 2015). Segundo Mugnai et al. (2010), os hemípteros aquáticos pertencem a subordem Heteroptera, estão presente em dois grupos: Gerromorpha e Nepomorpha.

#### **FAMÍLIA: CORIXIDAE**

Os corixídeos, pertencentes ao grupo dos Nepomorpha, são comumente conhecidos como água-barqueiro, remadores ou barqueiros. Os representantes possuem a cabeça larga e fortemente hipognata e com ocelos. As antenas possuem três a quatro segmentos e ficam escondidas entre os olhos e o protórax. As pernas dianteiras são mais curtas que as posteriores. Habitam águas rasas de ambientes lóticos e lânticos. Esses organismos desempenham papel importante na cadeia alimentar de peixes e anfíbios e na conservação da natureza, além disso podem ser considerados agentes de controle biológico de mosquitos sugadores de sangue em estágios imaturos (MELO, 2014).

**Figura 12:** Indivíduos da família Corixidae encontrados em trecho do reservatório de Sobradinho.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Ordem Trichoptera: Do grego, *trichos* (pelo) e *pterón* (asa).

A ordem Trichoptera possui grande diversidade entre os invertebrados aquáticos. Conseguem viver desde rios de fluxo rápido até as lagoas de água doce. Uma característica marcante é que algumas famílias conseguem produzir casulos fixos ou móveis, unindo areia, rochas ou vegetais à seda que produz. As larvas de trichoptera não são resistentes a níveis baixos de oxigênio, pois precisam de oxigênio dissolvido para respirar. Possuem um importante papel ecológico na transferência de energia no ecossistema (MUGNAI; NESSIMIAN; BAPTISTA, 2010; BIS; KOSMALA, 2005).

#### **FAMÍLIA: HYDROPTILIDAE**

A família Hydroptilidae é considerada como uma das de maior diversidade e abundância, onde os indivíduos, enquanto larvas, podem estar presentes tanto em ambientes lóticos quanto em lênticos (SPRINGER, 2006). No quesito tolerância, abrangem ambientes ricos em nutrientes, com pH ácido ou até com altas temperaturas (SPRINGER; AGUILAR; CERVANTES, 2010). Em relação às suas características morfológicas apresentam, em geral, corpo de dimensões diminutas e achatado lateralmente, segmentos médios do abdômen expandidos e a presença de placas com desenvolvimento considerável nos três segmentos do tórax. Em seu último estágio larval, os organismos constroem uma espécie de casa/abrigo com seda e algas, acompanhado de um crescimento (alargamento) considerável do abdômen (SPRINGER, 2006; SPRINGER; AGUILAR; CERVANTES, 2010).

**Figura 13:** Indivíduos da família Hydroptilidae encontrados em trecho do reservatório de Sobradinho.



Fonte: A autoria própria, 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição taxonômica dos macroinvertebrados bentônicos presentes no trecho lântico no reservatório de Sobradinho contou com cinco filos: Platyhelminthes, Nematoda, Annelida, Mollusca e Arthropoda. Eles reúnem organismos que são bioindicadores ambientais eficientes, os quais fornecem elementos necessários na análise e avaliação de impactos. O método utilizado para triagem e seleção de indivíduos foi satisfatório, considerando que os organismos escolhidos apresentam, de algum modo, importância para o ambiente, seja nas questões ecológicas ou para saúde humana.

Por fim, ressalta-se a importância das informações disponibilizadas, devido a influência dessa comunidade para o meio ambiente. Por isso, a continuidade das pesquisas em relação à composição taxonômica fornecerá mais informações enriquecendo o conhecimento sobre os macroinvertebrados bentônicos para a região do semiárido, ainda é pouco estudada nesse aspecto; além da colaboração para o desempenho do monitoramento ambiental e diagnóstico de eventuais impactos na região.

## REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F. J. P.; RUFFO, T. L. M.; SOUZA, A. H. F. F.; FLORENTINO, H. S.; OLIVEIRA JUNIOR, E. T.; MEIRELES, B. N.; SANTANA, A. C. D. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade ambiental de corpos aquáticos da Caatinga. **Oecologia Brasiliensis**, n. 11, v. 3, p. 397 - 409, 2007.

ALBERTONI, E.; SILVA, C. P. Caracterização e importância dos invertebrados de águas continentais com ênfase nos ambientes de Rio Grande. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v. 5, n. 1, p. 9-27, 2010.

ALVES, G. G.; DIAS D. S.; SOUZA, G. A.; GOMES, J. P. B.; GOMES, J. B. D. S.; ANASTÁCIO, K. F. S.; SILVA, L. G. M. E.; MARQUES, M. M. Doença de Lyme: Revisão de Literatura. **Revista de trabalhos acadêmicos-Universo Belo Horizonte**, v. 1, n. 5, 2022.

ARAÚJO, A. V. D.; JESUS, J. S. D.; BASTOS-LEAL, L. R. Parâmetros Bióticos e abióticos da água subterrânea de uma caverna no semiárido da Bahia, Brasil. **Revista Espeleo-Tema**, v.29, n.1, 2019.

ARAÚJO, M.; AZEVÊDO, E. L.; AZVÊDO, D.; BARBOSA, J. E. L.; MOLOZZI, J. Avaliação alométrica e da biomassa de *Melanoides tuberculata* (MULLER, 1774) como ferramenta para a avaliação da qualidade ambiental de reservatórios. **Revista Gaia Scientia**, v. 14, n. 3, p. 136-149, ISSN 1981-1268, 2020.

AUDINO, L. D.; NOGUEIRA, J. M.; SILVA, P. G.; NESKE, M. Z.; RAMOS, A. H. B.; MORAES, L. P.; BORBA, M. F. S. Documento 70: Identificação dos Coleópteros (Insecta: Coleoptera) das regiões de Palmas (município de Bagé) e Santa Barbinha (município de Caçapava do Sul), Rs. **EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (INFOTECA-E)**, Bagé, 2007.

BERSCH, K.T.J. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade de água para monitoramento de serviços ambientais hídricos na bacia do Arroio Epaminondas, Pelotas (RS). **Embrapa Clima Temperado-Tese/dissertação (ALICE)**, 2020.

BEVILACQUA, M. S. Oligochaeta em riachos (Igarapés) da floresta Nacional Saracátaquera (PA): abundância, riqueza, diversidade e potencial como indicador de impacto antrópico. **Dissertação**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: UFRJ/MACAÉ, 2014.

BICUDO, C. E.; BICUDO, D. de C. Amostragem em limnologia. **Editora Rima**, São Carlos - SP, 371 p., 2004.

BILIA, C. G.; PINHA, G. D.; PETSCH, D. K.; TAKEDA, A. M. Influência da heterogeneidade ambiental sobre os atributos da comunidade de Chironomidae em lagoas de inundação neotropicais. **Iheringia. Série Zoologia**, [s. l.], v. 105, n. 1, p. 20-27, 2015.

BIS, B.; KOSMALA, G. **Chave de identificação para macroinvertebrados bentônicos de água doce**. Education and Culture Socrates, 20 p., 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Levantamento dos usuários de recursos hídricos e da situação dos remanescentes florestais do entorno do reservatório de Sobradinho**. Brasília: MMA / SBF, 125 p., 2010.

BRUSCA R. C.; BRUSCA G. J. Invertebrados. **Editora Guanabara Koogan**, 2ª edição, Rio de Janeiro, 968 p., 2007.

BRUSCA, R. C.; MOORE, W.; SHUSTER, S. M. Invertebrados. **Editora Guanabara Koogan**, 3ª edição, Rio de Janeiro, 1010 p., 2018.

CASARI, S.A.; IDE, S. **Coleoptera**. pp: 453- 535. In: Rafael, J.A.; Melo, G.A.R.; Carvalho, C.J.B.; Casari, S.A.; Constantino, R. (eds). **Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia**. Holos, Ribeirão Preto. 810 p., 2012.

CERVANTES, L. S.; AGUILAR, A. Z.; CHICAS, J. M. S.; ACOSTA, D. V.; MARTÍNEZ, M. A. H. **Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Ephemeroptera en El Salvador**. 1ª edição, San Salvador, El Salvador: Editorial Universitaria (UES), 29 p., 2010.

CETESB. **Determinação de bentos de água doce: Macroinvertebrados – métodos qualitativo e quantitativo.** São Paulo, 14p. (Norma Técnica: L5.309), 2003.

CHICAS, J. M. S.; PÉREZ, D.; GUTIÉRREZ FONSECA, P. **Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Odonata en El Salvador.** 1ª edição, San Salvador, El Salvador: Editorial Universitaria (UES), 38 p., 2010.

CORDEIRO, G. G.; GUEDES, N. M.; KISAKA, T. B.; NARDOTO, G. B. Avaliação rápida da integridade ecológica em riachos urbanos na bacia do rio Corumbá no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Ambiente e Água**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 17-35, 2016.

COSTA, N. G. M. C.; MELO, C. M.; MELO, A. H. S.; ARAÚJO, R. I. S.; VIEIRA, L. J. S. Ordem Odonata como bioindicadores em biomonitoramento no Brasil: Uma Revisão Sistemática. **South American Journal of Basic Education**, Technical and Technological, v.8, n.1, 2021.

DA-SILVA, E.R.; SALLES, F. F. Checklist de Ephemeroptera do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia, 107(supl.): e2017116, 2017.

DEMARQUE, S. S; NUNES, C. P. Escabiose: as possíveis complicações e estratégias de intervenção. **Revista de Medicina de Família e Saúde Mental**, v. 1, n. 2, 2019.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. **Editora Interciênciara**, 3ª edição, Rio de Janeiro, 575 p, 2011.

FLOWERS, R. W. Ephemeroptera. Macroinvertebrados dulceacuícolas de Costa Rica. Vol I. **Revista Biología Tropical** Suppl. En prep. 2010.

GOLDSCHMIDT, T. Water mites (Acari, *Hydrachnidia*): powerful but widely neglected bioindicators—a review. **Neotropical Biodiversity**, v. 2, n. 1, p. 12-25, 2016.

HORNE, D. J.; COHEN, A.; MARTENS, K. Taxonomy, morphology and biology of Quaternary and living Ostracoda. **Washington DC American Geophysical Union Geophysical Monograph Series**, v. 131, p. 5-36, 2002.

KORYTKOWSKI Ch. A. **Ephemeroptera.** En: Insectos Acuáticos. Universidad de Panamá, Programa de Maestría en Entomología. Material de apoyo didáctico, 7 p, 1995.

LIMA, T. S.; SIMPLÍCIO, L. S.; GOMES, M. E. S.; CUNHA, M. C. C. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um trecho do Reservatório Sobradinho, Semiárido Nordeste.** In: CONIMAS – I Congresso Internacional de Meio Ambiente, 2019.

LIMA, V. P.; SERRA, A. L. Análise morfológica comparada da venação de asas da ordem Diptera (*Linnaeus*, 1758 - Arthropoda, Insecta). **ConScientiae Saúde**, v. 7, n. 4, p. 525-533, 2008.

LOHMANN, P. M.; FERLA, N. J.; SILVA, G. L. D.; COSTA, A. E. K. D.; PÉRICO, E.; MORESCHI, C. Doenças alérgicas e respiratórias provocadas por ácaros de poeira doméstica: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e7969109244-e7969109244, 2020.



LUCCA, G. M.; KAMADA M. D. L.; LUCCA, J. V. **Ocorrência e *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculatus* (Moluscos exóticos no Córrego Retiro Saudoso, Ribeirão Preto - SP.** VIII Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 8, n.2, p. 338-347, 2012.

MACHADO, C. P. Uma breve discussão sobre estratégias e processos de dispersão em Ostracoda. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, v. 1, n. 2, p. 44-48, 2016.

MCCAFFERTY, W. P. **Damselflies and dragonflies (Orden Odonata).** Chapter 8. p.125-147. En: Aquatic entomology. The fishermen's and ecologists', illustrated guide to insect and their relatives. Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, Massachusetts, USA. 1998.

MELO, M. C. **Corixidae.** In ROIG-JUÑENT, S; CLAPS; L. E. e MORRONE, J. J. (org.) Biodiversidad de Artrópodos Argentinos, vol. 3, 2014.

MIYAHIRA, I. C. Dinâmica populacional de *Melanoides tuberculatus* (Muller, 1774) em um riacho impactado da Vila do Abraão, Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ, Brasil. **Dissertação**, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 111 p., 2010.

MORETTI, M. S. **Atlas de Identificação Rápida dos Principais Grupos de Macroinvertebrados Bentônicos.** ICB/UFMG, Belo Horizonte, 2004.

MOURA JUNIOR, D. A.; SCHEFFLER, S. M.; SANTOS, M. F. A.; FERNANDES, A. C. S. **Considerações sobre a paleoentomofauna da ordem hemiptera do cretáceo inferior sul-americano.** GeoSudeste 2015 - 14º Simpósio de Geologia do Sudeste, São Paulo, 2015.

MOURA-SILVA, M. S. G.; GRACIANO, T. S.; LOSEKANN, M. E.; LUIZ, A. J. B. Assessment of benthic macroinvertebrates at Nile tilapia production using artificial substrate samplers. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, p. 735 - 742, 2016.

MUGNAI, R. Biomonitoramento das águas: Estratégias para prática de ensino. **Tese**, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.

MUGNAI, R.; NESSIMIAN, J. L.; BAPTISTA, D. F. Manual de identificação de Macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. **Technical Books Editora**, Rio de Janeiro, 174 p., 2010.

PINHO, L. C. **Diptera.** In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C. G. (org.). 2008. Disponível em: <[https://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guia\\_online/](https://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guia_online/)>. Acesso em: 26 abr. 2022.

RAVEN, K. G. **Ordenes Ephemeroptera, odonata y plecoptera.** Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Peru). Departamento de Entomología, 1990.

SANDOVAL, J. C.; ASTUDILLO, I. F. M. Insectos: Organismos indicadores de la calidad de agua y de la contaminación (Bioindicadores). **Plaza y Valdés Editores**, 1ª edição, p. 412-416, 2000.

SEGURA, M. O. Coleoptera (Insecta) em sistemas aquáticos florestados aspectos morfológicos, comportamentais e ecológicos. **Tese**, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2012.

SEGURA, M. O.; VALENTE-NETO, F.; FONSECA-GESSNER, A. A. Family level key to aquatic Coleoptera (Insecta) of Sao Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 1, p. 393-412, 2011.

SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Uso atual das terras: Bacias da Margem Esquerda do Lago de Sobradinho, Bahia** / Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Salvador: SEI, 2014, 115p. (Série Estudos e Pesquisas, 96).

SILVA, J. F.; FERREIRA, P. S.; SILVA, E. R. A. C.; COSTA, V. S. O.; CANDEIAS, A. L. B. Analysis of errors in the digital elevation model - SRTM for the Sobradinho reservoir/BA. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, n. 4, v. 7, p. 250 - 257, 2017.

SOUZA, L. O. I.; COSTA, J. M.; OLDRINI, B. B. **Odonata**. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. 2007.

SPRINGER, M. Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 54, n. 1, p. 273-286, 2006.

SPRINGER, M.; AGUILAR, A. Z.; CERVANTES, L. S. **Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del orden Trichoptera en El Salvador**. Ciudad Universitaria, 2010.

TELES, H. F.; LINARES, M. S.; ROCHA, P. A.; RIBEIRO, A. S. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores no Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, n. 15, v. 1, 2, 3, p. 123-137, 2013.

TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 675-684, 2011.

VIEIRA, A. G.; GARCIA, L. D. C.; CAVALCANTE, I. D. L.; SILVA, J. M. S. D.; SANTOS, G. D.; LANZA, G. R. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos e biológicos da água do córrego da cascata**. In: Colloquium Exactarum. ISSN: 2178-8332. p. 1-10. 2021.

ZUYKOV, M.; PELLETIER, E.; HARPER, D. A. T. Bivalve mollusks in metal pollution studies: From bioaccumulation to biomonitoring. **Chemosphere**, v. 93, n. 2, p. 201-208. 2013.



www.editorapublicar.com.br  
contato@editorapublicar.com.br  
@epublicar  
facebook.com.br/epublicar

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

DESDOBRAMENTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS  
SOBRE A EXPLORAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Edilene Dias Santos  
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro  
Patrícia Gonçalves de Freitas  
Organizadores



2022

www.editorapublicar.com.br  
contato@editorapublicar.com.br  
@epublicar  
facebook.com.br/epublicar

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:

DESDOBRAMENTOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS  
SOBRE A EXPLORAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Edilene Dias Santos  
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro  
Patrícia Gonçalves de Freitas  
Organizadores



2022